

Министерство лесного хозяйства Красноярского края  
Краевое государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Дивногорский техникум лесных технологий»

## **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**

Методические указания и контрольные задания для студентов заочного обучения по специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (в лесном хозяйстве)

Дивногорск -2020 г.

Рассмотрена на заседании цикловой  
комиссии специальных дисциплин

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Председатель комиссии  
Кобзина С.А. \_\_\_\_\_

Методические указания предназначены для студентов заочного обучения по специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (в лесном хозяйстве)

Разработчик: Иконников А.М., преподаватель КГБ ПОУ «Дивногорский техникум лесных технологий»

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Настоящие методические указания предназначены для студентов заочной формы обучения.

Приступая к выполнению контрольной работы, студент должен изучить соответствующие разделы дисциплины, ориентируясь на перечень основных вопросов и указанную литературу, усвоить материал каждого раздела, ответить на контрольные вопросы, разобраться в решении типовых задач.

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Предлагаемые в пособии задания охватывают весь основной материал курса электротехники. Целью контрольной работы является окончательная проверка усвоения студентами соответствующих разделов курса. В процессе выполнения контрольной работы студент должен:

- научиться рассчитывать основные параметры простых электрических и магнитных цепей;
- научиться собирать электрические схемы постоянного и переменного тока и проверять их работу;
- научиться пользоваться современными электроизмерительными приборами и аппаратами для диагностики электрических цепей;
- понять сущность физических процессов, протекающих в электрических и магнитных цепях,
- освоить принципы, лежащие в основе функционирования электрических машин и электронной техники;
- освоить методику построения электрических цепей, порядок расчета их параметров;
- освоить способы включения электроизмерительных приборов и методы измерения электрических величин;
- освоить принцип действия и устройство электропривода;
- освоить сведения об электрических машинах, аппаратуре управления и защиты;
- познакомиться с компонентами электронной техники;
- освоить основные положения электробезопасности.

Ответ на теоретический вопрос даёт возможность студенту более глубоко изучить данный раздел темы и подготовиться к экзамену.

# ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»

## Введение

Цель и задачи учебной дисциплины «Электротехника с основами электроники», ее содержание, связь с другими учебными дисциплинами, значение в системе подготовки специалистов

Электрическая энергия, ее свойства, преимущества и область применения. История развития электротехники. Задачи и значение дисциплины «Электротехника и электроника» для специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (в лесном хозяйстве).

## Раздел 1 Электротехника

### Тема 1 Электростатика

Электронная теория строения вещества. Электрическое поле, его изображение. Характеристики электрического поля. Закон Кулона. Проводники и диэлектрики в электрическом поле.

Электрическая емкость, единицы измерения емкости. Конденсаторы, их виды и графическое изображение, обозначение на схемах. Емкость плоского конденсатора. Последовательное, параллельное и смешанное соединение конденсаторов. Энергия электрического поля.

В результате изучения темы студент

*должен знать:* характеристики электрического поля, их физический смысл; назначение конденсаторов их условное обозначение; законы последовательного, параллельного и смешанного соединения в батарею конденсаторов.

*должен уметь:* определять эквивалентную емкость и распределение напряжения.

### Тема 2 Электрические цепи постоянного тока

Электрический ток, условия его возникновения, единицы измерения. Направление тока, плотность тока.

Электрическое сопротивление и проводимость, единицы их измерения. Зависимость сопротивления от длины проводника, его сечения и материала. Зависимость сопротивления проводника от температуры. Резисторы, реостаты и потенциометры.

Электродвижущая сила источников электрической энергии. Электрическая цепь и ее основные элементы. Закон Ома.

Электрическая энергия и мощность источника, единицы их измерения. Мощность потребителей, мощность потерь. Баланс мощности. Электрический КПД.

Последовательное, параллельное и смешанное соединение резисторов. Эквивалентное сопротивление.

Тепловое действие тока. Закон Джоуля-Ленца. Практическое использование теплового действия электрического тока. Потеря напряжения в проводах и линиях электропередачи. Расчет сечения проводов по допустимой потере напряжения. Защита проводов от перегрузки.

В результате изучения раздела студент

*должен знать:* физическую сущность процессов в цепях постоянного тока; основные законы цепей постоянного тока; элементы электрических цепей, их изображение на схемах и назначение; законы последовательного, параллельного и смешанного соединения резисторов, химических источников тока;

*должен уметь:* выполнять измерения и расчеты основных параметров электрических цепей постоянного тока; определять эквивалентное сопротивление цепи.

### **Тема 3 Расчет электрических цепей постоянного тока**

Законы Кирхгофа.

Сложные электрические цепи. Расчет сложной цепи методом уравнений Кирхгофа и узлового напряжения. Общие сведения о химических источниках электрической энергии. Последовательное, параллельное и смешанное соединение химических источников в батареях.

В результате изучения темы студент

*должен знать:* законы Кирхгофа для расчета цепей; законы последовательного, параллельного и смешанного соединения резисторов, преобразования соединений «треугольником» и «звездой»; методы расчета сложных цепей постоянного тока (метод свертывания, метод узловых потенциалов, метод контурных токов); принцип построения потенциальной диаграммы;

*должен уметь:* выполнять измерения и расчеты основных параметров электрических цепей постоянного тока методами свертывания и узловых потенциалов; включать электроизмерительные приборы в электрическую цепь; строить потенциальную диаграмму; проверять правильность расчета, используя уравнение баланса мощностей.

### **Тема 4 Электромагнетизм**

Магнитное поле электрического тока, силовые линии магнитного поля.

Правило буравчика. Напряженность магнитного поля, магнитная индукция, магнитный поток, единицы их измерения.

Действие магнитного поля на проводник с током. Электромагнитная сила.

Явление электромагнитной индукции в замкнутом контуре, катушке, прямолинейном проводнике. Величина и направление ЭДС индукции, правило Ленца, правила левой и правой руки. Потокосцепление. Основной закон электромагнитной индукции. Вихревые токи, их отрицательное действие, способы уменьшения и практическое использование.

Явление самоиндукции, величина ЭДС самоиндукции. Индуктивность, единицы ее измерения. Явление взаимной индукции, величина ЭДС взаимной индукции.

Намагничивание ферромагнетиков. Явление гистерезиса.

В результате изучения темы студент

*должен знать:* условия существования магнитного поля, его характеристики, правила для определения направления магнитного поля; поведение проводника в магнитном поле; принцип действия электрического генератора и трансформатора;

*должен уметь:* рассчитывать электромагнитную силу, действующую на проводник с током и указывать ее направление; пользоваться правилом буравчика,

правилами левой и правой руки; рассчитывать ЭДС в проводнике, перемещающемся в магнитном поле, определять направление этой ЭДС.

### **Тема 5 Однофазные электрические цепи переменного тока**

Определение переменного тока. Получение синусоидально изменяющейся ЭДС. Уравнение мгновенных значений для синусоидально изменяющейся ЭДС. Графики переменного тока. Мгновенное и действующее значение переменного тока. Амплитуда, период, частота и единицы их измерения. Графическое изображение синусоидальных величин при помощи временной и векторной диаграмм.

Фаза, начальная фаза, угол сдвига фаз.

Цепь с активным сопротивлением. Временная и векторная диаграммы тока и напряжения. Закон Ома. Мгновенная и средняя мощность.

Цепи с индуктивностью. Временная и векторная диаграммы. Уравнения тока, магнитного потока, напряжения и ЭДС самоиндукции. Индуктивное сопротивление и его физический смысл. Закон Ома. Реактивная мощность и единицы ее измерения.

Цепь с емкостью. Понятие о процессе заряда и разряда конденсатора. Временная и векторная диаграммы тока и напряжения. Уравнение мгновенных значений тока и напряжения. Емкостное сопротивление и его физический смысл. Закон Ома. Реактивная мощность.

Неразветвленные цепи переменного тока. Цепь с активным сопротивлением и индуктивностью; цепь с активным сопротивлением и емкостью; цепь с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью при различных значениях величин реактивных сопротивлений. Векторная диаграммы цепи. Треугольник напряжений и сопротивлений. Закон Ома. Треугольник мощностей. Активная, реактивная и полная мощности, коэффициент мощности.

Резонанс напряжений и токов: условия возникновения, особенности, векторные диаграммы, треугольники сопротивлений и мощности. Практическое использование резонансных явлений.

В результате изучения темы студент

*должен знать:* физическую сущность процесса получения переменного тока; основные величины, характеризующие переменный ток; построение временных и векторных диаграмм; электромагнитные явления в цепях переменного тока, возможности их практического применения; коэффициент мощности, его технико-экономическое значение, способы повышения.

*должен уметь:* рассчитывать цепи переменного тока с построением временных и векторных диаграмм.

### **Тема 6 Трехфазные электрические цепи постоянного тока**

Получение трехфазной симметричной системы ЭДС. Временная и векторная диаграммы. Соединение обмоток трехфазного генератора «звездой» и «треугольником». Векторные диаграммы напряжений. Соотношения между линейным и фазным напряжениями.

Соединение потребителей энергии «звездой». Трех- и четырех- проводная системы цепей. Векторные диаграммы напряжений при симметричном и несимметричном режимах. Значение нулевого провода.

Соединение потребителей энергии «треугольником». Определение фазных и линейных токов при симметричном и несимметричном режимах работы.

Вращающееся магнитное поле трехфазной системы. Принцип действия асинхронного двигателя.

В результате изучения темы студент

*должен знать:* преимущества трехфазного тока перед однофазным; соединение обмоток генератора и потребителя «звездой» и «треугольником»; роль нулевого провода;

*должен уметь:* производить расчеты симметричных и несимметричных трехфазных цепей, измерять их параметры.

### **Тема 7 Производство и распределение электроэнергии**

Энергетические системы. Распределение электроэнергии между потребителями.

Устройство и принцип работы трансформатора. Коэффициент трансформации.

Классификация трансформаторов. Режимы работы трансформаторов. Рабочий режим. Режим холостого хода. Режим короткого замыкания. Применение трансформаторов. Однофазные и трехфазные трансформаторы.

В результате изучения темы студент

*должен знать:* принцип действия трансформатора; режимы работы трансформатора

*должен уметь:* объяснять работу трансформатора.

### **Тема 8 Электрические машины**

Классификация электрических машин.

Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Создание вращающегося магнитного поля. Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Системы пуска асинхронного двигателя. Принцип работы однофазного асинхронного двигателя.

Синхронные и асинхронные машины переменного тока. Устройство и принцип работы синхронного генератора. Реакция якоря. Характеристики синхронного генератора. Пуск и остановка синхронного двигателя.

Машины постоянного тока, их классификация и характеристики. Применение машин постоянного тока в промышленности, на транспорте. Достоинства и недостатки машин постоянного тока. Способы возбуждения двигателя постоянного тока. Вращающий момент генератора.

В результате изучения темы студент

*должен знать:* принцип действия асинхронного двигателя; принцип работы синхронного генератора; принцип действия машин постоянного тока; схемы пуска и остановки электрических машин

*должен уметь:* производить расчеты характеристик трехфазного асинхронного двигателя.

### **Тема 9 Основы электропривода**

Классификация электроприводов. Понятие и достоинства электропривода.

Механические характеристики рабочих машин. Понятие статической устойчивости электроприводов. Основы динамики электроприводов

Виды пускорегулирующей аппаратуры. Область применения аппаратов защиты и управления. Устройство релейно-контактных систем управления электродвигателями.

В результате изучения темы студент

*должен знать:* основные понятия и свойства электроприводов; схемы пуска и останова электрических машин

*должен уметь:* производить расчеты асинхронного двигателя для привода механизма; рассчитывать момент двигателя, строить графики механических характеристик и графики зависимости КПД от нагрузки.

## **Тема 10 Электробезопасность**

Действие тока на организм человека. Причины поражения током в быту и на производстве.

Оказание первой помощи при поражении электрическим током.

В результате изучения темы студент

*должен знать:* поражающие факторы, виды поражения электрическим током и способы защиты

*должен уметь:* оказывать первую помощь при поражении электрическим током.

## **Тема 11 Электрические измерения и приборы**

Классификация методов измерений. Погрешности измерений и приборов.

Классификация электроизмерительных приборов и их маркировка. Общие детали приборов.

Устройство и принцип работы приборов магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической и ферродинамической систем. Расширение пределов измерения приборов магнитоэлектрической системы. Устройство, принцип работы и использование омметра.

Принцип действия цифровых измерительных приборов. Использование электрических методов для измерения неэлектрических величин.

Устройство и принцип реостатных индуктивных емкостных датчиков. Устройство и принцип работы термосопротивления, сельсинов.

В результате изучения темы студент

*должен знать:* классификацию методов измерения, погрешности и маркировку приборов; конструкцию электроизмерительных приборов, принцип действия и характеристики; принцип действия счетчика и ваттметра, схемы их включения для выполнения измерений в электрической цепи;

*должен уметь:* производить измерения в электрических цепях с помощью приборов; определять погрешности измерений; подключать счетчики и ваттметры для выполнения измерений.

## **Раздел 2 Основы электроники**

### **Тема 12 Полупроводниковые приборы**

Электронно-дырочный переход и его свойства.

Полупроводниковые диоды. Устройство, назначение и классификация диодов. Вольт-амперная характеристика диода.

Полупроводниковые стабилитроны: устройство, назначение и классификация, вольт-амперная характеристика.



Полупроводниковые тиристоры: устройство, назначение и классификация, вольт-амперная характеристика.

Общие сведения о транзисторах. Устройство, принцип действия, назначение и классификация транзисторов. Схемы включения, параметры и характеристики транзисторов.

В результате изучения раздела студент

*должен знать:* устройства, принцип действия и применение диодов, стабилитронов, тиристоров, биполярных и полевых транзисторов;

*должен уметь:* объяснять свойства полупроводников, работу перехода электронов, различать диоды по конструктивным особенностям.

### **Тема 13 Основы электроники**

Полупроводниковые выпрямители. Принцип выпрямления переменного тока. Схемы однофазных и трехфазных выпрямителей переменного тока на базе полупроводниковых диодов.

Виды распространенных сглаживающих фильтров.

Полупроводниковые стабилизаторы напряжения. Принцип стабилизации напряжения. Схемы стабилизаторов на базе стабилитронов.

Типы усилителей на транзисторах. Достоинства и недостатки способов подключения транзистора.

В результате изучения раздела студент

*должен знать:* устройства, принцип действия выпрямителей, стабилизаторов напряжения и усилителей;

*должен уметь:* объяснять работу различных схем выпрямителей и усилителей; проводить расчет и подбор диодов полупроводникового выпрямителя; проводить расчет и подбор стабилитронов параметрического стабилизатора напряжения

### **Тема 13 Электронные устройства автоматики и вычислительной техники**

Интегральные микросхемы. Сущность, типы. Назначение и применение микропроцессоров.

Простейшие логические элементы И, ИЛИ, НЕ: таблицы истинности, обозначения.

Триггеры: схемы, принципы работы, таблицы истинности, обозначения.

Конструкция регистров и принцип их работы.

Конструкция дешифраторов и принцип их работы.

Конструкция сумматоров и принцип их работы.

Физические основы фотоэффекта. Применение фотоэффекта в электронике.

В результате изучения раздела студент

*должен знать:* устройства, принцип действия простейших логических элементов, триггеров, регистров, шифраторов/дешифраторов и сумматоров;

*должен уметь:* объяснять работу фото- и светодиодов

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

### **Основные источники:**

1. Синдеев Ю.Г. Электротехника с основами электроники - «Феникс» -2018г. - Ростов на Дону.

2. Ярочкина Г.В. Основы электротехники: учеб.пособие для студ.учреждений сред. проф. образования / - 3-е изд., стер. -- М: Издательский Центр «Академия», 2015.

3. Шелякин, В. П. Электрический привод: краткий курс: учебник для СПО / В. П. Шелякин, Ю. М. Фролов; под ред. Ю. М. Фролова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017

### **Дополнительные источники:**

1. Амалицкий, В.В. Деревообрабатывающие станки и инструменты: учеб.для студентов сред. проф. образования, обучающихся по спец. 2602 «Технология деревообработки» -Москва: Academia, 2003.

2. Полещук В.И. Задачник по электротехнике и электронике: учеб. Пособие для студ. сред. проф. образования / - 3-е изд., стер. -- М: Издательский Центр «Академия», 2007.

3. Прошин В.М. «Лабораторно-практические работы по электротехнике». М. Москва : Academia, 2009.

### **Интернет ресурсы:**

1. Электротехнический портал "Элекаб" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elecab.ru>.

2. «Теоретическая электротехника с решением задач». Учебник Голубева.- Режим доступа: <http://www.elektrofaq.com>.

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

1. К выполнению контрольной работы обучающийся должен приступить только после изучения теоретического материала.
2. Каждая контрольная работа должна быть выполнена в срок, указанный в учебном графике.
3. Обучающийся должен выполнить контрольную работу по определенному варианту в соответствии со своим шифром.
4. Контрольная работа выполняется в отдельной тетради в клетку; условия задач переписываются полностью.
5. Обучающийся должен изучить условие задачи, уяснить, какие величины являются заданными и какие искомыми, и сделать краткую запись условия задачи.
6. Следует составить и вычертить электрическую схему, соответствующую условию задачи, показать на ней все заданные и искомые величины. Схемы, векторные диаграммы и графики должны выполняться карандашом с применением чертежных инструментов. При выполнении схем следует пользоваться условными графическими обозначениями, установленными ЕСКД.
7. Решение каждой задачи необходимо начинать с новой страницы и сопровождать краткими и четкими пояснениями.
8. Вычисления следует производить с необходимой точностью до двух знаков после запятой.
9. Обозначения электрических величин в тексте, в формулах, на векторных диаграммах и на электрических схемах должны быть одинаковыми и соответствовать ЕСКД.
10. При решении задач следует пользоваться Международной системой СИ. Буквенные обозначения единиц измерения ставятся только после окончательного результата и в скобки не заключаются, например, 10 А; 380 В; 660 Вт.
11. Векторные диаграммы должны быть построены в масштабе на миллиметровой бумаге или бумаге в клетку. Принятые масштабы должны быть указаны в задаче.

