

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ «БЕЛЭНЕРГО»  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»



УТВЕРЖДАЮ

Директор УО «МГЭК»

А.А. Новиков

08 2024 г.

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА С ОСНОВАМИ  
ЭЛЕКТРОНИКИ**

**Методические указания по выполнению домашней контрольной работе  
для учащихся заочной формы получения образования**

**5-04-0732-01 «Строительство зданий и сооружений»**

(шифр и название специальности)

Разработал преподаватель

(подпись)

Н.С. Румянцева

(ФИО)

Рассмотрено и одобрено на заседании предметной(цикловой) комиссии  
специальных электротехнических предметов

(наименование цикловой комиссии)

Протокол № 1 от 30.08 2024 г.

Председатель предметной (цикловой) комиссии

(подпись)

Н.Н. Ядловский

(ФИО)

Согласовано

Методист колледжа

(подпись)

О.В. Какорина

(ФИО)

Заведующий заочным отделением

(подпись)

А.А. Куцов

(ФИО)

Минск 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Пояснительная записка .....	3
2 Краткое содержание программы.....	5
3 Общие требования по оформлению домашней контрольной работы .....	14
4 Методические указания по выполнению домашней контрольной работы .	15
5 Задания для домашних контрольных работ.....	27
6 Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы.....	36
Литература.....	37

## 1 Пояснительная записка

Задачей изучения предмета «Электротехника с основами электроники» является приобретение знаний, умений и навыков необходимых для изучения процессов, происходящих в электрических цепях постоянного и переменного тока, устройства и принципа действия электроизмерительных приборов, электромагнитных аппаратов, электрических машин, электронных, фотоэлектронных и полупроводниковых приборов.

Цели изучения учебного предмета:

*образовательная:*

- формирование знаний при изучении предмета «Электротехника с основами электроники», навыков по изучаемым разделам предмета, способностей их использования при самостоятельной деятельности в новом профессиональном мире;
- обучение новым технологическим системам и приемам эксплуатации техники с использованием средств автоматизации;

*развивающая:*

- совершенствование навыков анализа технологических процессов, а также навыков информационной деятельности в ходе обучения предмета «Электротехника с основами электроники»;
- формирование целостной системы профессиональных качеств будущих специалистов;
- научить логическому и критическому мышлению, умению систематизировать, делать выводы;

*воспитательная:*

- формирование у учащихся нравственных ориентиров жизни;
- формирование гражданских качеств учащихся;
- воспитание социально-активной личности с развитой профессиональной мотивацией, высокими морально-психологическими качествами.

В целях контроля усвоения программного учебного материала предусмотрено проведение обязательной контрольной работы.

Учебной программой определены цели изучения каждой темы, спрогнозированы результаты их достижения в соответствии с уровнями усвоения учебного материала.

В результате изучения учебного предмета «Электротехника с основами электроники» учащиеся должны

**знать:**

- обозначения электрических величин и устройств согласно ТНПА;

- основные схемы электроснабжения зданий и сооружений;
- классификацию электроизмерительных приборов;
- основные единицы измерения электрических величин;
- основные законы электротехники;
- виды электрических схем;
- устройство и принцип действия электропривода оборудования;
- технические способы и средства, обеспечивающие электробезопасность;
- назначение и принцип действия электрических машин, контрольно-измерительных приборов и электрических аппаратов;

**уметь:**

- собирать, исследовать и рассчитывать электрические цепи;
- подбирать по назначению электроизмерительные приборы;
- пользоваться электрическими аппаратами и приборами.

В учебной программе приведены критерии оценки результатов деятельности учебной деятельности учащихся, разработанные в соответствии с Правилами проведения аттестации учащихся, курсантов при освоении содержания образовательных программ среднего специального образования; перечень оснащения лаборатории оборудованием, техническими и демонстрационными средствами обучения, необходимыми для обеспечения образовательного процесса.

## 2 Краткое содержание программы

### Введение

Цели, задачи, предмет учебного предмета «Электротехника с основами электроники». Значение электротехнической подготовки специалистов среднего звена для освоения новых технологий производства. Электрическая энергия, ее свойства, особенности и применение.

Основные этапы, состояние и перспективы развития электроэнергетики в Республики Беларусь.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Какую роль выполняет электротехника в жизнедеятельности человека?
2. Какие разделы включает в себя предмет «электротехника с основами электроники»?
3. Перечислите задачи изучаемого предмета?
4. Какие виды энергии существуют? Охарактеризуйте их.
5. Какую роль электрификация выполняет в развитии социально-экономического комплекса Республики Беларусь?