### Состав контрольных работ:

КР 1	Тема: Электростатика Тема: Электрические цепи постоянного тока Тема: Расчет электрических цепей постоянного тока Тема: Электромагнетизм и электромагнитная индукция Тема: Однофазные электрические цепи переменного тока Тема: Трехфазные электрические цепи переменного тока Тема: Производство и перераспределение электроэнергии Тема: Электрические измерения и электроизмерительные приборы
КР 2	Тема: Электрические машины Тема: Основы электропривода Тема: Электробезопасность Тема: Полупроводниковые приборы Тема: Основы электроники Тема: Электронные устройства автоматики и вычислительной техники

**Тема: Электростатика**  
**Задача № 1**

Батарея, состоящая из трех конденсаторов, присоединена к источнику постоянного напряжения  $U$ . Определить неизвестные величины.

**Исходные данные**

№ варианта	№ рис	Емкость конденсатора			Напряжение на конденсаторе			Заряд конденсатора			Емкость, напряжение, заряд и мощность батареи			
		$C_1$	$C_2$	$C_3$	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$C_{ЭКВ}$	$U$	$Q$	$W$
		пФ	пФ	пФ	В	В	В	нКл	нКл	нКл	пФ	В	нКл	нДж
1, 14	1	60	20	30									1,2	
2, 15	2	50	40	30								120		
3, 16	1				30	70	50						2,1	
4, 17	2					100		1	2	3				
5, 18	1				20	30	40							27
6, 19	2	10	30	60										5
7, 20	1	60			30	40						90		
8, 21	2			15					2	1,5			6	
9, 22	1	30	60								10	30		
10, 23	2		20	40		24					120			
11, 24	1	10				40		0,1						3,5
12, 25	2	75	60	45								180		
13, 26	1				60	140	100						4,2	

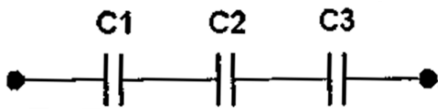


Рис. 1

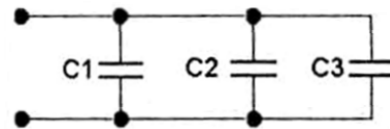


Рис. 2

**Ответить на контрольные вопросы:**

1. Дайте определение напряженности электростатического поля. В каких единицах измеряется напряженность электростатического поля? Запишите формулу, определяющую напряженность электростатического поля.
2. Какие вещества называются проводниками? Почему электростатическое поле не проникает внутрь проводника?
3. Что называют электростатической защитой?

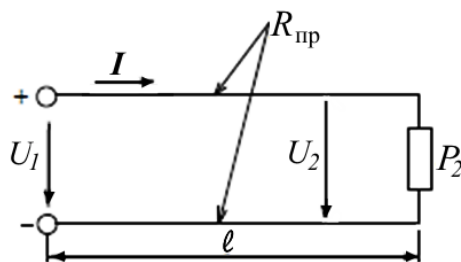
## Тема: Электрические цепи постоянного тока

### Задача № 2

На рис.3 изображена схема воздушной линии электропередачи к потребителю мощностью  $P_2$  и напряжением потребителя  $U_2$ ; длина линии  $\ell$ .

Определить ток в линии  $I$  и площадь поперечного сечения  $S$  проводов линии, если известна допустимая относительная потеря напряжения в линии  $\delta U$ , материал и удельная проводимость  $\gamma$  проводов линии.

Определить сопротивление проводов линии  $R_{\text{пр}}$ , абсолютную потерю напряжения  $\Delta U$ , потерю мощности  $\Delta P$  в линии и коэффициент полезного действия линии  $\eta$ .



Исходные данные

№ варианта	$P_2$	$U_2$	$\ell$	$\delta U$	$\gamma$	Материал проводов
	кВт	В	м	%	$\frac{\text{М}}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}$	
1, 14	9,9	220	300	10	34,5	алюминий
2, 15	19	380	250	10	57	медь
3, 16	15,2	380	400	5	34,5	алюминий
4, 17	22	220	250	10	34,5	алюминий
5, 18	24,2	220	300	10	57	медь
6, 19	25	380	400	5	34,5	алюминий
7, 20	22,8	380	320	10	57	медь
8, 21	9,12	380	350	5	57	медь
9, 22	20	220	200	10	34,5	алюминий
10, 23	25,3	220	250	10	57	медь
11, 24	3,3	380	400	8	34,5	алюминий
12, 25	8,8	380	800	8	57	медь
13, 26	2,8	220	1100	5	57	медь

#### Ответить на контрольные вопросы:

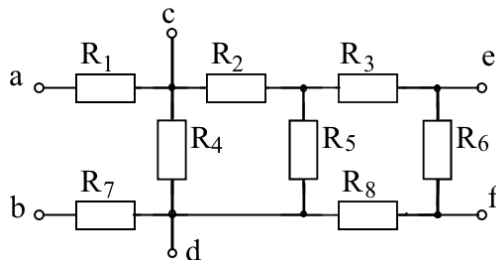
1. Какое явление называют коротким замыканием цепи? Как защитить цепь от тока короткого замыкания?
2. От чего зависят тепловые потери в проводах?
3. Влияние отдельных факторов на потерю мощности в линии

## Тема: Расчет электрических цепей постоянного тока

### Задача № 3

Для электрической цепи, изображенной на рис.4, определите:

- 1) эквивалентное сопротивление цепи относительно источника;
- 2) токи в каждом сопротивлении;
- 3) падение напряжения на каждом сопротивлении;
- 4) мощность всей цепи;
- 5) энергию, потребляемую за 6 часов.



Исходные данные

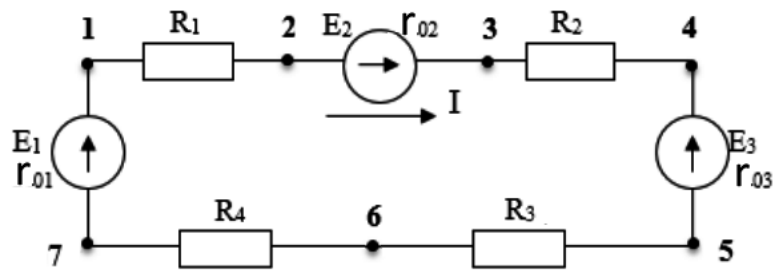
№ варианта	Точки приложенного напряжения	U, В	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	R <sub>4</sub> , Ом	R <sub>5</sub> , Ом	R <sub>6</sub> , Ом	R <sub>7</sub> , Ом	R <sub>8</sub> , Ом
1, 14	a - b	12	4	3	2	6	6	2	5	2
2, 15	a - e	10	4	2	3	6	4	6	5	5
3, 16	a - f	36	4	4	3	2	5	4	5	2
4, 17	c - d	24	4	2	3	4	5	6	5	8
5, 18	c - f	48	4	3	4	5	6	7	5	1
6, 19	c - e	45	4	4	5	6	7	8	5	2
7, 20	e - f	15	4	5	6	7	8	1	5	3
8, 21	e - b	24	5	6	7	8	1	2	5	4
9, 22	e - a	60	5	7	8	1	2	3	4	5
10, 23	f - d	24	5	8	1	2	5	4	4	6
11, 24	a - b	12	5	10	4	4	12	4	4	4
12, 25	a - d	42	5	4	4	10	4	12	4	4
13, 26	b - c	36	5	12	4	44	10	4	1	4

### Ответить на контрольные вопросы:

1. Что называется соединением резисторов «звездой» и «треугольником»? Каковы особенности и параметры каждого вида соединений? Формулы преобразований.
2. Режимы работы электрической цепи. Какими величинами характеризуются?
3. Дайте определения «узла», «ветви» и «контура» электрической цепи.
4. Сформулируйте первый и второй закон Кирхгофа.

## Задача № 4

Определить потенциалы точек для предлагаемой схемы (рис. 5), заземлив определенную точку в соответствии с заданием своего варианта, и построить потенциальную диаграмму.



Исходные данные

№ варианта	$E_1$ В	$r_{01}$ Ом	$E_2$ В	$r_{02}$ Ом	$E_3$ В	$r_{03}$ Ом	$R_1$ Ом	$R_2$ Ом	$R_3$ Ом	$R_4$ Ом	Заземленная точка
1, 14	5	2	20	0	15	0	30	20	15	26	1
2, 15	4	1	10	1	16	1	28	25	18	24	2
3, 16	6	0	15	2	13	3	35	15	20	25	3
4, 17	8	4	16	3	12	2	34	16	19	28	4
5, 18	9	2	18	4	17	1	31	18	21	27	5
6, 19	10	3	19	3	15	0	32	19	22	26	6
7, 20	12	4	21	4	16	0	29	24	20	25	7
8, 21	7	0	22	2	18	4	30	17	22	28	1
9, 22	5	0	20	1	19	3	33	25	23	26	2
10, 23	4	2	23	0	20	2	32	20	24	28	3
11, 24	8	1	21	0	18	1	30	24	28	30	4
12, 25	9	3	22	2	17	0	29	30	32	33	5
13, 26	12	0	15	3	16	2	35	23	30	30	6

Потенциальную диаграмму строить от точки 1, обход контура: для вариантов с 1 по 13 – по часовой стрелке; для вариантов 14-26 – против часовой стрелки.

### Ответить на контрольные вопросы:

1. Что характеризует падение напряжения на участке цепи?
2. Что такое шунт? Для чего он используется? Как включается в цепь?
3. Что называют добавочным сопротивлением к вольтметру? Для чего оно используется? Как включается в цепь?

## Тема: Электромагнетизм и электромагнитная индукция

№ варианта	Ответить на контрольные вопросы
1, 14	1, 8, 14
2, 15	2, 9, 15
3, 16	3, 10, 16
4, 17	4, 13
5, 18	5, 11, 12
6, 19	1, 6, 10
7, 20	2, 7, 11
8, 21	3, 8, 12
9, 22	5, 9, 14
10, 23	1, 9, 16
11, 24	2, 10, 15
12, 25	3, 11, 14
13, 26	4, 13

### Контрольные вопросы:

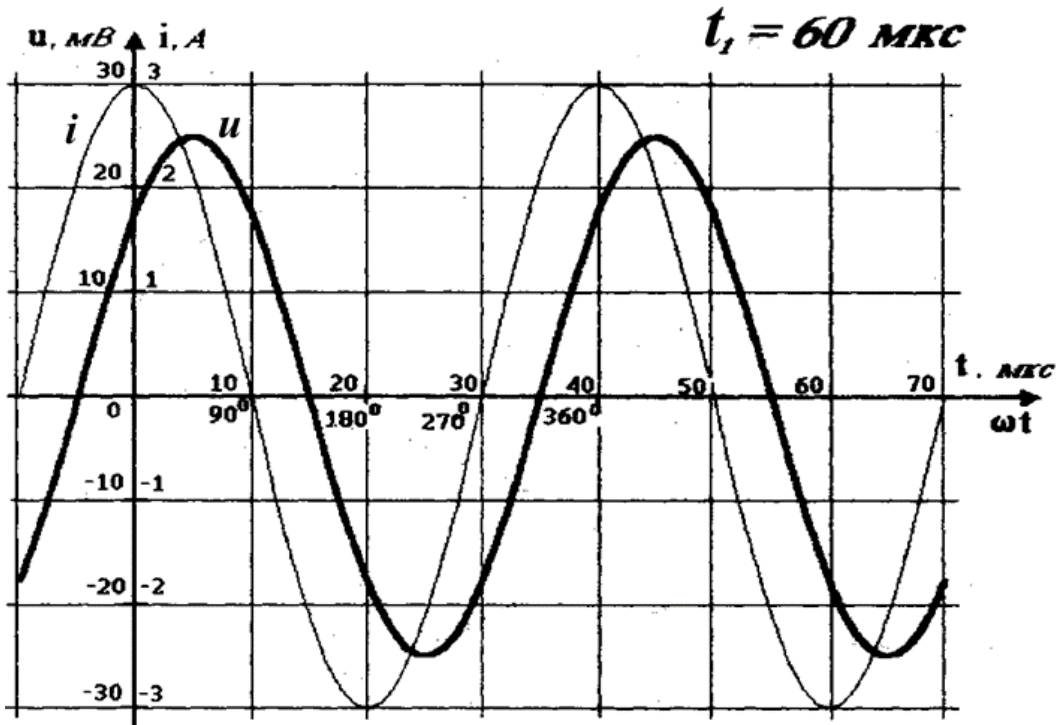
1. Что называют магнитным полем?
2. Приведите определение основных магнитных величин и их единиц измерения: индукции, магнитного потока, напряженности.
3. Приведите определение основных магнитных величин и их единиц измерения: абсолютной магнитной проницаемости, магнитной проницаемости, намагничивающей силы.
4. Сформулируйте принцип электромагнитной индукции.
5. Поясните сущность явления самоиндукции.
6. Ферромагнитные вещества.
7. Чем отличаются ферромагнитные материалы от ферромагнитных?
8. Где применяются магнитомягкие материалы?
9. Где применяются магнитотвердые материалы?
10. Какие явления возникают в ферромагнитных материалах при воздействии на их переменных магнитных потоков?
11. В чем заключается явление гистерезиса и почему происходят потери мощности в сердечнике?
12. Что выражает кривая намагничивания?
13. Поясните принцип возникновения вихревых токов в стальных магнитопроводах электрических машин и трансформаторов. Какое влияние оказывают эти токи на работу машин?
14. Сформулируйте сущность магнитной цепи.
15. Каково назначение и область применения магнитных цепей?
16. Какая задача прямая, а какая обратная при расчете магнитных цепей?



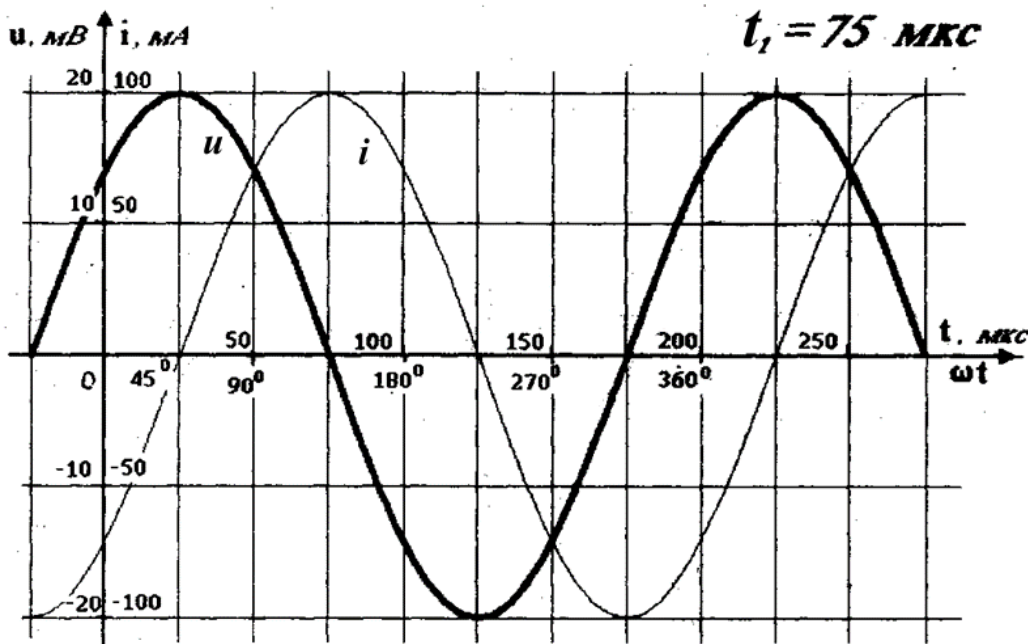
**Тема: Однофазные электрические цепи переменного тока**  
**Задача № 5**

Расчет параметров переменного поля

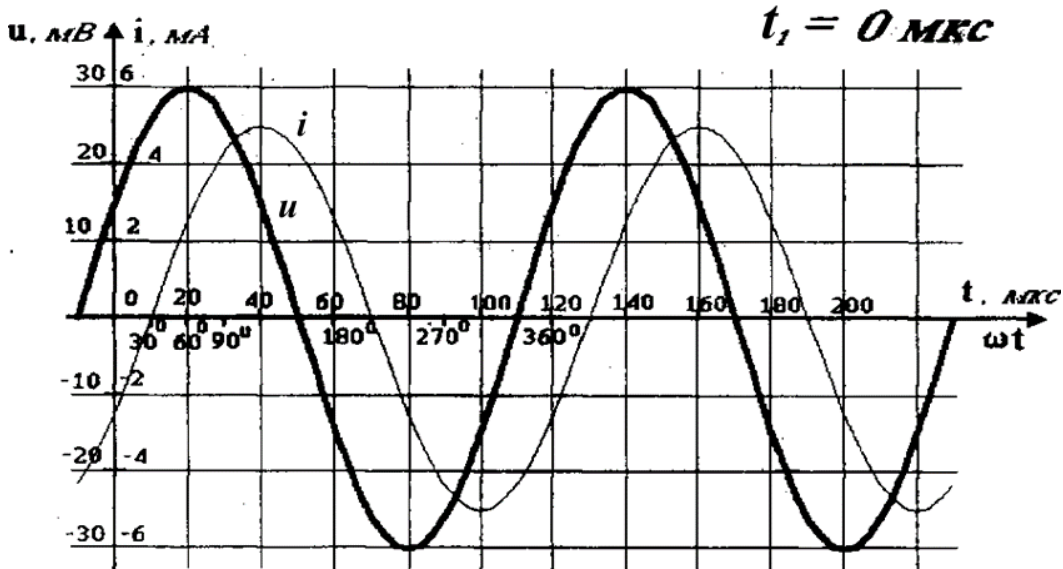
Дана временная диаграмма тока и напряжения одной частоты. Определите: мгновенные значения  $u, i$  в момент времени  $t_1$ , максимальные значения  $U_m, I_m$ , начальные фазы  $\psi_u, \psi_i$ , сдвиг фаз  $\varphi$ , период  $T$ . Вычислите угловую  $\omega$  и циклическую  $f$  частоты. Запишите уравнения для мгновенных значений тока и напряжения



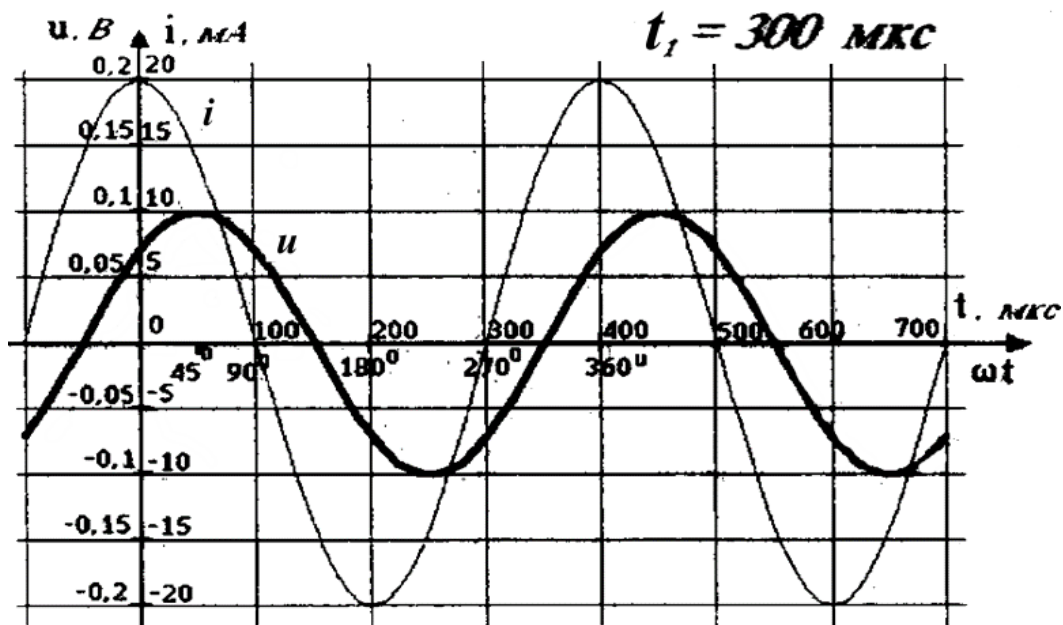
Вариант 1, 14



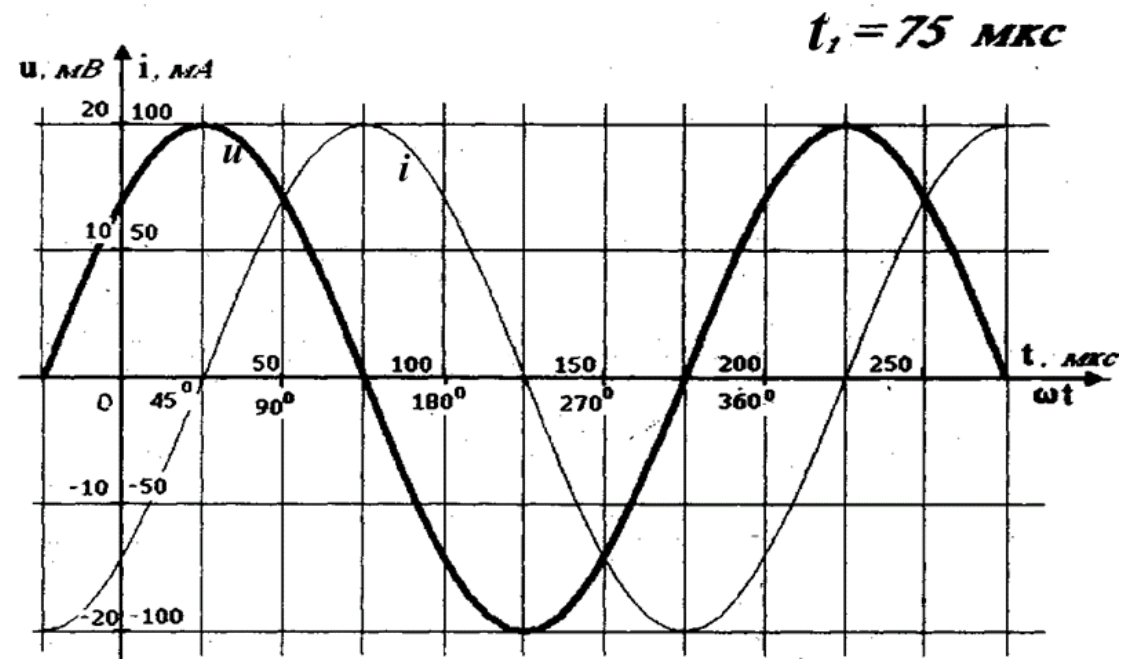
Вариант 2, 15



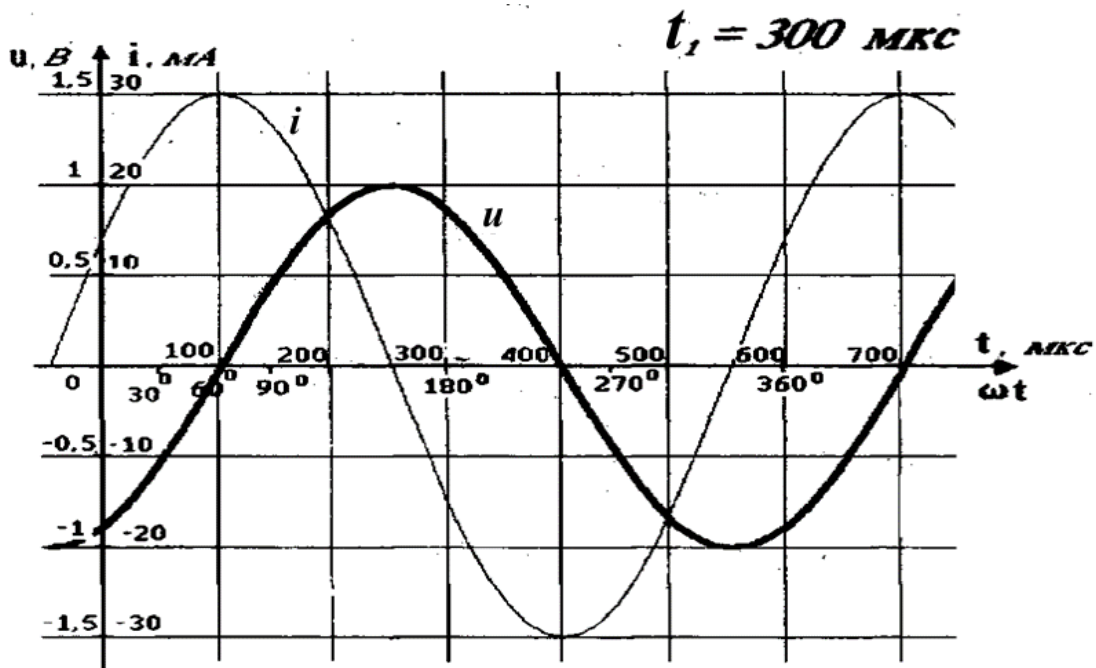
Вариант 3, 16



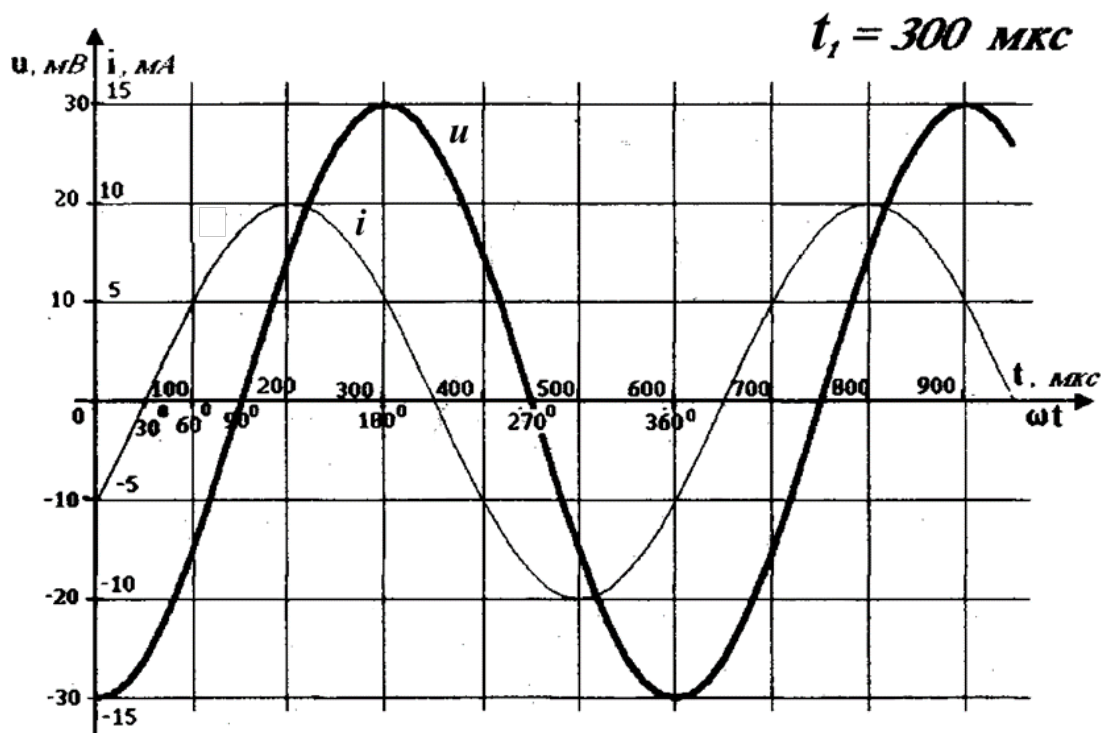
Вариант 4, 17



Вариант 5, 18

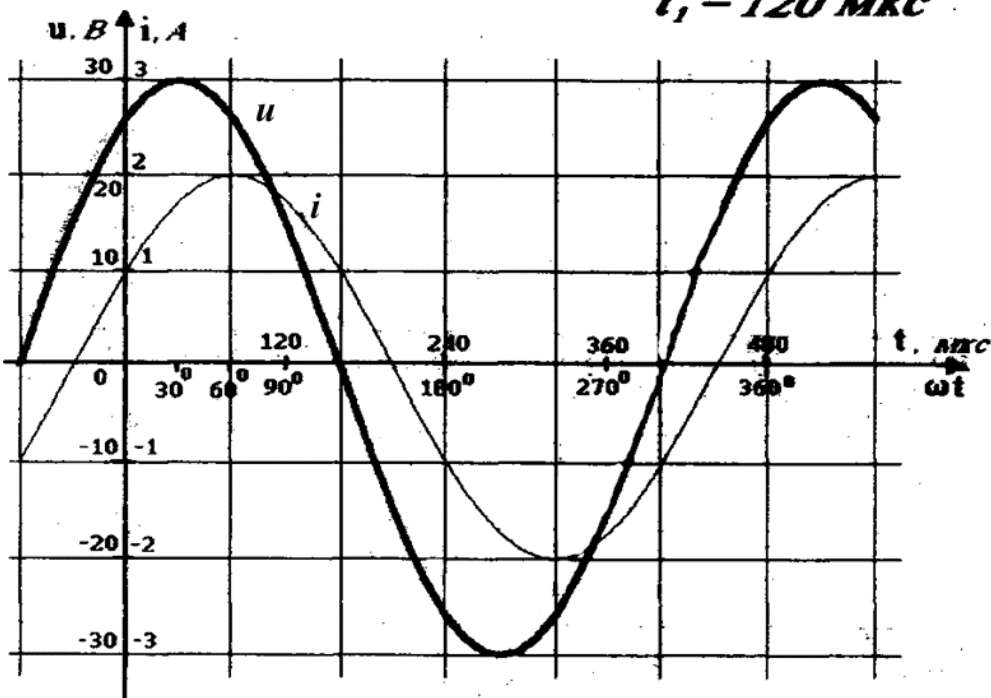


Вариант 6, 19



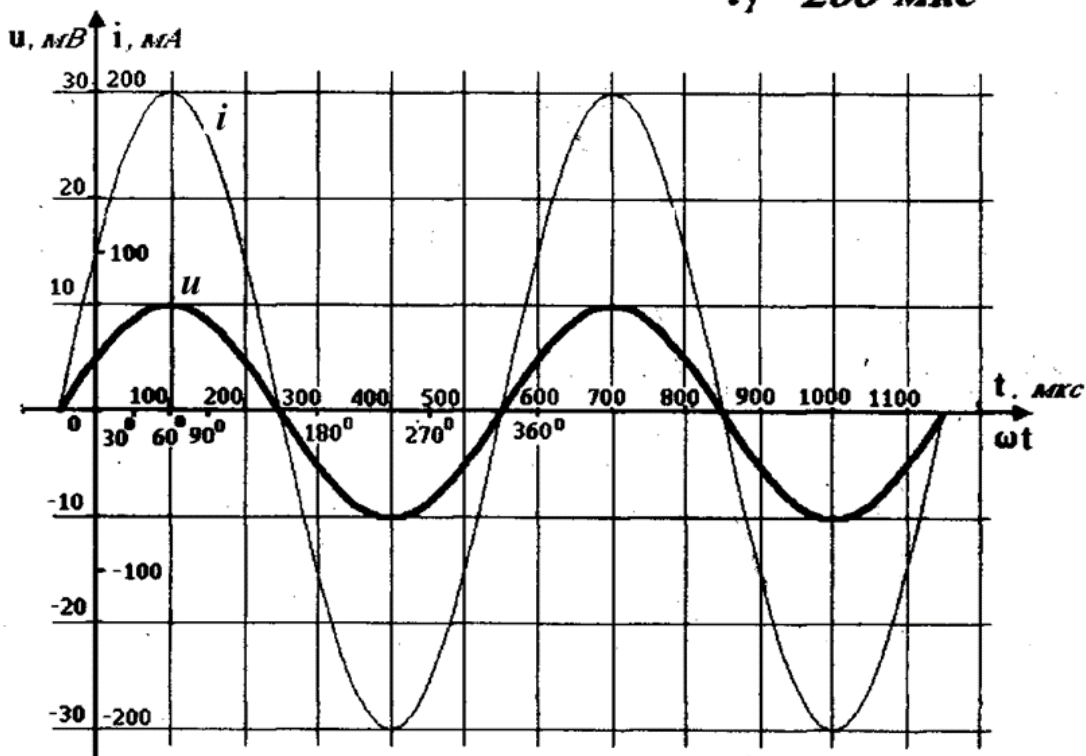
Вариант 7, 20

$t_1 = 120 \text{ мкс}$

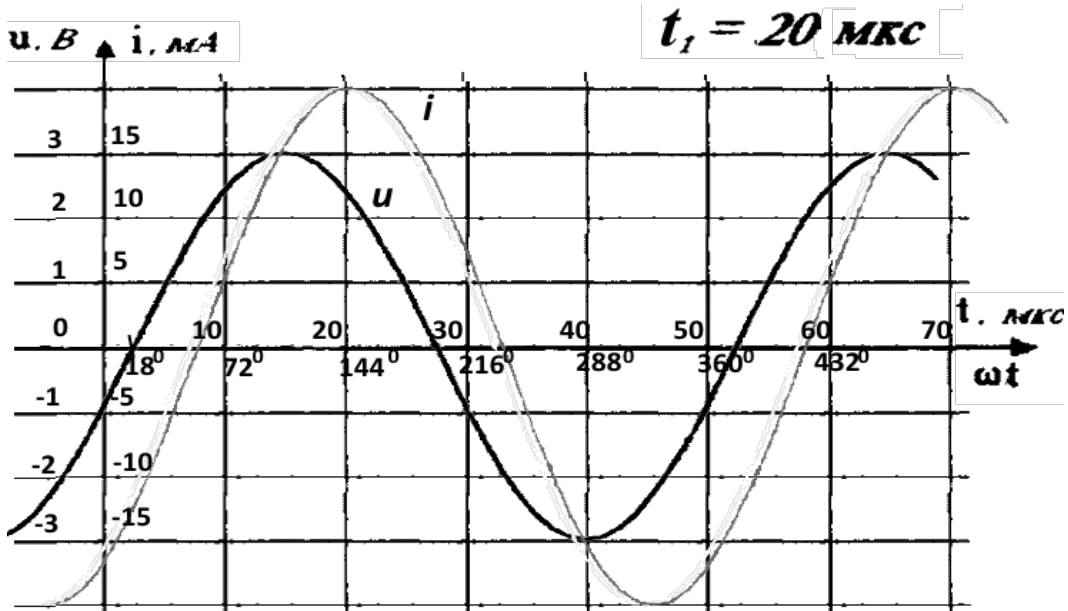


Вариант 8, 21

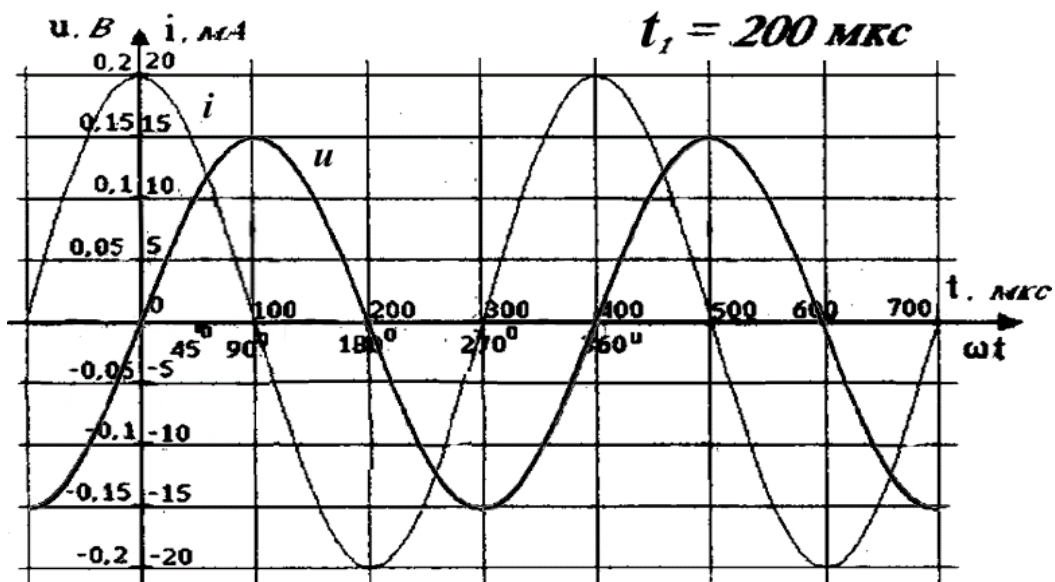
$t_1 = 200 \text{ мкс}$



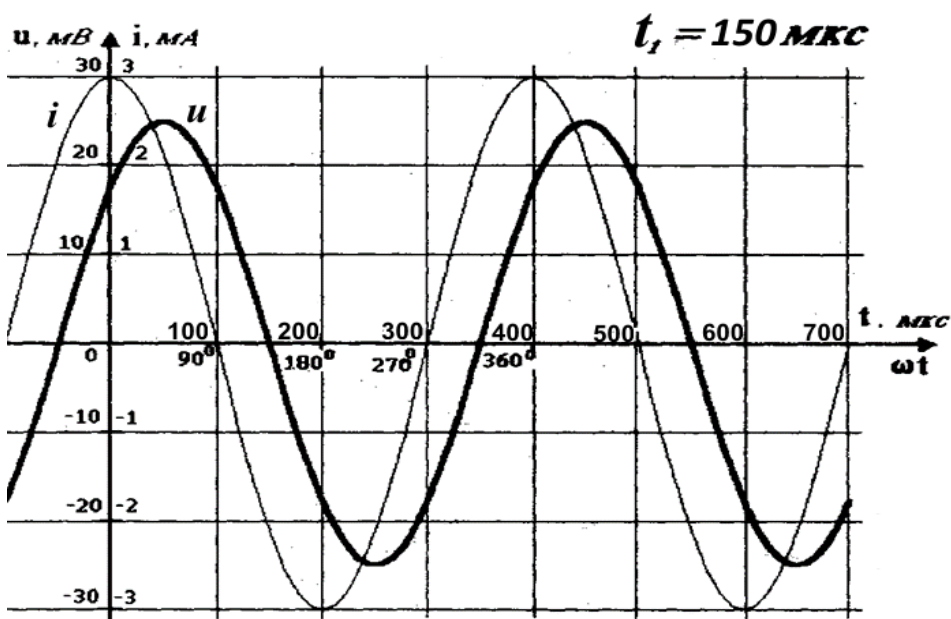
Вариант 9, 22



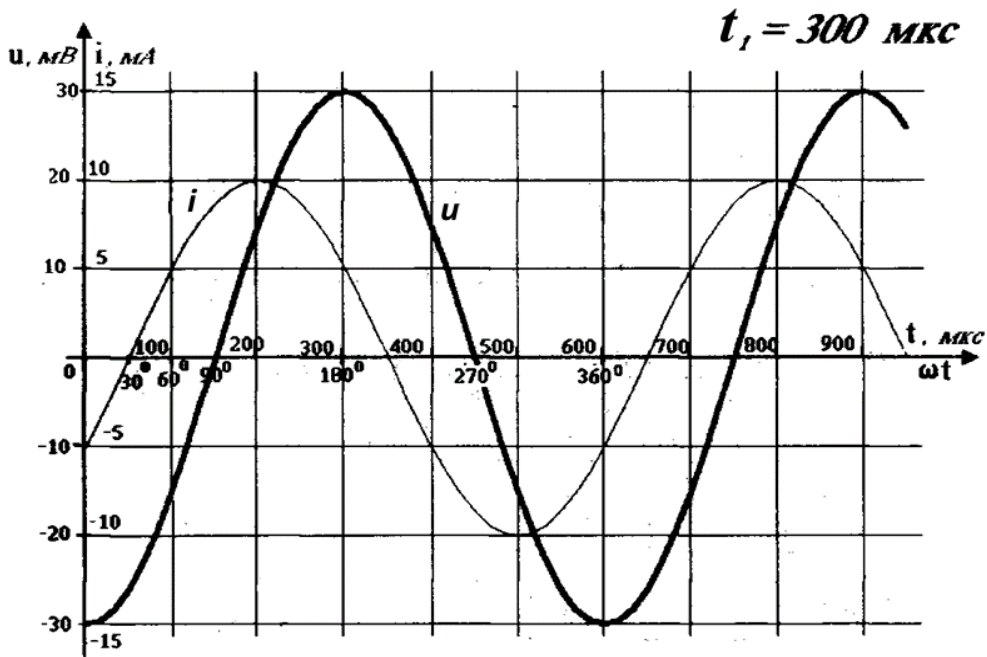
Вариант 10, 23



Вариант 11, 24



Вариант 12, 25



Вариант 13, 26

**Ответить на контрольные вопросы:**

1. Что такое переменный электрический ток? Почему переменный ток получил такое широкое распространение?
2. Каким образом можно получить ЭДС синусоидальной формы и от каких факторов зависит ее значение?
3. Что называют начальной фазой и углом сдвига фаз?
4. Коэффициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности.

## Задача № 6

Электрическая цепь переменного тока представлена одним или двумя элементами нагрузки, соединенными последовательно. Параметры цепи представлены в таблице.

- 1) Рассчитать неизвестные параметры цепи.
- 2) Записать уравнения мгновенных значений тока и напряжения цепи.
- 3) Определить мгновенные значения напряжения и тока в момент времени  $t_1$ .
- 4) Определить угол сдвига фаз между напряжением и током.
- 5) Построить векторную диаграмму для действующих значений тока и напряжения в цепи.
- 6) Начертить схему, соответствующую построенной векторной диаграмме.

### Исходные данные

№ варианта	$U_m$ , В	$I_m$ , мА	$U$ , В	$I$ , мА	$f$ , Гц	$T$ , мкс	$\Psi_U$ , град.	$\Psi_I$ , град.	$t_1$ , мкс
1, 14			0,707	54,2	2500		+45	-45	200
2, 15	25	3				30	-30	-60	15
3, 16	10	2			5000		+90	-45	100
4, 17	60			14,2		300	-30	+30	150
5, 18		20	0,28		2000		-45	+55	50
6, 19	4	20				250	+60	+20	100
7, 20		2	56,4		1000		-90	-45	80
8, 21	60	20				400	0	+45	100
9, 22			17,7	2		50	-45	0	150
10, 23	100	25				80	+30	-30	70
11, 24			1,5	24,2	2500		+90	-45	200
12, 25	75	23				530	-30	+60	15
13, 26	105	21			3000		-90	-45	100

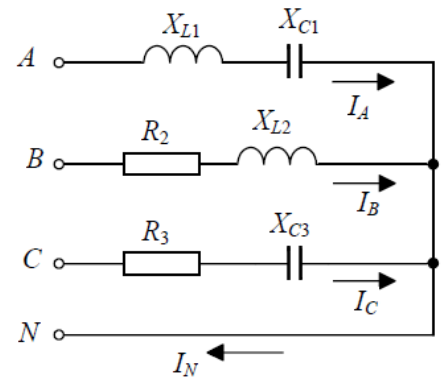
### Ответить на контрольные вопросы:

1. В чем заключается явление резонанса напряжений? Напишите условие наступления в цепи резонанса напряжений.
2. В чем заключается явление резонанса токов? Напишите условие наступления в цепи резонанса токов.
3. Как получают трехфазный ток? Преимущества трехфазной системы перед однофазной.

**Тема: Трехфазные электрические цепи переменного тока**  
**Задача № 7**

Здания питается от четырехпроводной трехфазной сети с линейным напряжением  $U_L = 380 \text{ В}$  (см. электрическую схему цепи). В случае обрыва одной из фаз, рассчитать фазные токи и ток в нейтральном проводе, вычислить активную мощность всей нагрузки.

Построить векторную диаграмму.



**Исходные данные**

№ варианта	$X_{L1}, \text{ Ом}$	$X_{C1}, \text{ Ом}$	$R_2, \text{ Ом}$	$X_{L2}, \text{ Ом}$	$R_3, \text{ Ом}$	$X_{C3}, \text{ Ом}$	Дополнительное условие
1, 14	112	88	10	20	24	18	Обрыв фазы А
2, 15	3	43	51	24	43	13	Обрыв фазы В
3, 16	22,2	1,5	9	16	4,7	51	Обрыв фазы С
4, 17	50	150	100	200	204	78	Обрыв фазы А
5, 18	75	150	60	40	65	18	Обрыв фазы В
6, 19	32,4	1,5	19	16	5,1	51	Обрыв фазы С
7, 20	150	50	200	100	78	204	Обрыв фазы А
8, 21	77,5	88,8	35	8	11	6	Обрыв фазы В
9, 22	88	102	16	5	14	8	Обрыв фазы С
10, 23	56	1	52	26	47	27	Обрыв фазы А
11, 24	80	8	66	19	28	92	Обрыв фазы В
12, 25	12	95	76	25	21	80	Обрыв фазы С
13, 26	21	102	12	95	76	25	Обрыв фазы А

**Ответить на контрольные вопросы:**

1. Как обозначаются (маркируются) начала и концы фаз трехфазных источников и потребителей? Как осуществить их соединение звездой и треугольником?
2. Какая нагрузка называется симметричной?
3. Как вычислить фазные токи приемника, соединенного звездой, если известны линейные напряжения источника и сопротивления фаз приемника?
4. В каких случаях применяется четырехпроводная система электроснабжения? Каково значение нейтрального провода?



**Тема: Производство и перераспределение электроэнергии**  
**Задача № 8**

Для освещения рабочих мест применили лампы накаливания напряжением 12, 24 и 36 В. Для их питания установили однофазный понижающий трансформатор номинальной мощностью  $S_{ном}$ , работающего с коэффициентом нагрузки  $\beta_n$ , номинальными напряжениями  $U_{1н}$ ,  $U_{2н}$  и рабочими токами в обмотках  $I_1$ ,  $I_2$ . Коэффициент трансформации равен  $K$ .

К трансформатору присоединили лампы накаливания мощностью  $P_l$  каждая в количестве  $N$ . Коэффициент мощности ламп  $\cos\varphi = 0,9$ .