### Раздел 1. Электротехника

#### Тема 1.1 Электрические цепи постоянного тока

Общие сведения об электрических цепях. Основные элементы электрических цепей: источники и приемники электрической энергии. Электродвижущая сила (далее – ЭДС) источника и напряжение на его зажимах. Электрический ток, его величина, направление, плотность тока.

Закон Ома для участка цепи и полной цепи. Электрическое сопротивление и проводимость. Зависимость сопротивления проводника от его размеров, материала и температуры. Работа и мощность электрической цепи.

Нагревание проводов. Закон Джоуля – Ленца. Плавкие предохранители.

Расчет электрических цепей путем преобразования их схем.

«Свертывание» схем с последовательным и параллельным соединениями пассивных элементов. Треугольник и звезда из пассивных элементов (сопротивлений), преобразование треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду и звезды в эквивалентный треугольник. Режимы электрических цепей (номинальный, холостого хода, короткого замыкания). Последовательное, параллельное и смешанное соединение резисторов. Первый и второй законы Кирхгофа.

Схемы электрических цепей: принципиальная, монтажная (схема соединений), расчетная (схема замещения).

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Закон Ома для участка цепи и полной цепи.
2. Что собой представляет простейшая электрическая цепь?
3. Для чего предназначен резистор? Какие резисторы по классификации Вы знаете?
4. Сформулируйте первый и второй законы Кирхгофа.
5. В чем отличие сложной электрической цепи от простой цепи?

## Тема 1.2. Электромагнетизм

Магнитное поле электрического тока. Магнитная индукция как характеристика интенсивности магнитного поля. Правило буравчика. Магнитный поток. Магнитная проницаемость. Напряженность магнитного поля.

Электромагнитная сила, действующая на проводник с током в магнитном поле. Правило левой руки. Взаимодействие параллельных проводников с токами. Принцип действия электромагнитного реле.

Ферромагнитные материалы, их намагничивание и перемагничивание. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы.

Явление электромагнитной индукции. ЭДС, возникающая в проводнике при перемещении его в магнитном поле. ЭДС, наводимая в контуре, катушке. Правило правой руки. Принцип Ленца. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. Индуктивность. Вихревые токи и их практическое значение.

Преобразование механической энергии в электрическую и электрической в механическую

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Какими характеристиками можно описать магнитное поле?
2. Что такое магнитная индукция?
3. Сформулируйте правило «правой руки»?
4. Сформулируйте правило «левой руки»?
5. Опишите практическое применение вихревых токов.

## Тема 1.3 Электрические машины постоянного тока

Классификация машин постоянного тока по назначению и способу возбуждения. Обратимость машин постоянного тока. Устройство и принцип действия машин постоянного тока. Генератор постоянного тока с параллельным возбуждением.

Электродвигатели постоянного тока. Пуск, регулирование частоты вращения, реверсирование двигателей постоянного тока, их применение в отрасли.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Назовите устройство и область применения электрических машин постоянного тока.
2. Опишите виды генераторов постоянного тока. В чем их отличие?
3. Назовите механические характеристики двигателя с параллельным возбуждением
4. Что такое реверсирование двигателя?
5. Назовите структуру поверочных схем.
6. Как осуществляется пуск двигателя? Роль пускового и регулировочного реостатов?

Тема 1.4. Электрические измерения.

Электроизмерительные приборы: классификация, устройство, принцип действия, условное обозначение, область применения.

Погрешность измерений. Погрешность средств измерений.

Измерительные механизмы приборов магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической, индукционной и других систем.

Измерение тока, напряжения и мощности. Включение амперметра, вольтметра, ваттметра в электрическую цепь. Расширение пределов измерения амперметров и вольтметров.

Измерение электрического сопротивления. Омметры. Мосты для измерения сопротивления.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Назовите основные электрические приборы, применяемые на практике?
2. Что такое погрешность? Какие виды погрешностей Вы знаете?
3. На что влияет абсолютная погрешность?
4. Для чего использует счетчик? Какие виды счетчиков Вы знаете?
5. Назовите методы измерения неэлектрических параметров.

Тема 1.5. Однофазные электрические цепи переменного тока

Переменный электрический ток. Получение переменного тока путем вращения проводника, согнутого в рамку, в магнитном поле. Период, частота,

угловая частота. Максимальное, мгновенное и действующее значение переменного тока и напряжения. Фаза и сдвиг фаз. Графическое изображение переменных величин.