Используя исходные данные, определите неизвестные величины (пустые клетки таблицы).

Исходные данные

№ варианта	$S_{ном}, \text{ВА}$	$\beta_n$	$U_{1н}, \text{В}$	$U_{2н}, \text{В}$	$I_1, \text{А}$	$I_2, \text{А}$	$K$	$N, \text{шт.}$	$P_l, \text{Вт}$
1, 14	250			12			31,3	8	25
2, 15		0,818	380		10	158,3		57	
3, 16		0,9		24	1,63	15			60
4, 17	400	0,78	220	24					40
5, 18	250				0,91	15		2	100
6, 19		0,8	127		3,15		10,6	10	
7, 20		0,9		12		7,5	10,6		40
8, 21	400		500	36	0,5			9	
9, 22	500		127	12		33,3			40
10, 23		0,889	380			18,7		5	40
11, 24	500			36	1,12		10,56		25
12, 25		0,8	220				18,4	2	100
13, 26		0,9		36	7,2	44		19	

**Ответить на контрольные вопросы:**

1. Поясните роль трансформатора в энергетической системе при передаче и распределении электроэнергии?
2. Укажите назначение и устройство основных элементов трансформатора.
3. По каким формулам можно вычислить коэффициент трансформации, и что этот коэффициент показывает?
4. Объяснить особенность автотрансформаторов и изобразить их электрические схемы?

## Тема: Электрические измерения и электроизмерительные приборы

№ варианта	Ответить на контрольные вопросы
1, 14	1, 6, 11
2, 15	2, 7, 12
3, 16	3, 8, 13
4, 17	4, 9, 14
5, 18	5, 10, 15
6, 19	1, 7, 13
7, 20	2, 8, 14
8, 21	3, 9, 15
9, 22	4, 10, 11
10, 23	5, 6, 12
11, 24	1, 8, 15
12, 25	2, 9, 13
13, 26	3, 10, 12

### Контрольные вопросы:

1. Что называется основной, допустимой и приведенной погрешностями прибора?
2. На какие группы подразделяются электроизмерительные приборы по принципу действия?
3. Дайте определение класса точности, назовите практическое применение приборов в зависимости от класса точности.
4. Как обозначается класс точности стрелочных приборов?
5. Дайте определение диапазона измерений.
6. Как устроены магнитоэлектрические измерительные приборы, их достоинства, недостатки и область применения?
7. Как устроены приборы электромагнитной системы, их достоинства, недостатки и область применения?
8. Как устроены приборы электродинамической системы, их достоинства, недостатки и область применения?
9. Как устроены приборы индукционной системы, их достоинства, недостатки и область применения?
10. Объясните принцип работы индукционного счетчика.
11. Как можно расширить предел измерения по току и напряжению?
12. Что такое вращающий и противодействующий моменты?
13. Как определяется цена деления прибора?
14. В какой части шкалы прибора измерение точнее и почему?
15. Как можно измерить сопротивление изоляции?

## Тема: Электрические машины Задача № 9

Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, работая в номинальном режиме приводит во вращение центробежный вентилятор. Двигатель потребляет из сети мощность  $P_1$  при номинальном напряжении  $U_{НОМ}$  и номинальном токе  $I_{НОМ}$ . Полезная номинальная мощность на валу  $P_{НОМ2}$ . Суммарные потери в двигателе  $\Sigma P_1$  и его КПД  $\eta_{НОМ}$

Коэффициент мощности двигателя равен  $\cos\varphi_{НОМ}$ . Двигатель развивает на валу вращающий момент  $M_{НОМ}$ , при частоте вращения ротора  $n_{НОМ2}$ . Максимальный и пусковой моменты двигателя соответственно равны  $M_{МАХ}$  и  $M_{П}$ , перегрузочная способность двигателя  $M_{МАХ}/M_{НОМ}$ , кратность пускового момента  $M_{П}/M_{НОМ}$ . Синхронная частота вращения магнитного поля статора равна  $n_1$ , скольжение ротора при номинальной нагрузке  $S_{НОМ}$ . Частота тока в сети  $f_1 = 50$ Гц. Используя данные, приведенные в таблице, определить все величины, отмеченные прочерками в таблице вариантов.

№ варианта	$P_1$ , кВт	$U_{НОМ}$ , В	$I_{НОМ}$ , А	$S_{НОМ}$ , %	$\Sigma P$ , кВт	$\eta_{НОМ}$	$\cos\varphi_{НОМ}$	$n_1$ , мин <sup>-1</sup>	$M_{НОМ}$ , Н*М	$M_{МАХ}$ , Н*М	$M_{П}$ , Н*М	$M_{МАХ}/M_{НОМ}$	$M_{П}/M_{НОМ}$	$P_{НОМ2}$ , кВт	$n_{НОМ2}$ , мин <sup>-1</sup>
1, 14	-	380	-	3,3	-	0,88	0,9	3000	-	-	-	2,2	1,6	11	-
2, 15	-	660	-	4	-	0,81	0,8	-	-	120,3	-	-	2	5,5	960
3, 16	59	680	-	-	-	0,93	0,9	1500	357,3	-	428,8	2,2	-	-	-
4, 17	4,76	220	-	5	-	-	0,84	-	26,8	-	-	2,2	2,2	4	-
5, 18	-	660	32	2	-	0,91	-	-	-	-	350,8	2	-	30	980
6, 19	-	-	7,48	-	1,3	0,81	0,8	1000	54,7	-	109,4	2,2	-	-	-
7, 20	33	-	96,2	-	3	-	0,9	1000	-	584,6	-	2	1,2	-	-
8, 21	-	380	99,7	2	4	-	-	-	-	786	-	-	1,2	55	1470
9, 22	-	220	-	-	0,76	0,84	0,84	1500	-	59	59	-	-	-	1425
10, 23	12,5	-	21,1	-	1,5	-	0,9	3000	-	79,6	57,9	-	-	-	2900
11, 24	4,75	220	-	5	-	0,88	0,9	-	-	-	-	2,2	1,6	-	1425
12, 25	-	380	12	2	0,75	-	-	3000	-	-	-	2,1	1,8	6,75	-
13, 26	59	-	193,5	4	4,3	-	0,8	-	-	786	571,6	2	-	-	960

### Ответить на контрольные вопросы:

1. На каком явлении основан принцип действия электрических машин.
2. Основные режимы работы электрических машин.
3. Перечислить потери в электрических машинах.
4. Способы регулирования скорости двигателя постоянного тока.

## Тема: Основы электропривода

№ варианта	Ответить на контрольные вопросы
1, 14	1, 6, 11
2, 15	2, 7, 12
3, 16	3, 8, 13
4, 17	4, 9, 14
5, 18	5, 10, 15
6, 19	1, 7, 13
7, 20	2, 8, 14
8, 21	3, 9, 15
9, 22	4, 10, 11
10, 23	5, 6, 12
11, 24	1, 8, 15
12, 25	2, 9, 13
13, 26	3, 10, 12

### Контрольные вопросы:

1. Дайте определение электропривода и перечислите его основные функции.
2. Приведите примеры использования электропривода в промышленности, в быту, на транспорте.
3. Какие устройства образуют силовой канал электропривода, а какие — информационный?
4. По каким критериям можно классифицировать электроприводы?
5. Какие функции в составе электропривода выполняют силовые электрические преобразователи?
6. Какие режимы работы в электроприводе называют статическими, а какие динамическими?
7. Какие моменты в электроприводе называют движущими, а какие тормозящими?
8. Какие переменные наиболее часто регулируют в электроприводе? Поясните понятие регулирования скорости; всякое ли изменение следует считать ее регулированием?
9. Режимы работы электроприводов.
10. Какими способами ограничивают пусковые токи асинхронных двигателей (АД)?
11. Какие способы регулирования скорости АД являются энергоэффективными?
12. С какой целью ограничивают ток и момент двигателя постоянного тока при пусках, торможениях, регулировании скорости?
13. Какими показателями оценивается регулирование скорости?
14. Что называется механической характеристикой электродвигателя?
15. Какие двигатели используются в электроприводах с частыми разгонами и торможениями? Почему?

## Тема: Электробезопасность

№ варианта	Ответить на контрольные вопросы
1, 14	1, 7, 16
2, 15	2, 8, 15
3, 16	3, 9, 14
4, 17	4, 10, 13
5, 18	5, 11, 12
6, 19	1, 6, 11
7, 20	2, 7, 12
8, 21	3, 8, 13
9, 22	4, 9, 14
10, 23	5, 10, 15
11, 24	1, 9, 16
12, 25	2, 6, 15
13, 26	3, 5, 14

### Контрольные вопросы:

1. Какие могут быть повреждения здоровья при воздействии электрического тока на человека?
2. Какие факторы определяют опасность поражения электрическим током?
3. Как зависит степень поражения человека электротоком от режима нейтрали?
4. Какие Вы знаете методы обеспечения электробезопасности?
5. Какие средства коллективной и индивидуальной защиты обеспечивают электробезопасность?
6. Как классифицируются электрозщитные средства?
7. Что такое организационные и технические мероприятия обеспечения электробезопасности?
8. Чем отличаются искусственные заземлители от естественных?
9. Какие бывают типы заземляющих устройств и в чем их различие?
10. Что такое защитное заземление? (дать определение).
11. Каково назначение защитного заземления?
12. В чем заключается устройство и принцип действия защитных заземления и зануления?
13. В каком случае человек будет подвергаться наименьшей опасности, обусловленной шаговым напряжением?
14. Какой наиболее безопасный вариант выхода человека из опасной зоны растекания тока при падении на землю провода, находящегося под напряжением?
15. Каков порядок и содержание первой помощи при электротравмах?
16. Что нельзя делать, чтобы не ухудшить состояние пострадавшего?

## Тема: Полупроводниковые приборы

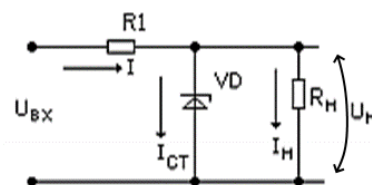
№ варианта	Ответить на контрольные вопросы
1, 10, 19	1, 6, 11
2, 11, 20	2, 7, 12
3, 12, 21	3, 8, 13
4, 13, 22	4, 9, 14
5, 14, 23	5, 10, 15
6, 15, 24	1, 7, 13
7, 16, 25	2, 8, 14
8, 17, 26	3, 9, 15
9, 18	4, 10, 11

### Контрольные вопросы:

1. В чем отличие полупроводниковых материалов от проводниковых и от диэлектрических?
2. Как возникают в полупроводнике свободные носители зарядов?
3. Какой тип электропроводности (дырочный или электронный) имеет собственный полупроводник? Почему?
4. Как влияет температура на подвижность электронов и дырок в полупроводнике?
5. Как связана ширина запрещенной зоны с электропроводностью полупроводниковых материалов?
6. Какая разница между понятиями «загрязнения» и «примеси» в полупроводниках?
7. В каком случае электропроводность полупроводников является собственной, а в каком примесной?
8. Что происходит в полупроводнике при одновременном внесении донорной и акцепторной примеси? Как определить тип электропроводности такого полупроводника?
9. Какова температурная зависимость проводимости примесных полупроводников и чем она обусловлена?
10. Что такое электрический пробой p-n перехода?
11. Какие сложные полупроводники имеют наибольшее значение в полупроводниковой технике? Почему?
12. Что такое полупроводниковый диод? Какие материалы используются для изготовления полупроводниковых диодов? Как создавать в полупроводниковой подложке области того или иного типа проводимости?
13. Сформулируйте классификацию основных типов полупроводниковых диодов, характеристики и области применения каждого из них.
14. Объясните различие условного обозначения биполярных транзисторов p-n-p- и n-p-n-типов, схемы их замещения. Какой смысл заложен в названии «биполярный»?
15. Что обозначают термины «униполярный» и «полевой» в названии полевых транзисторов?

## Тема: Основы электроники Задача № 10

Проверить условия стабилизации параметрического стабилизатора, если колебания входного напряжения составляют  $\Delta U$ .



### Исходные данные

№ варианта	напряжение входное $U_{вх}$ , В	колебания входного напряжения $\Delta U$ , %	гасящий резистор $R_1$ , Ом	мощность нагрузки $P_n$ , мВт	напряжение нагрузки $U_n$ , В	стабилитрон
1, 14	8	5,5	120	105	5,6	КС456А
2, 15	7,5	5	33	120	6,8	КС407Д
3, 16	12	5,5	220	62	7	КС170А
4, 17	12	8	82	150	9	Д814Б
5, 18	15	10	200	205	10	Д810
6, 19	16	8,5	330	100	10	Д814В
7, 20	14,5	6	51	105	10	КС510А
8, 21	14	5	82	53	11	2С516Б
9, 22	7,5	5	39	120	6,8	КС407Д
10, 23	10	5,5	240	75	7	КС170А
11, 24	15	8	180	100	9	Д814Б
12, 25	15	10	75	185	10	Д810
13, 26	18	7	510	126	10	Д814В

### Ответить на контрольные вопросы:

1. Какие различают типы преобразовательных устройств по их функциональному назначению?
2. Почему пульсация выпрямленного напряжения у многофазных неуправляемых выпрямителей меньше, чем у однофазных?
3. Какую роль выполняет сглаживающий фильтр в неуправляемых выпрямителях?

## Тема: Электронные устройства автоматики и вычислительной техники

№ варианта	Ответить на контрольные вопросы
1, 10, 19	1, 11
2, 11, 20	2, 5
3, 12, 21	3, 6
4, 13, 22	4, 7
5, 14, 23	5, 8
6, 15, 24	1, 6
7, 16, 25	2, 11
8, 17, 26	4, 6
9, 18	10

### Контрольные вопросы:

1. Какое устройство называют логическим элементом?
2. Чем определяется быстродействие логического элемента?
3. Приведите классификацию базовых логических элементов в зависимости от способа реализации.
4. Перечислите основные логические функции и изобразите обозначения соответствующих логических элементов.
5. Поясните принцип действия логических схем, выполняющих основные логические операции НЕ, ИЛИ, И.
6. Какие устройства называют триггерами?
7. В чем состоят общие свойства всех триггеров?
8. Как принято называть состояния триггера?
9. В чем состоит отличие между синхронными и асинхронными триггерами?
10. Регистры: назначение, виды, способы построения, способы ввода разрядов двоичного кода.
11. По каким признакам производится классификация микросхем?



## ТИПОВЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМАМ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАЧ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

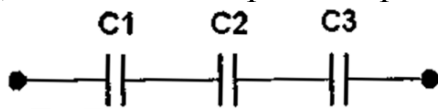
**Задачи № 1** охватывают материал темы «Электростатика».

Для их решения необходимо знать формулу расчета электроемкости плоского конденсатора; способы соединения конденсаторов и методику определения эквивалентной электроемкости батареи конденсаторов при смешанном соединении, а также уметь вычислять мощность электрического поля заряженного конденсатора.

Методику и последовательность действий при решении задач № 1 рассмотрим на конкретном примере.

### Пример 1

Батарея, состоящая из трех конденсаторов  $C_1$  (10 пФ),  $C_2$  (40 пФ),  $C_3$  (8 пФ), присоединена к источнику постоянного напряжения  $U$ . Определить эквивалентную электроемкость батареи, заряды и напряжения на каждом конденсаторе, мощность батареи, если общий заряд батареи равен 64 пКл.



### Решение

1. Определим общее эквивалентную электроемкость батареи. Поскольку конденсаторы соединены последовательно:

$$\frac{1}{C_{\text{ЭКВ}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{40} + \frac{1}{8} = \frac{8}{80} + \frac{2}{80} + \frac{10}{80} = \frac{20}{80}$$

отсюда  $C_{\text{ЭКВ}} = \frac{80}{20} = 4$  пФ

2. Для последовательно соединённых конденсаторов  $Q_{\text{ОБЩ}} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = 64$  пКл.

3. Напряжения на каждом конденсаторе можно определить через формулу:

$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{64 \cdot 10^{-12}}{10 \cdot 10^{-12}} = 6,4 \text{ В}$$

$$U_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{64 \cdot 10^{-12}}{40 \cdot 10^{-12}} = 1,6 \text{ В}$$

$$U_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{64 \cdot 10^{-12}}{8 \cdot 10^{-12}} = 8 \text{ В}$$

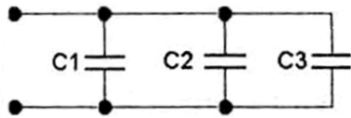
4. Для последовательно соединённых конденсаторов  $U_{\text{ОБЩ}} = U_1 + U_2 + U_3 = 6,4 + 1,6 + 8 = 16$  В

5. Мощность батареи:

$$W = \frac{Q_{\text{общ}} \cdot U_{\text{общ}}}{2} = \frac{64 \cdot 10^{-12} \cdot 16}{2} = 512 \cdot 10^{-12} \text{ Дж} = 512 \text{ пДж}$$

### Пример 2

Батарея, состоящая из трех конденсаторов  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  (1 пФ), присоединена к источнику постоянного напряжения  $U$ . Определить эквивалентную электроемкость батареи, заряды и напряжения на каждом конденсаторе, мощность батареи, если заряд равен  $Q_1 = 100$  пКл,  $Q_2 = 200$  пКл. А При напряжении  $U_3 = 50$  В.



**Решение:**

1. Определим напряжение на каждом конденсаторе. Т.к. батарея состоит из параллельно включенных конденсаторов, то

$$U_{\text{общ}} = U_1 = U_2 = U_3 = 50 \text{ В}$$

2. Емкость каждого конденсатора:

$$C_1 = \frac{Q_1}{U_1} = \frac{100 \cdot 10^{-12}}{50} = 2 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} = 2 \text{ пФ}$$

$$C_2 = \frac{Q_2}{U_2} = \frac{200 \cdot 10^{-12}}{50} = 4 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} = 4 \text{ пФ}$$

$$C_3 = 1 \text{ пФ}$$

3. Определим общее эквивалентную емкость батареи. Поскольку конденсаторы соединены параллельно:

$$C_{\text{экв}} = C_1 + C_2 + C_3 = 2 + 4 + 1 = 7 \text{ пФ}$$

4. Заряд на третьем конденсаторе:

$$Q_3 = C_3 \cdot U_3 = 1 \cdot 10^{-12} \cdot 50 = 50 \cdot 10^{-12} \text{ Кл} = 50 \text{ пКл}$$

5. Для параллельно соединённых конденсаторов:

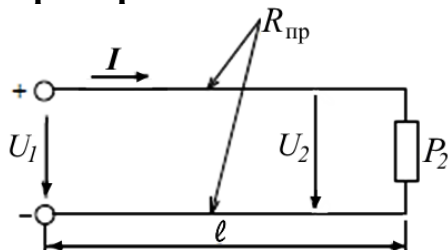
$$Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 100 + 200 + 50 = 350 \text{ пФ}$$

6. Мощность батареи:

$$W = \frac{Q_{\text{общ}} \cdot U_{\text{общ}}}{2} = \frac{350 \cdot 10^{-12} \cdot 50}{2} = 8750 \cdot 10^{-12} \text{ Дж} = 8750 \text{ пДж}$$

Для решения задач № 2 необходимо уяснить, что каждый потребитель электрической энергии рассчитан на определенное номинальное напряжение. Так как потребители могут находиться на значительных расстояниях от источников электрической энергии, то потери напряжения в проводах имеют важное значение. Уменьшить потери напряжения и потери мощности в линии электропередачи можно, уменьшая силу тока в проводах, либо увеличивая сечение проводов с целью уменьшения их сопротивления. Силу тока в проводах можно уменьшить, увеличивая напряжение в начале линии. КПД линии электропередачи определяется отношением мощности, отдаваемой электропотребителю, к мощности, поступающей в линию, или отношением напряжения в конце линии к напряжению в ее начале.

**Пример**



На рис. изображена схема воздушной линии электропередачи к потребителю мощностью  $P_2 = 10 \text{ кВт}$ , напряжение потребителя  $U_2 = 220 \text{ В}$ : длина линии  $l = 200 \text{ м}$ . Определить ток в линии  $I$ , площадь поперечного сечения проводов линии  $S$ , если известно, что линия выполнена из алюминиевых проводов  $\gamma = 34.5 \text{ м/Ом мм}^2$ :

допустимая относительная потеря напряжения  $\delta U = 10 \%$ . Определить также сопротивление проводов линии  $R_{\text{пр}}$ , потерю напряжения  $\Delta U$ , потерю мощности  $\Delta P$ , коэффициент полезного действия линии  $\eta$ .

**Решение**

1. Делаем краткую запись условия задачи

Дано:  $l = 200 \text{ м}$ ,  $U_2 = 220 \text{ В}$ ,  $P_2 = 10 \text{ кВт}$ ,  $\delta U = 10\%$ ,  $\gamma = 34,5 \text{ М}/\text{Ом} \cdot \text{мм}^2$ .

2. Ток в линии электропередачи:

$$I = \frac{P_2}{U_2} = \frac{10 \cdot 10^3}{220} = 45.45 \text{ А}$$

3. Площадь поперечного сечения проводов линии:

$$S = \frac{2l \cdot P_2}{\gamma \cdot \delta U / 100 \cdot U_2^2} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 10 \cdot 10^3}{34.5 \cdot 10 / 100 \cdot 220^2} = 23.95 \text{ мм}^2$$

4. Выбираем ближайшее большее стандартное сечение из Ряда номинальных сечений по ГОСТ 22483-2012 «Жилы токопроводящие для кабелей, проводов и шнуров» (выборочно): 0.50; 0.75; 1.0; 1.5; 2.5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240

$$S_{\text{СТ}} = 25 \text{ мм}^2.$$

5. Сопротивление проводов линии:

$$R_{\text{пр}} = \frac{2l}{\gamma \cdot S_{\text{СТ}}} = \frac{2 \cdot 200}{34.5 \cdot 25} = 0,464 \text{ Ом}$$

6. Абсолютные потери напряжения в проводах:

$$\Delta U = I \cdot R_{\text{пр}} = 45,45 \cdot 0,464 = 21,08 \text{ В}$$

7. Потеря мощности в линии  $\Delta P$ :

$$\Delta P = I^2 \cdot R_{\text{пр}} = 45,45^2 \cdot 0,464 = 958,2 \text{ Вт}$$

8. Напряжение в начале линии:

$$U_1 = U_2 + \Delta U = 220 + 21.08 = 241.08 \text{ В}$$

9. КПД линии:

$$\eta = \frac{U_2}{U_1} \cdot 100\% = \frac{220}{241.08} \cdot 100\% = 91.26 \%$$

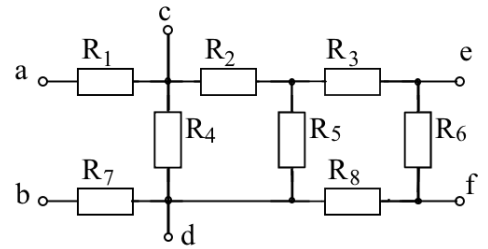
**Задачи № 3** охватывают материал темы «Электрические цепи постоянного тока».

Для их решения необходимо знать закон Ома для полной цепи и ее участков, первый закон Кирхгофа; методику определения эквивалентного сопротивления цепи при смешанном соединении резисторов, а также уметь вычислять мощность электрического тока.