Цепь переменного тока с активным сопротивлением. Закон Ома. Активная мощность. Векторная диаграмма. Цепь переменного тока с индуктивностью. Векторная диаграмма. Реактивное индуктивное сопротивление. Реактивная индуктивная мощность. Цепь переменного тока с емкостью. Реактивное емкостное сопротивление. Векторная диаграмма. Реактивная емкостная мощность. Цепь переменного тока с реальной катушкой. Векторная диаграмма.

Неразветвленная цепь переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью. Векторная диаграмма. Треугольники сопротивлений и мощностей. Резонанс напряжений.

Физические процессы в цепях переменного тока при параллельном соединении активного, индуктивного и емкостного сопротивлений. Векторные диаграммы токов. Активная, реактивная и полная мощности катушки индуктивности и конденсатора с потерями. Треугольник мощностей Резонанс токов. Коэффициент мощности, способы и экономическая целесообразность его повышения.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. В чем разница между постоянным и переменным током?
2. Назовите основные характеристики однофазных электрических цепей?
3. Опишите активные и реактивные сопротивления, мощности. Формулы вычисления.
4. Сформулируйте понятие резонанса тока, его условие.
5. Сформулируйте понятие резонанса напряжения, его условие.

Тема 1.6. Трехфазные электрические цепи переменного тока.

Трехфазная ЭДС и трехфазный ток. Получение трехфазной ЭДС. Преимущества трехфазной системы.

Соединение обмоток генератора и потребителей энергии звездой. Фазные и линейные напряжения и токи. Соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами. Векторная диаграмма напряжений.

Трех- и четырехпроводные цепи. Значение нулевого провода. Расчет трех- и четырехпроводных цепей с различным характером нагрузки.

Соединение обмоток генератора и потребителей энергии треугольником. Соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами. Векторная диаграмма токов.

Мощность трехфазной цепи. Расчет мощности.



Расчет симметричной цепи при соединении приемника звездой и треугольником. Мощность трехфазной цепи при симметричном режиме.

Несимметричная нагрузка в трехфазной цепи. Четырехпроводная трехфазная система. Роль нейтрального провода.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Что называется, трехфазной системой переменного тока?
2. В чем отличие трехфазной системы от однофазной системы переменного тока.
3. Опишите способы соединения электроприемников в трехфазной системе?
4. Опишите чем необходимо руководствоваться при создании векторных диаграмм напряжения и тока.

### Тема 1.7. Трансформаторы

Назначение и применение трансформаторов. Устройство, принцип действия однофазного трансформатора. Величины ЭДС обмоток.

Режим холостого хода и короткого замыкания трансформатора. Определение коэффициента трансформации и потерь мощности в стали трансформатора. Работа трансформатора под нагрузкой.

Трехфазный трансформатор, его конструкция.

Потери энергии и коэффициента полезного действия (далее – КПД) трансформатора. Специальные трансформаторы.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Что такое трансформатор? Назовите классификацию трансформаторов.
2. Перечислите режимы работы трансформатора.
3. Назовите основные характеристики трансформаторов.
4. Из каких основных частей состоит трансформатор?
5. Какие материалы используются при изготовлении трансформаторов.

### Тема 1.8. Электрические машины переменного тока

Назначение, классификация и применение электрических машин переменного тока.

Трехфазный асинхронный электродвигатель: устройство, рабочие характеристики, принцип действия. Получение вращающегося магнитного поля. Зависимость частоты вращения магнитного поля от частоты тока в обмотке статора и числа пар полюсов. Скольжение. Способы пуска в ход трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым и фазным роторами.

Регулирование частоты вращения и реверсирование асинхронного электродвигателя. Однофазный асинхронный электродвигатель. Синхронные электрические машины

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Что называют электрической машиной? Виды электрических машин.
2. Опишите принцип работы асинхронного электродвигателя.
3. Из каких основных составных частей состоит электрическая машина?
4. Что такое скольжение? Формула.
5. Принцип работы синхронной машины.
6. Область применения электрических машин переменного тока?

Тема 1.9. Электропривод и аппаратура управления

Электропривод. Режимы работы электродвигателей. Аппаратура управления и защиты: классификация. Электромагнитный пускатель. Его назначение, устройство, схема, принцип действия.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Назовите назначение и устройство электропривода.
2. Опишите виды электроприводов?
3. Назовите область применения электропривода.
4. Что относится к пускорегулирующей аппаратуре?
5. Как работает магнитный пускатель?