**Пример**

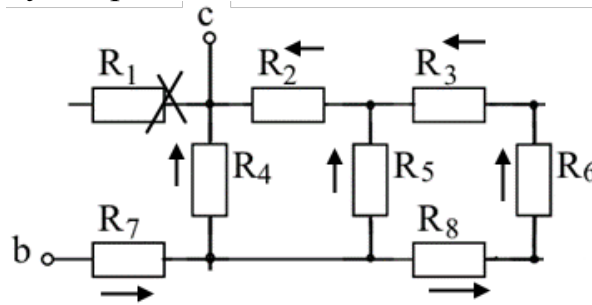
Цепь, состоящая из восьми резисторов, присоединена к источнику электрической энергии, напряжение на зажимах которого  $U_{\text{вс}} = 42 \text{ В}$ . Сопротивления соответственно равны 2 Ом, 3 Ом, 4 Ом, 6 Ом, 6 Ом, 4 Ом, 3 Ом, 2 Ом. Определить:

- 1) эквивалентное сопротивление цепи относительно источника;
- 2) токи в каждом сопротивлении;
- 3) падение напряжения на каждом сопротивлении;
- 4) мощность всей цепи;
- 5) энергию, потребляемую за 2 часа.



**Решение:**

1. Нанесем на схему направления токов



2. Воспользуемся методом эквивалентных преобразований и «свернем» схему:

- R<sub>3</sub>, R<sub>6</sub> и R<sub>8</sub> соединены последовательно:  $R_9 = R_3 + R_6 + R_8 = 4 + 4 + 2 = 10 \text{ Ом}$ .

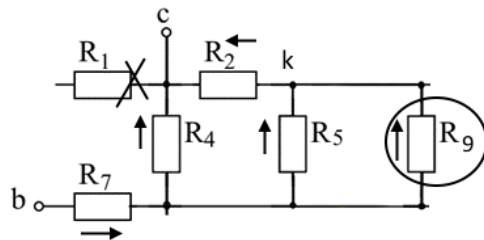


схема А

- R<sub>5</sub> и R<sub>9</sub> соединены параллельно:  $R_{10} = \frac{R_5 \cdot R_9}{R_5 + R_9} = \frac{6 \cdot 10}{6 + 10} = 3,75 \text{ Ом}$

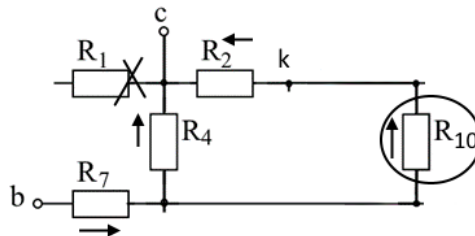


схема Б

- R<sub>2</sub> и R<sub>10</sub> соединены последовательно:  $R_{11} = R_2 + R_{10} = 3 + 3,75 = 6,75 \text{ Ом}$ .

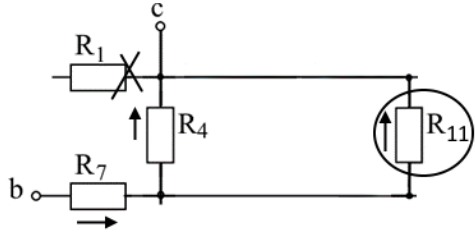


схема В

- R<sub>4</sub> и R<sub>11</sub> соединены параллельно:  $R_{12} = \frac{R_4 \cdot R_{11}}{R_4 + R_{11}} = \frac{6 \cdot 6,75}{6 + 6,75} = 3,18 \text{ Ом}$

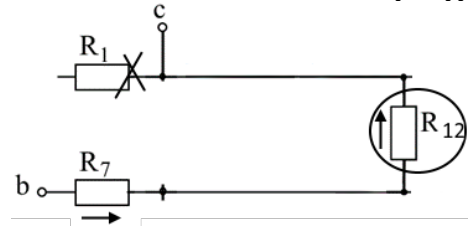


схема Г

- R<sub>7</sub> и R<sub>12</sub> соединены последовательно:  $R_{\text{эКВ}} = R_7 + R_{12} = 3 + 3,18 = 6,18 \text{ Ом}$ .

- через  $R_1$  ток не идет!

3. Определяем токи через резисторы. Для этого будет «разворачивать» схему в обратном порядке и использовать закон Ома для участка цепи:

$$- I_7 = \frac{U_{BC}}{R_{\text{ЭКВ}}} = \frac{42}{6,18} = 6,796 \approx 6,80 \text{ A}$$

- что бы определить ток через  $R_4$ , необходимо знать напряжение на нем (см. схему В), т.е. напряжение на узлах “d” и “c”:

$$U_{dc} = U_{bc} - I_7 \cdot R_7 = 42 - 6.8 \cdot 3 = 21.6 \text{ В}$$

$$\text{и } I_4 = \frac{U_{dc}}{R_4} = \frac{21.6}{6} = 3,6 \text{ A}$$

- т.к.  $R_2$  и  $R_4$  соединены параллельно к одним и тем же узлам (см. схему Б), то

$$I_2 = \frac{U_{dc}}{R_2 + R_{10}} = \frac{21.6}{3 + 3,75} = 3,2 \text{ A}$$

- что бы определить следующие токи, необходимо предварительно найти напряжение  $U_{dk}$ , для этого учтем падение напряжения на  $R_2$ :

$$U_{dk} = U_{dc} - I_2 \cdot R_2 = 21.6 - 3.2 \cdot 3 = 12 \text{ В}$$

$$\text{и } I_5 = \frac{U_{dk}}{R_5} = \frac{12}{6} = 2 \text{ A (см. схему А)}$$

$$\text{а } I_9 = \frac{U_{dk}}{R_9} = \frac{12}{10} = 1,2 \text{ A}$$

- поскольку  $R_9$  состоит из трех последовательно соединённых резисторов, то:

$$I_3 = I_6 = I_8 = I_9 = 1,2 \text{ A}$$

-  $I_1 = 0$

4. Определяем напряжения на резисторах. Для этого воспользуемся законом Ома для участка цепи:

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 0 \text{ В}$$

$$U_2 = I_2 \cdot R_2 = 3,2 \cdot 3 = 9,6 \text{ В}$$

$$U_3 = I_3 \cdot R_3 = 1,2 \cdot 4 = 4,8 \text{ В}$$

$$U_4 = I_4 \cdot R_4 = 3,6 \cdot 6 = 21,6 \text{ В}$$

$$U_5 = I_5 \cdot R_5 = 2 \cdot 6 = 12,0 \text{ В}$$

$$U_6 = I_6 \cdot R_6 = 1,2 \cdot 4 = 4,8 \text{ В}$$

$$U_7 = I_7 \cdot R_7 = 6,8 \cdot 3 = 20,4 \text{ В}$$

$$U_8 = I_8 \cdot R_8 = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ В}$$

5. Определяем мощность цепи

$$\begin{aligned} P &= \sum (I_i^2 \cdot R_i) = \\ &= 0 + 3.2^2 \cdot 3 + 1.2^2 \cdot 4 + 3.6^2 \cdot 6 + 2^2 \cdot 6 + 1.2^2 \cdot 4 + 6.8^2 \cdot 3 + 1.2^2 \cdot 2 \\ &= 334.8 \text{ Вт} \end{aligned}$$

6. Определяем

7. Определяем энергию, потребляемую цепью за 2 часа:

$$W = P \cdot t = 334,8 \cdot 2 = 669,8 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$$

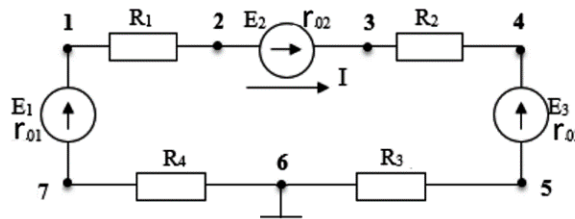
$$W = P \cdot t = 334,8 \cdot 2 \cdot 3600 = 2410,56 \text{ кВт} \cdot \text{с} = 2,4 \text{ МДж}$$

**Задачи № 4** охватывают материал темы «Электрические цепи постоянного тока».

Для их решения необходимо знать закон Ома для полной цепи и ее участков, формулы вычисления потенциала и правила построения потенциальной диаграммы.

**Пример**

Определить потенциалы точек для предлагаемой схемы и построить потенциальную диаграмму.



Дано:

$$R_1 = 10 \text{ Ом}, R_2 = 2 \text{ Ом}, R_3 = 4 \text{ Ом}, R_4 = 3 \text{ Ом}.$$

$$E_1 = 10 \text{ В}, r_{01} = 0,4 \text{ Ом}, E_2 = 6 \text{ В}, r_{02} = 0,3 \text{ Ом}, E_3 = 4 \text{ В}, r_{03} = 0,3 \text{ Ом}.$$

**Решение:**

1 Найдем общее сопротивление цепи:

$$R_{\text{ОБЩ}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + r_{01} + r_{02} + r_{03} = 10 + 2 + 4 + 3 + 0,4 + 0,3 + 0,3 = 20 \text{ Ом}.$$

2 Определим силу тока в цепи:

$$I = \frac{E_1 + E_2 - E_3}{R_{\text{ОБЩ}}} = \frac{10 + 6 - 4}{20} = 0,6 \text{ А}$$

3 Для построения потенциальной диаграммы необходимо вычислить потенциалы всех точек (начнем с точки с потенциалом равным 0):

$$\varphi_6 = 0 \text{ В}$$

$$\varphi_7 = \varphi_6 - I \cdot R_4 = 0 - 0,6 \cdot 3 = -1,8 \text{ В}$$

$$\varphi_1 = \varphi_7 + E_1 - I \cdot r_{01} = -1,8 + 10 - 0,6 \cdot 0,4 = 7,96 \text{ В}$$

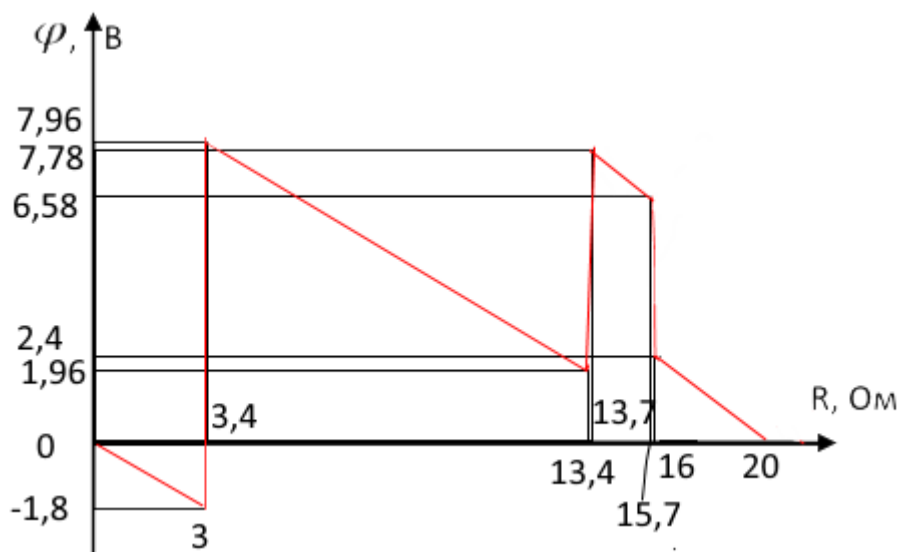
$$\varphi_2 = \varphi_1 - I \cdot R_1 = 7,96 - 0,6 \cdot 10 = 1,96 \text{ В}$$

$$\varphi_3 = \varphi_2 + E_2 - I \cdot r_{02} = 1,96 + 6 - 0,6 \cdot 0,3 = 7,78 \text{ В}$$

$$\varphi_4 = \varphi_3 - I \cdot R_2 = 7,78 - 0,6 \cdot 2 = 6,58 \text{ В}$$

$$\varphi_5 = \varphi_4 - E_3 - I \cdot r_{03} = 6,58 - 4 - 0,6 \cdot 0,3 = 2,4 \text{ В}$$

$$\varphi_6 = \varphi_5 - I \cdot R_3 = 2,4 - 0,6 \cdot 4 = 0,0 \text{ В}$$



**Задачи № 5** посвящены расчету цепей однофазного переменного тока. При изучении материала темы «Электрические цепи переменного тока» надо научиться

строить векторные диаграммы токов и напряжений сначала для цепи только с активным сопротивлением, только с индуктивным или только с емкостным сопротивлением, а затем для неразветвленной и разветвленной цепи, содержащей все три вида сопротивлений.

В неразветвленной (последовательной) цепи переменного тока приложенное напряжение определяется как геометрическая сумма активной и реактивной составляющих напряжения.

Для неразветвленной цепи строится векторная диаграмма напряжений, причем за исходный вектор берется вектор тока, так как ток будет одинаковым на всех участках цепи.

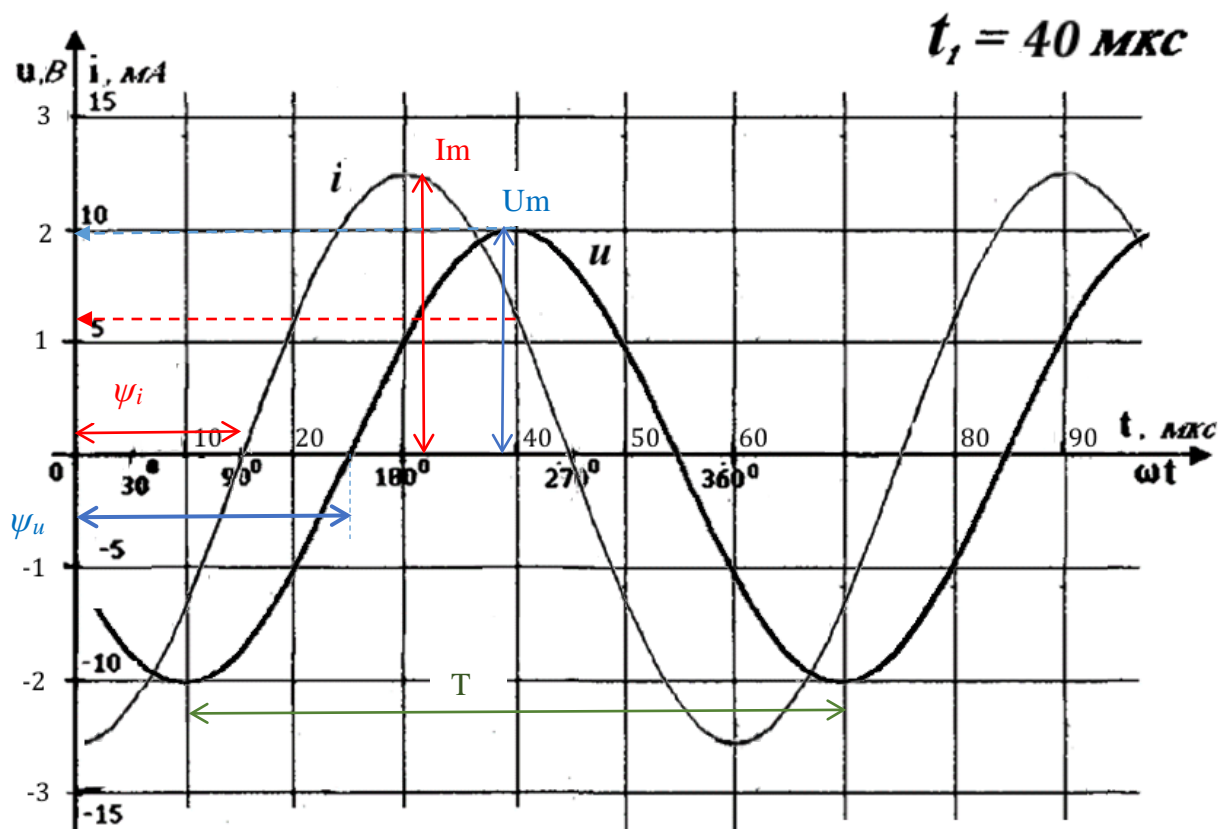
Надо усвоить, что напряжение на активном сопротивлении совпадает с током по фазе, напряжение на индуктивности опережает ток на  $90^\circ$ , напряжение на емкости отстает от тока на  $90^\circ$ .

В разветвленной (параллельной) цепи общий ток, то есть ток в неразветвленном участке цепи определяется как геометрическая сумма активной и реактивной составляющих тока. Сами параллельные ветви рассчитываются как неразветвленные цепи переменного тока. Для разветвленных цепей строится векторная диаграмма токов, причем за исходный вектор берется вектор напряжения, так как на всех параллельных ветвях напряжение одинаковое.

### Пример

Расчет параметров переменного поля

Дана временная диаграмма тока и напряжения одной частоты. Определите: мгновенные значения  $u$ ,  $i$  в момент времени  $t_1$ , максимальные значения  $U_m$ ,  $I_m$ , начальные фазы  $\psi_u$ ,  $\psi_i$ , сдвиг фаз  $\varphi$ , период  $T$ . Вычислите угловую  $\omega$  и циклическую  $f$  частоты. Запишите уравнения для мгновенных значений тока и напряжения



**Решение:**

1 По графику определяем амплитудное значение тока  $I_m = 12,5$  мА и амплитудное значение напряжения  $U_m = 2$  В.

2 Определяем начальную фазу тока  $\psi_i = 90^\circ = \pi/2$  рад  $\psi_u = 150^\circ = 5\pi/6$  рад

3 Сдвиг фаз  $\varphi = \psi_u - \psi_i = 150^\circ - 90^\circ = 60^\circ = \pi/3$  рад

4 Определяем период колебаний (для тока и напряжения)  $T = 70 - 10 = 60$  мкс

5 Частота колебаний  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{60 \cdot 10^{-6}} = 16666,67$  Гц = 16,67 кГц

6 Циклическая частота  $\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 16666,67 = 104719,76$  рад/с

7 Мгновенные значения тока и напряжения в момент времени  $t_1 = 40$  мкс:

$$i_1 = 6,2 \text{ мА} \quad u_1 = 2 \text{ В}$$

8 Уравнения для мгновенных значение тока и напряжения

$$i = 12,5 \cdot \sin(104719,76 \cdot t + \pi/2)$$

$$u = 2 \cdot \sin(104719,76 t + 5\pi/6)$$

**Задачи № 6** посвящены расчету цепей однофазного переменного тока. При изучении материала темы «Электрические цепи переменного тока» надо научиться строить векторные диаграммы токов и напряжений сначала для цепи только с активным сопротивлением, только с индуктивным или только с емкостным сопротивлением, а затем для неразветвленной и разветвленной цепи, содержащей все три вида сопротивлений.

В неразветвленной (последовательной) цепи переменного тока приложенное напряжение определяется как геометрическая сумма активной и реактивной составляющих напряжения.

Для неразветвленной цепи строится векторная диаграмма напряжений, причем за исходный вектор берется вектор тока, так как ток будет одинаковым на всех участках цепи.

Надо усвоить, что напряжение на активном сопротивлении совпадает с током по фазе, напряжение на индуктивности опережает ток на  $90^\circ$ , напряжение на емкости отстает от тока на  $90^\circ$ .

В разветвленной (параллельной) цепи общий ток, то есть ток в неразветвленном участке цепи определяется как геометрическая сумма активной и реактивной составляющих тока. Сами параллельные ветви рассчитываются как неразветвленные цепи переменного тока. Для разветвленных цепей строится векторная диаграмма токов, причем за исходный вектор берется вектор напряжения, так как на всех параллельных ветвях напряжение одинаковое.

**Пример**

Электрическая цепь переменного тока представлена одним или двумя элементами нагрузки, соединенными последовательно, подключена к источнику переменного тока частотой 500 Гц с действующим напряжением 50 В. Начальные фазы тока  $\psi_i = +30^\circ$  и напряжения  $\psi_u = -60^\circ$ . В момент времени 50 мкс сила тока составляла 2 мА.

1) Рассчитать неизвестные параметры цепи.

2) Записать уравнения мгновенных значений тока и напряжения цепи.

3) Определить мгновенные значения напряжения и тока в момент времени  $t_1$ .



- 4) Определить угол сдвига фаз между напряжением и током.  
 5) Построить векторную диаграмму для действующих значений тока и напряжения в цепи.  
 6) Начертить схему, соответствующую построенной векторной диаграмме.

**Решение:**

1 Период колебаний  $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{500} = 0.002 \text{ Гц} = 2000 \text{ мкс}$

2 Циклическая частота  $\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3.14 \cdot 500 = 3140 \text{ рад/с}$

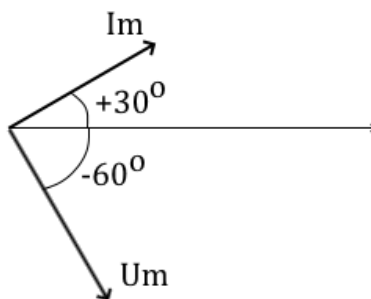
3 Амплитудное значение напряжения  $U_m = U / 0.707 = 50 / 0.707 = 59.41 \text{ В}$

4 Из уравнения мгновенного значения тока  $i = I_m \cdot \sin(\omega t + \psi_i)$  найдем амплитудное значение тока ( $30^\circ = \pi/6 \text{ рад}$ ):

$$I_m = \frac{i}{\sin(\omega t + \psi_i)} = \frac{2}{\sin(3140 \cdot 50 \cdot 10^{-6} + \pi/6)} = 3,18 \text{ мА}$$

5 Сдвиг фаз  $\varphi = \psi_u - \psi_i = -60^\circ - 30^\circ = -90^\circ$

6 Векторная диаграмма

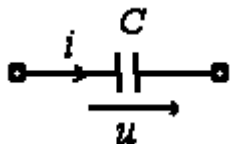


7 Уравнения для мгновенных значение тока и напряжения

$$i = 3,18 \cdot \sin(3140 \cdot t + \pi/6)$$

$$u = 59,41 \cdot \sin(3140.76 t - \pi/3)$$

8 Поскольку ток опережает напряжение на 90 градусов, то схема содержит



конденсатор:

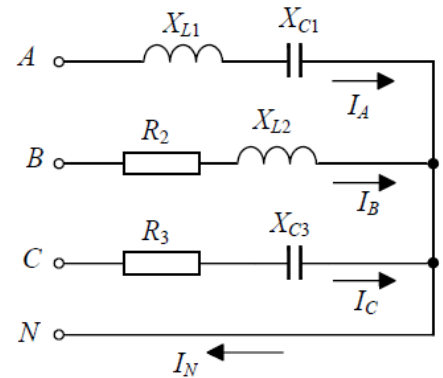
**Задачи № 7** посвящены расчету цепей трехфазного переменного тока. При соединении потребителей энергии «звездой» линейные напряжения обозначаются:  $U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}$ , в общем виде –  $U_L$ ; фазные напряжения обозначаются  $U_A, U_B, U_C$ , в общем виде –  $U_\phi$ . Токи  $I_A, I_B, I_C$ , причем ток линейный равен соответствующему фазному току  $I_\phi = I_L$ . При наличии нейтрального провода при любой нагрузке, а при равномерной нагрузке и без нейтрального провода  $U_L = \sqrt{3} \cdot U_\phi$

При соединении потребителей треугольником фазное напряжение равно линейному  $U_\phi = U_L$ , обозначаются  $U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}$ . Фазные токи обозначаются  $I_{AB}, I_{BC}, I_{CA}$ , в общем виде  $I_\phi$ . Линейные токи обозначаются:  $I_A, I_B, I_C$ , в общем виде  $I_L$ , при равномерной нагрузке фаз  $I_L = \sqrt{3} \cdot I_\phi$ . При неравномерной нагрузке фаз линейные токи определяются из векторной диаграммы, как геометрическая разность фазных токов.

При соединении приемников энергии «звездой» сеть может быть четырехпроводной – при наличии нейтрального провода, или трёхпроводной – без нейтрального провода. При соединении «треугольником» – только трехпроводной.

**Пример**

Здания питается от четырехпроводной трехфазной сети с линейным напряжением  $U_L = 380$  В (см. электрическую схему цепи). В случае обрыва фазы В, рассчитать фазные токи и ток в нейтральном проводе, вычислить активную мощность всей нагрузки.



Построить векторную диаграмму.

Дано:

$X_{L1} = 10$  Ом,  $X_{C1} = 2$  Ом,  $R_3 = 4$  Ом,  $X_{C3} = 3$  Ом.

**Решение:**

1 Найдем фазное напряжение:  $U_A = U_B = U_C = \frac{U_L}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 219,4$  В

2 Сопротивление фаз

$$Z_A = \sqrt{(X_{L1} - X_{C1})^2} = 10 - 2 = 8 \text{ Ом}$$

$$Z_C = \sqrt{R_3^2 + X_{C3}^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ Ом}$$

3 Фазные токи

$$I_A = \frac{U_A}{Z_A} = \frac{219,4}{8} = 27,42 \text{ А}$$

$$I_C = \frac{U_C}{Z_C} = \frac{219,4}{5} = 43,88 \text{ А}$$

4 Определим углы сдвига фаз:

$$\varphi_A = \arctg \frac{X_{L1} - X_{C1}}{R_A} = \arctg \frac{10 - 2}{0} = \arctg(+\infty) = +90^\circ$$

$$\varphi_C = \arctg \frac{-X_{C3}}{R_3} = \arctg \frac{-3}{4} = \arctg(-0,75) = -36,9^\circ$$

5 Строим векторные диаграммы

масштаб для тока  $m_i = 11$  А/см

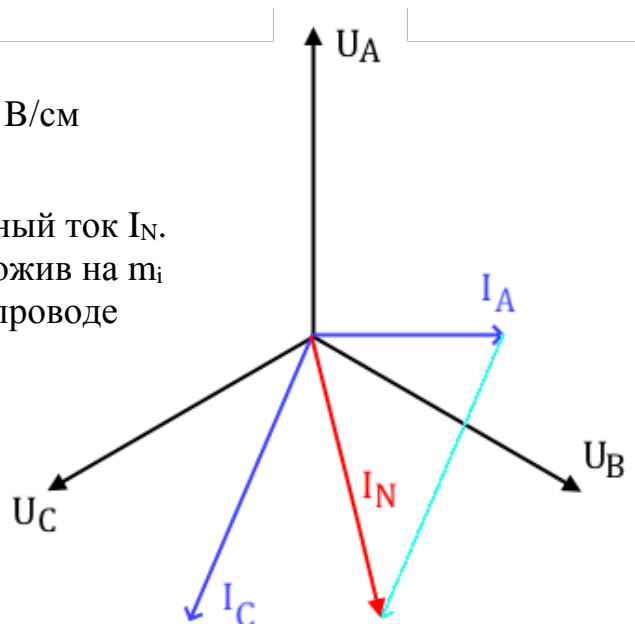
масштаб для напряжения  $m_u = 54,5$  В/см

6 Построением получаем нейтральный ток  $I_N$ .

Измерив его длину (3,52 см) и умножив на  $m_i$

получим силу тока в нейтральном проводе

$$I_N = 3,52 \cdot 11 = 38,72 \text{ А.}$$



**Задачи № 8** посвящены теме «Трансформаторы». Для решения этих задач надо знать устройство, принцип действия, основные формулы для однофазных трансформаторов.

Каждый трансформатор рассчитывается на номинальный режим работы, который соответствует его загрузке на 100 %. Величины, относящиеся к этому режиму, называются номинальными и указываются в паспорте трансформатора. К таким величинам относятся:  $S_{ном}$  – номинальная мощность – это полная мощность в номинальном режиме (трансформатор передает активную и реактивную мощности);  $U_{1ном}$ ;  $U_{2ном}$  – номинальные напряжения на первичной и вторичной обмотках трансформатора (у трехфазных трансформаторов эти напряжения линейные);  $I_{1ном}$ ;  $I_{2ном}$  – номинальные токи в первичной и вторичной обмотках трансформатора (у трехфазных трансформаторов эти токи линейные).

У трехфазных трансформаторов указывается схема соединения обмоток.

### Пример 1

Для освещения рабочих мест применили лампы накаливания напряжением 36 В. Для их питания установили однофазный понижающий трансформатор номинальной мощностью 150 Вт, работающего с коэффициентом нагрузки 0,888, номинальным первичным напряжением 220 В.

К трансформатору присоединили лампы накаливания мощностью 60 Вт каждая. Коэффициент мощности ламп 0,9.

Определить:

- рабочие токи в обмотках  $I_1, I_2$
- коэффициент трансформации  $K$
- количество ламп  $N$

### Решение:

1 Запишем данные:

Дано:

$$S_{ном} = 150 \text{ Вт}$$

$$P_{л} = 60 \text{ Вт}$$

$$\beta_H = 0,888$$

$$\cos \varphi = 0,9$$

$$U_{1H} = 220 \text{ В}$$

$$U_{2H} = 36 \text{ В}$$

2 Коэффициент трансформации  $K = \frac{U_{1H}}{U_{2H}} = \frac{220}{36} = 6,11$

3 Рабочие токи

$$I_1 = \beta_H \cdot I_{1H} = \beta_H \cdot \frac{S_{ном}}{U_{1H}} = 0,888 \cdot \frac{150}{220} = 0,61 \text{ А}$$

$$I_2 = K \cdot I_1 = 6,11 \cdot 0,6 = 3,70 \text{ А}$$

4 Количество ламп  $N = \frac{P_2}{P_{л}} = \frac{\beta_H \cdot S_{ном} \cdot \cos \varphi}{P_{л}} = \frac{0,888 \cdot 150 \cdot 0,9}{60} = 1,998$

Округляем количество до целого  $N = 2$  лампы.

### Пример 2

Однофазный трансформатор питает пониженным напряжением лампы накаливания, работающего с коэффициентом нагрузки 0,8. Первичная обмотка трансформатора подключена к напряжению сети  $U_{1H} = 127 \text{ В}$ , а вторичная нагружена 26 лампами. Рабочие токи в обмотках 8,2 А и 28,93 А соответственно.

Коэффициент мощности ламп 0,9.

Определить:

- номинальная мощность  $S_{\text{НОМ}}$
- номинальное напряжение во вторичной обмотке  $U_{2\text{Н}}$
- коэффициент трансформации  $K$
- мощность накаливания ламп  $P_{\text{Л}}$

**Решение:**

1 Запишем данные:

Дано:

$$I_1 = 8,2 \text{ А}$$

$$I_2 = 28,93 \text{ А}$$

$$U_{1\text{Н}} = 127 \text{ В}$$

$$\cos\varphi = 0,9$$

$$\beta_{\text{Н}} = 0,8$$

$$N = 26$$

2 Коэффициент трансформации  $K = \frac{I_2}{I_1} = \frac{28,93}{8,2} = 3,528$

3 Номинальное напряжение во вторичной обмотке

$$U_{2\text{Н}} = \frac{U_{1\text{Н}}}{K} = \frac{127}{3,528} = 36,0 \text{ В}$$

4 Номинальная мощность трансформатора

$$S_{\text{НОМ}} = \frac{I_{1\text{Н}} \cdot U_{1\text{Н}}}{\beta_{\text{Н}}} = \frac{8,2 \cdot 127}{0,8} = 1301,75 \text{ ВА}$$

5 Мощность ламп  $P_{\text{Л}} = \frac{P_2}{N} = \frac{\beta_{\text{Н}} \cdot S_{\text{НОМ}} \cdot \cos\varphi}{N} = \frac{0,8 \cdot 1301,75 \cdot 0,9}{26} = 36,05 \text{ Вт}$

**Задачи № 9** содержит материал темы «Электрические машины переменного тока». Для их решения необходимо знать устройство и принцип действия асинхронного двигателя трехфазного тока, а так же зависимость между электрическими величинами, характеризующими его работу.

Трехфазный ток, протекающий по обмоткам статора двигателя, создает вращающееся магнитное поле, частота вращения которого  $n_1$  зависит от числа пар полюсов двигателя  $p$ , на которое сконструирована обмотка статора и частота тока  $f_1$  в цепи.

$$n_1 = \frac{60 \cdot f_1}{p}, \text{ об/мин}$$

Частота вращения ротора  $n_2$  связана с частотой вращения магнитного поля статора  $n_1$  характеристикой двигателя, которая называется скольжением  $S$ :

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

откуда  $n_2 = n_1 \cdot (1 - S) \frac{\text{об}}{\text{мин}}$

Скольжение  $S$  изменяется, с 0,01 до 0,06 или от 1 % до 6 %, возрастая с увеличением нагрузки двигателя.

**Пример**

Трёхфазный асинхронный двигатель имеет следующие данные: число полюсов  $2_p = 4$ ; напряжение сети  $U_1 = 380 \text{ В}$ ; частота тока в сети  $f_1 = 50 \text{ Гц}$ ; номинальная

мощность  $P_{2H} = 12$  кВт; частота вращения ротора  $n_{2НОМ} = 1460$  об/мин; КПД двигателя  $\eta = 0,88$ ; коэффициент мощности  $\cos\varphi_H = 0,85$ .

Определить:

- Потребляемую двигателем мощность  $P_{1НОМ}$ ;
- Номинальный момент  $M_{НОМ}$ ;
- Номинальный ток двигателя  $I_H$ ;
- Номинальное скольжение  $S_{НОМ}$ ;
- Максимальный и пусковой моменты двигателя  $M_{МАХ}$  и  $M_{П}$ , если перегрузочная способность двигателя  $M_{МАХ}/M_{НОМ} = 2,2$ , кратность пускового момента  $M_{П}/M_{НОМ} = 1,6$
- Полезная номинальная мощность на валу  $P_{2НОМ}$
- Суммарные потери в двигателе  $\sum P_1$

### Решение

1. Потребляемая двигателем мощность:

$$P_{1H} = \frac{P_1}{\eta} = \frac{12}{0,88} = 13,64 \text{ кВт}$$

2. Номинальный ток двигателя:

$$I_H = \frac{P_{1H}}{\sqrt{3} \cdot U_1 \cdot \cos\varphi} = \frac{13,64}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,85} = 24,4 \text{ А}$$

3. Номинальный вращающий момент:

$$M_{НОМ} = 9,55 \cdot \frac{P_1}{n_{2НОМ}} = 9,55 \cdot \frac{12 \cdot 10^3}{1460} = 78,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

4. Частота вращения магнитного поля:

$$n_1 = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500 \text{ об/мин}$$

5. Номинальное скольжение:

$$S_H = \frac{n_1 - n_{2H}}{n_1} = \frac{1500 - 1460}{1500} = 0,0267 = 2,67\%$$

6 Максимальный момент двигателя

$$M_{МАХ} = M_{НОМ} \cdot \frac{M_{МАХ}}{M_{НОМ}} = 78,6 \cdot 2,2 = 172,92 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7 Пусковой момент двигателя  $M_{П} =$

$$M_{П} = M_{НОМ} \cdot \frac{M_{П}}{M_{НОМ}} = 78,6 \cdot 1,6 = 125,76 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

8 Полезная номинальная мощность на валу

$$P_{2H} = \eta P_{1H} = 0,88 \cdot 12 = 10,56 \text{ кВт}$$

9 Суммарные потери в двигателе

$$\sum P_1 = P_{1H} - P_{2H} = 12 - 10,56 = 1,44 \text{ кВт}$$

**Задачи № 10** содержат материал темы «Электронные устройства» и включают знания работы параметрических стабилизаторов. И подбор полупроводниковых стабилизаторов по заданным электрическим параметрам тока, напряжения, мощности. При изучении материала темы следует обратить особое внимание на устройство и работу полупроводниковых стабилизаторов.