Тема 1.10. Передача и распределение электрической энергии

Энергетическая система. Типы электростанций. Способы передачи электроэнергии. Схемы электроснабжения потребителей электрической энергии. Назначение и устройство трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. Электрические сети и линии, их классификация.

Активный и пассивный четырехполюсники. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления эквивалентного генератора по опытам холостого хода и короткого замыкания. Анализ режима ветви электрической цепи при изменении сопротивления этой ветви.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Что такое электрическая станция?
2. Назовите основные виды электрических станций.
3. Какие современные схемы электроснабжения Вы знаете?
4. Опишите назначение и устройство трансформаторных подстанций и распределительных пунктов
5. Опишите назначение и устройство распределительных пунктов.
6. В чем отличие защитного заземления и защитного зануления?

## Раздел 2. Основы электроники.

### Тема 2.1 Полупроводниковые приборы.

Полупроводниковые приборы, их достоинства и недостатки. Виды примесей и проводимостей в полупроводниках. Собственный и примесный полупроводники. Электронно-дырочный (p-n) переход и его свойства. Вольт-амперная характеристика (далее – ВАХ) p-n- перехода. Полупроводниковый диод: устройство, принцип действия и применение. Пробой диода, виды пробоя. Максимальное обратное напряжение и допустимый ток. Биполярные транзисторы: устройство, принцип действия и применение. Схемы включения транзисторов. Статические входные и выходные характеристики транзистора. Полевой транзистор. Тиристоры: устройство, свойства, применение. ВАХ тиристора. Условно-графические и буквенно-цифровые обозначения полупроводниковых приборов.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. В чем принцип работы полупроводниковых приборов.
2. Назовите полупроводниковые приборы и их назначение.
3. Какие бывают транзисторы, их структура, назначение?
4. Опишите схемы включения транзисторов.
5. Какую функцию выполняют тиристоры?
6. Опишите область практического применения тиристоров.

### Тема 2.2 Фотоэлектронные приборы

Фотоэлектронные явления: фотоэлектронная эмиссия, фотопроводимость полупроводников, фотогальванический эффект. Устройство и принцип действия вакуумного, газонаполненного и полупроводникового фотоэлементов. Фотодиоды, фототранзисторы, солнечные фотоэлементы. Область применения, условное обозначение фотоэлектронных приборов.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Назовите фотоэлектронные приборы и их назначение.
2. Какие бывают фотодиоды, их структура, назначение?
3. Опишите область применения фотоэлектронных приборов?
4. Какую функцию выполняют фототранзисторы?

### Тема 2.3 Электронные выпрямители

Назначение, применение структурная схема электронного выпрямителя. Схемы выпрямления однофазного тока: однополупериодная, двухполупериодные с выводом от средней точки и мостовая. Соотношение между переменными и выпрямленными токами и напряжениями для различных схем выпрямления. Сглаживающие фильтры. Управляемые и неуправляемые выпрямители. Трехфазные выпрямители.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Что такое выпрямитель?
2. Опишите назначение и область применения выпрямителя.
3. Какие виды выпрямителей существуют?
4. Какие сглаживающие фильтры применяются в выпрямителях?
5. Из чего состоит функциональная схема выпрямительного устройства?

### Тема 2.4 Электронные усилители

Назначение и классификация электронных усилителей. Коэффициент усиления усилителя. Усилительный каскад: назначение элементов его схемы, принцип действия. Многокаскадные усилители. Обратные связи усилителя. Усилитель мощности

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Что такое полупроводниковый усилитель?
2. Опишите назначение и область применения выпрямителя.
3. Какие усилители бывают по классификации?
4. Из чего состоит функциональная схема простейшего усилителя?
5. Как определяется коэффициент усиления?

### Тема 2.5 Электронные генераторы и приборы отображения информации

Назначение и классификация электронных генераторов. Электронный генератор синусоидальных напряжений, генератор пилообразного напряжения, их схемы, принцип действия, применение. Мультивибратор: схема, принцип действия, применение. Триггер, его назначение и применение. Электронно-лучевая трубка: устройство, назначение. Электронный осциллограф: устройство, назначение. Современные приборы отображения информации.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Какую функцию выполняет электронный генератор?
2. Опишите назначение и область применения электронных генераторов.
3. Какие электронные генераторы бывают по классификации?
4. Что такое мультивибратор, его основная функция?