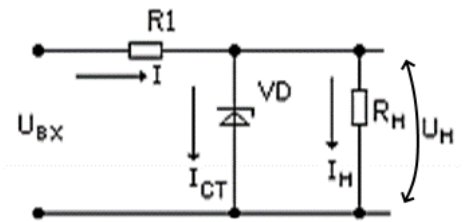
Схема параметрического стабилизатора, предназначена для поддержания неизменным постоянного напряжения на нагрузке  $U_H$  (стабилизации), при отключении входного напряжения  $U_0$  вниз на  $\Delta_1 \%$  и вверх на  $\Delta_2 \%$ , и колебания тока через нагрузку, от рабочего  $I_H$  до минимального  $I_{Hmin}$  с требуемым коэффициентом стабилизации.

При решении задач следует помнить, что основными параметрами полупроводниковых стабилизаторов являются:

- напряжение стабилизации  $U_{ст}$  и пределы его изменения  $\Delta U_{ст}$ ;
- номинальный ток  $I_{ном}$  и пределы его изменения  $I_{ст\ min} \dots I_{ст\ max}$ ;
- максимальная допустимая мощность рассеивания  $P_{доп} = U_{ст} \times I_{ст\ max}$ ;
- дифференциальное сопротивление на рабочем участке  $r_d$ ;

### Пример

Проверить условия стабилизации параметрического стабилизатора, если колебания входного напряжения составляют  $\pm 10\% U$ . Стабилизатор выполнен на базе стабилитрона КС456А, величина гасящего резистора  $R_1 = 75 \text{ Ом}$ , мощность и напряжение нагрузки  $P_H = 50 \text{ мВт}$ ,  $U_H = 5,6 \text{ В}$ , номинальное значение входного напряжения стабилизатора  $U_{вх.} = 7,5 \text{ В}$ .



### Параметры отечественных стабилитронов (выборочно)

Наименование	Напряжение стабилизации, В			Ток стабилизации, мА			Максимальная мощность рассеивания $P_{макс.}$ , мВт	Дифференциал. сопротивление стабилитрона $r_{ст.}$ , Ом
	$U_{ст.мин}$	$U_{ст.ном}$	$U_{ст.макс}$	$I_{ст.мин}$	$I_{ст.ном}$	$I_{ст.макс}$		
КС456А	5,0	5,6	6,2	3,0	36,0	139,0	1000	7

### Решение:

1 Из уравнения электрического равновесия стабилизатора  $U_{вх} = U_H + R_1 (I_H + I_{ст})$ , Откуда находим

$$I_{ст} = \frac{U_{вх} - U_H}{R_1} - I_H = \frac{U_{вх} - U_H}{R_1} - \frac{P_H}{U_H} = \frac{7,5 - 5,6}{75} - \frac{50 \cdot 10^{-3}}{5,6} = 24,4 \text{ мА}$$

2 На основании этого выражения минимальное значение тока через стабилитрон, которое отвечает сниженному на 10% входному напряжению ( $U_{мин} = 0,9 \cdot U_{вх} = 6,75 \text{ В}$ ):  $I_{ст. мин} (0,9 U_{вх}) = 0,9 \cdot 24,4 = 22 \text{ мА}$ .

3 Определяем максимальное значение тока через стабилитрон, который отвечает повышенной на 10% входном напряжении ( $U_{\max} = 1,1 \cdot U_{\text{вх}} = 8,25 \text{ В}$ ) за тем же выражением:  $I_{\text{ст.макс}}(1,1U_{\text{вх}}) = 1,1 \cdot 24,4 = 26,9 \text{ мА}$ .

4 Проверяем, обеспечивает ли условия стабилизации путем сравнения минимального  $I_{\text{ст.мин}} = 3 \text{ мА}$  и максимального  $I_{\text{ст.макс}} = 139 \text{ мА}$  значений токов стабилитрона КС456А с токами, которые определены для сниженного  $I_{\text{ст.мин}}(0,9U_{\text{вх}}) = 22 \text{ мА}$ . и повышенного  $I_{\text{ст.макс}}(1,1U_{\text{вх}}) = 26,9 \text{ мА}$  входного напряжения стабилизатора на 10%.

$$I_{\text{ст.мин}} < I_{\text{ст.мин}}(0,9U_{\text{вх}})$$

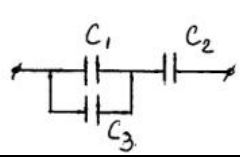
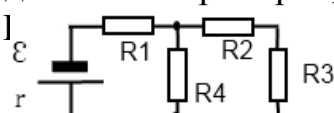
$$3 \text{ мА} < 22 \text{ мА} - \text{условие выполняется}$$

$$I_{\text{ст.макс}} > I_{\text{ст.макс}}(1,1U_{\text{вх}})$$

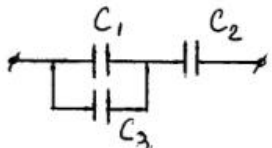
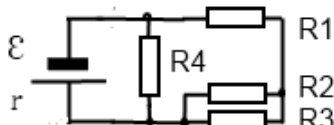
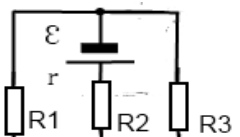
$$139 \text{ мА} > 26,9 \text{ мА} - \text{условие выполняется}$$

Ток через стабилитрон не выходит за пределы предельных значений тока стабилитрона, следовательно, стабилизатор на базе стабилитрона КС456А обеспечивает условия стабилизации для колебаний входного напряжения  $\pm 10\%U$ .

## ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ И ЗАДАЧ К ЭКЗАМЕНУ

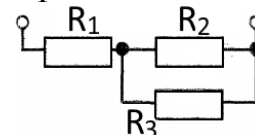
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрическое поле и его характеристики. Закон Кулона.</li> <li>2. Классификация электроприводов. Релейно-контакторные системы управления электродвигателями. Использование в процессе технического обслуживания автомобилей.</li> <li>3. Линейный ток равен 2,2 А. Рассчитать фазный ток, если симметричная нагрузка соединена звездой</li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрическая энергия, ее свойства и применение. Основные этапы развития отечественной электроэнергетики, электротехники.</li> <li>2. Тиристоры. Принцип действия. Вольтамперная характеристика. Основные параметры тиристоров. Разновидности тиристоров.</li> <li>3. Схема состоит из одного резистивного элемента с сопротивлением <math>R=220</math> Ом. Напряжение на её зажимах <math>u=220 \cdot \sin(628 \cdot t)</math>. Определите показания амперметра и вольтметра.</li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрическая емкость и конденсаторы. Последовательное, параллельное и смешанное соединения конденсаторов. Энергия электрического поля.</li> <li>2. Оптоэлектронные устройства.</li> <li>3. В симметричной трехфазной цепи линейный ток 2,2 А. Рассчитать фазный ток, если нагрузка соединена треугольником.</li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зависимость сопротивления от длины проводника, его сечения и материала. Зависимость сопротивления от температуры.</li> <li>2. Основы электропривода Пускорегулирующая аппаратура, аппараты защиты и управления.</li> <li>3. Определить общую емкость цепи, если <math>C_1=C_2=40</math> пф и <math>C_3=20</math> пф.</li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрические цепи постоянного тока. Сила, плотность тока. Электрическое сопротивление и проводимость, единицы измерения.</li> <li>2. Электронные выпрямители и стабилизаторы. Основные схемы выпрямления переменного тока.</li> <li>3. Амплитуда синусоидального напряжения 100 В, начальная фаза <math>\varphi = -60^\circ</math>, частота 50 Гц. Запишите уравнение мгновенного значения этого напряжения. Определите действующее значение напряжения</li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электродвижущая сила источников электрической энергии.</li> <li>2. Общие сведения о физических основах работы полупроводниковых приборов, виды и их характеристики. Полупроводниковые материалы.</li> <li>3. Определить ток через <math>R_1</math>, если <math>R_1=4</math> Ом, <math>R_4=2</math> Ом, <math>R_2=R_3=1</math> Ом, <math>\varepsilon=10,2</math> В, <math>r=0,1</math> Ом.</li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Законы Ома. Последовательное, параллельное и смешанное соединения резисторов.</li> <li>2. Измерение мощности в цепи постоянного и переменного однофазного токов. Измерение энергии в цепях переменного тока</li> <li>3. Амплитуда косинусоидального значения тока <math>I_{\max} = 5</math> А, а начальная фаза <math>\psi = 30^\circ</math>. Запишите выражения для мгновенного значения этого тока для частоты 100 Гц. Определите действующее значение тока.</li> </ol>	



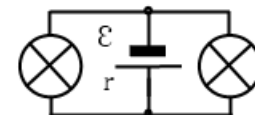
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Защита проводов от перегрузки. Потеря напряжения в проводах линий электропередачи.</li> <li>2. Стабилизаторы напряжения</li> <li>3. Определить коэффициент трансформации измерительного трансформатора тока, если его номинальные параметры составляют <math>I_1 = 100 \text{ А}</math>, <math>I_2 = 5 \text{ А}</math>.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тепловое действие тока. Закон Джоуля-Ленца.</li> <li>2. Электронные усилители. Основные показатели и параметры усилителей. Отрицательная обратная связь.</li> <li>3. В колебательном контуре период свободных колебаний <math>T=0,5 \text{ с}</math>. Определите индуктивность катушки при емкости конденсатора <math>C=1014 \text{ нф}</math>.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Последовательное, параллельное, смешанное соединение сопротивлений. Соединения «треугольником» и «звездой».</li> <li>2. Электронные устройства автоматики и вычислительной техники. Общие сведения. Принципы действия.</li> <li>3. Определить суммарный заряд, накопленный на конденсаторах <math>C_1=C_2=40 \text{ пф}</math> и <math>C_3=20 \text{ пф}</math> при напряжении на концах схемы <math>40 \text{ В}</math></li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разветвленные цепи. Законы Кирхгофа</li> <li>2. Интегральная микросхема. Микросхемы БИС и СБИС. Регистры, дешифраторы, сумматоры.</li> <li>3. Напряжение на зажимах цепи с резистивным элементом изменяется по закону <math>u=100 \sin (314t-30^\circ)</math>. Определите закон изменения тока в цепи, если <math>R=20 \text{ Ом}</math></li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электромагнетизм. Магнитное поле и его характеристики.</li> <li>2. Синхронные электрические машины переменного тока.</li> <li>3. Определить ток до разветвления, если <math>R_1=6 \text{ Ом}</math>, <math>R_4=10 \text{ Ом}</math>, <math>R_2=R_3=8 \text{ Ом}</math>, <math>\varepsilon=10,2 \text{ В}</math>, <math>r=0,1 \text{ Ом}</math>.</li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принцип действия электрического генератора. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции.</li> <li>2. Источники электроэнергии. Различие между ЭДС и напряжением на зажимах источника электроэнергии. Единица измерения ЭДС и напряжения.</li> <li>3. Определить КПД двигателя постоянного тока, если мощность на валу <math>P_2= 4,5 \text{ кВт}</math>, подводимое напряжение <math>U_1= 220 \text{ В}</math> и потребляемый ток <math>I_1= 24,3 \text{ А}</math>.</li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.</li> <li>2. Трехфазные электрические цепи. Принцип построения. Соединение треугольником.</li> <li>3. Общий ток цепи, состоящей из двух параллельно соединенных резисторов сопротивлением <math>210</math> и <math>70 \text{ Ом}</math>, равен <math>8 \text{ А}</math>. Определите токи в каждом резисторе.</li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрические цепи переменного тока. Цепь переменного тока с активным сопротивлением. Векторная диаграмма.</li> <li>2. Сглаживающие фильтры.</li> <li>3. Определить значение <math>R_2</math>, если сила ток через него <math>2 \text{ А}</math>, а <math>R_1=R_3=10 \text{ Ом}</math>, <math>\varepsilon=10,2 \text{ В}</math>, <math>r=0,1 \text{ Ом}</math></li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цепь переменного тока с индуктивностью. Цепь переменного тока с индуктивностью и активным сопротивлением.</li> </ol>	

<p>2. Цифровые измерительные приборы. Измерение неэлектрических величин электрическими методами.</p> <p>3. В электрической схеме два резистивных элемента соединены последовательно. Чему равно напряжение на входе при силе тока 0,1 А, если <math>R_1 = 100 \text{ Ом}</math>; <math>R_2 = 200 \text{ Ом}</math>?</p>
<p>1. Цепь переменного тока с емкостным сопротивлением. Цепь переменного тока с емкостным и активным сопротивлением.</p> <p>2. Омметр. Термоэлектрические и детекторные приборы.</p> <p>3. Трехфазный асинхронный двигатель мощностью 1 кВт включен в однофазную сеть. Какую полезную мощность на валу можно получить от этого двигателя?</p>
<p>1. Последовательная цепь переменного тока. Резонанс напряжений. Параллельная цепь переменного тока.</p> <p>2. Удельное сопротивление. Величины удельного электрического сопротивления основных электротехнических металлов. Зависимость электрического сопротивления от температуры проводника</p> <p>3. Определить сопротивление лампы накаливания, если на ней написано 100 Вт и 220 В.</p>
<p>1. Трансформаторы. Устройство и принцип работы. КПД трансформатора.</p> <p>2. Биполярный транзистор. Схемы включения биполярного транзистора.</p> <p>1. В цепь переменного тока последовательно включены активное сопротивление 200 Ом, конденсатор емкостью 1 мкФ и катушка индуктивности 0,04 Гн. Определить резонансную частоту и полное сопротивление цепи на этой частоте.</p>
<p>1. Трёхфазные трансформаторы. Автотрансформаторы. Измерительные трансформаторы</p> <p>2. Устройство электроизмерительных приборов.</p> <p>3. В цепи переменного тока полная мощность <math>S = 5 \text{ В} \cdot \text{А}</math>, реактивная мощность <math>Q = 4 \text{ вар}</math>. Определить активную мощность <math>P</math> и коэффициент мощности <math>\cos \varphi</math>.</p>
<p>1. Электрические измерения. Классификация измерительных приборов и погрешности измерений.</p> <p>2. Трехфазные электрические цепи. Принцип построения. Соединение звездой.</p> <p>3. Составить баланс мощностей цепи с источником <math>E = 20 \text{ В}</math>, если в цепи протекает ток в 5 А, а последовательно соединенные приемники имеют сопротивления в 1, 2 и 7 Ом.</p>
<p>1. Электрические машины. Классификация машин переменного тока. Вращающееся магнитное поле.</p> <p>2. Соединение обмоток генератора и приёмников электрической энергии.</p> <p>3. Электрическое сопротивление человеческого тела 3000 Ом. Какой ток проходит через него, если человек находится под напряжением 380 В?</p>
<p>1. Передача и распределение электрической энергии. Назначение, устройство трансформаторов. Электрические сети.</p> <p>2. Магнитное поле и характеризующие его величины: индукция, напряженность, магнитный поток.</p> <p>3. Определить коэффициент трансформации однофазного трансформатора, если его номинальные параметры составляют: <math>U_1 = 220 \text{ В}</math>; <math>I_1 = 10 \text{ А}</math>; <math>U_2 = 110 \text{ В}</math>; <math>I_2 = 20 \text{ А}</math>.</p>
<p>1. Генераторы постоянного тока: Двигатели постоянного тока.</p>

- Транзисторы. Устройство, принцип действия, назначение и классификация транзисторов. Схема включения, основные параметры и их характеристики.
- Определите ток через  $R_3$ , если напряжение на концах цепи 4.5 В, а  $R_1=5$  Ом,  $R_2=6$  Ом,  $R_3=3$  Ом.



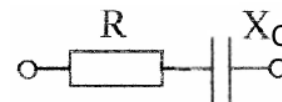
- Асинхронные электрические машины.
- Типы усилительных каскадов. Различия. Показатели.
- Определить количество теплоты выделяемое каждой лампой за 10 минут работы, если сопротивление ламп по 200 Ом,  $\varepsilon=11$  В,  $r=0,1$  Ом.



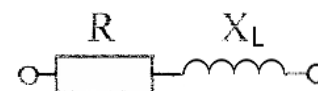
- Цепи переменного тока с реактивными элементами. Векторные диаграммы.
- Мощность переменного тока. Коэффициент мощности. Треугольник мощностей. Способы улучшения коэффициента мощности.
- Ротор четырехполюсного асинхронного двигателя, подключенного к сети с частотой  $f=50$  Гц, вращается с частотой  $n=1440$  об/мин. Определите скольжение.

- Методы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя.
- Понятие о постоянном токе. Электрический ток с точки зрения электронной теории строения вещества. Плотность тока.
- Определите показания амперметра, если в цепи переменный ток задан уравнением  $i=14,1 \cdot \sin(628 \cdot t + 30^\circ)$ .

- Трансформаторы: виды, классификация, устройство и принцип работы. Режимы работы трансформаторов.
- Полупроводниковые диоды. Принцип действия. Вольтамперная характеристика. Основные параметры.
- Определите ток цепи, если  $R=3$  Ом,  $X_C=4$  Ом,  $U=24$  В



- Классификация электроизмерительных приборов по принципу действия.
- Машины постоянного тока: принцип действия и устройство, способы возбуждения.
- Определите ток цепи, если  $R=30$  Ом,  $X_L=40$  Ом,  $U=100$  В



- Закон Джоуля - Ленца. Примеры полезного применения теплового действия тока. Вредный эффект теплового действия
- Цепи переменного тока. Активная, реактивная и полная мощность.
- $E=80$  В, все  $R=30$  Ом. Определите напряжение на узлах «ab».