5. Как работает осциллограф?

Тема 2.6 Интегральные схемы микроэлектроники

Гибридные, толсто пленочные, тонкопленочные, полупроводниковые интегральные микросхемы. Классификация, маркировка и применение микросхем. Логические элементы ИЛИ, И, НЕ, их схемы.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Что такое ИМС?
2. Опишите назначение и область применения ИМС.
3. Опишите планарно-эпитаксиальную технологию создания ИМС?
4. Какие бывают микросхемы по степени интеграции?
5. Опишите, как работают логические элементы «ИЛИ», «И», «НЕ»?

### **3 Общие требования**

#### **по оформлению домашней контрольной работы**

В соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД. Требования к оформлению текстовых документов» оформление домашней контрольной работы должно осуществляться по следующим правилам: все части пояснительной записки следует излагать только на одном из государственных языков – белорусском или русском.

На лицевой части работы помещается наклейка установленного образца. В наклейке обязательно заполняются все графы, фамилия имя отчество пишется полностью.

Вопросы и задачи контрольной работы переписываются по порядку, без сокращений. На каждый переписанный вопрос сразу же дается ответ. После каждого ответа на вопрос выделяется свободное пространство, а в конце работы 1, 2 страницы для рецензии.

Домашняя контрольная работа может быть выполнена рукописно в отдельной тетради «в клеточку» с пронумерованными страницами и отведенными полями шириной 30 мм. Возможно выполнение работы на компьютере и отпечатанный текст на белой бумаге формата А4 с одной стороны листа. Оформление работы должно быть единообразным, с соблюдением следующих типографических требований:

- поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм;
- шрифт текста размером 14 пт., гарнитурой Times New Roman;
- шрифт заголовков (все прописные), подзаголовков 16 пт., гарнитурой Times New Roman;
- межстрочный интервал – полуторный;
- отступ красной строки – 1,25;
- номера разделов, подразделов, пунктов и подпунктов следует выделять полужирным шрифтом;
- разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определённых терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры;
- выравнивание текста – по ширине, перенос слов не допускается.

При делении вопроса на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

Вопросы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки. Наименование вопросов следует располагать по центру строки без точки в конце, прописными буквами жирным начертанием, отделяя от текста одной пустой строкой.

## 4 Методические указания

### по выполнению домашней контрольной работы

#### Введение

Данная тема является вводной должна сформировать представление о состоянии и перспективе развития энергетики в Республике Беларусь, целях и задачах предмета, о роли электрификации в развитии социально-экономического комплекса.

[1],(с. 4-6); [2],(с. 3-5); [3],(с. 3-5).

#### Раздел 1. Электротехника

Тема 1.1. Электрические цепи постоянного тока.

При изучении темы следует сформировать умения по расчету типовых и нетиповых электрических цепей постоянного тока с использованием закона Ома и правил Кирхгофа. Сформировать понятия о расчете простых электрических цепей постоянного тока с использованием закона Ома, законов Кирхгофа, Джоуля - Ленца. Научиться рассчитывать параметры простых цепей постоянного тока. Сформировать умения собирать электрические цепи и измерять электрические параметры, анализировать особенности и закономерности.

[1],(с. 7-22); [2],(с. 27-56); [3],(с. 21-43).

**Пример 1.** Цепь постоянного тока со смешанным соединением состоит из пяти резисторов. В зависимости от варианта заданы схемы цепи, представленные на рисунках. Определите:

- эквивалентное (общее) сопротивление цепи;
- общий ток в цепи, мощность всей цепи;
- ток, напряжение и мощность на каждом резисторе.

Исходные данные приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Числовые параметры сопротивлений резисторов, и входного напряжения

R1 Ом	R2 Ом	R3 Ом	R4 Ом	R5 Ом	U <sub>вх</sub>
5	3	2	4	6	300

На рисунке 1.1 представлена схема цепи постоянного тока согласно условию.

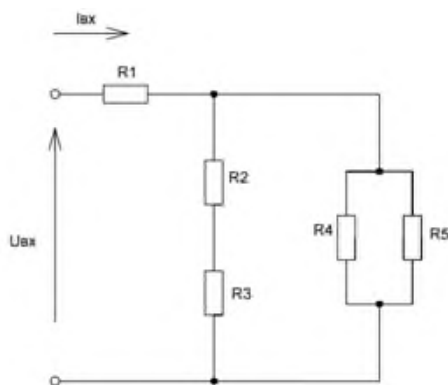


Рисунок 1.1 – Цепь постоянного тока со смешанным соединением

### Решение

Так как резисторы  $R_4$  и  $R_5$  соединены параллельно, то преобразуем схему и по формуле параллельного соединения резисторов найдем  $R_{45}$ :

$$R_{45} = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = \frac{4 \cdot 6}{4 + 6} = 2,4 \text{ Ом.}$$

После преобразования получим схему, приведенную на рисунке 1.2.

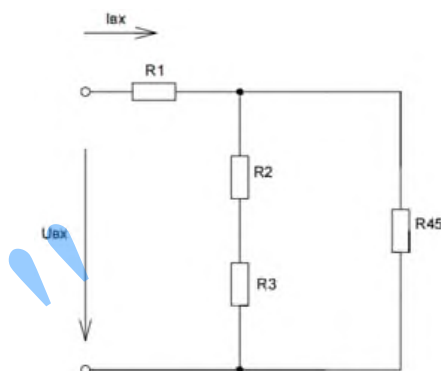


Рисунок 1.2 – Упрощенная схема

Так как резисторы  $R_2$  и  $R_3$  соединены последовательно, то преобразуем схему по формуле последовательного соединения резисторов:

$$R_{23} = R_2 + R_3;$$

$$R_{23} = 3 + 2 = 5 \text{ Ом.}$$

Преобразуем схему:

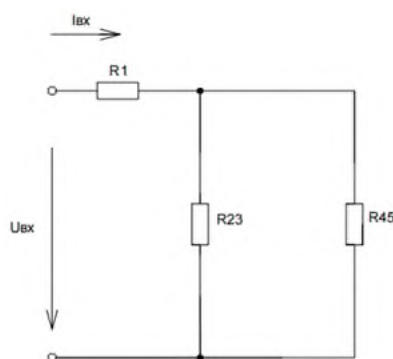


Рисунок 1.3 – Упрощенная схема



Так как резисторы  $R_{23}$  и  $R_{45}$  соединены параллельно, то преобразуем схему по формуле параллельного соединения резисторов:

$$R_{2345} = \frac{R_{23} \cdot R_{45}}{R_{23} + R_{45}} = \frac{5 \cdot 2,4}{5 + 2,4} = 1,62 \text{ Ом.}$$

Преобразуем схему:

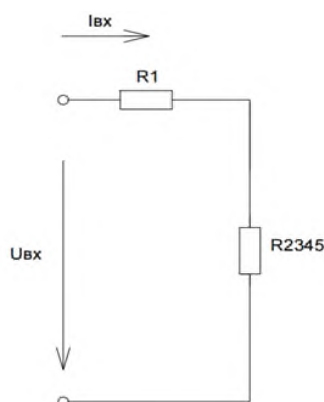


Рисунок 1.4 – Упрощенная схема

Так как резисторы  $R_1$  и  $R_{2345}$  соединены последовательно, то преобразуем схему по формуле последовательного соединения резисторов:

$$R_1 + R_{2345} = R_{\text{общ}};$$

$$R_{\text{общ}} = 5 + 1,62 = 6,62 \text{ Ом.}$$

Найдем общий ток всей цепи по закону Ома:

$$I_{\text{общ}} = \frac{U_{\text{вх}}}{R_{\text{общ}}} = \frac{300}{6,62} = 45,31 \text{ А.}$$

Найдем общую мощность всей цепи:

$$P_{\text{общ}} = I_{\text{общ}} \cdot U_{\text{вх}} = 45,31 \cdot 300 = 13,59 \text{ кВт.}$$

Ток на  $R_1$  будет равен общему току,  $I_1 = I_{\text{общ}}$ .

По закону Ома для участка цепи найдем  $U_1$ :

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 45,31 \cdot 5 = 226,6 \text{ В}$$

Найдем мощность на  $R_1$ :

$$P_1 = I_1 \cdot U_1 = 45,31 \cdot 226,6 = 10,27 \text{ кВт}$$

Найдем напряжение и ток на резисторе  $R_2$ :

Для этого определим напряжение на ветви по закону Ома для участка цепи:

$$U_{2345} = I_{\text{общ}} \cdot R_{2345} = 45,31 \cdot 1,62 = 73,4 \text{ В}$$

$$U_{2345} = U_{23} = U_{45}$$

$$I_{23} = U_{23} / R_{23} = 73,4 / 5 = 14,68 \text{ А}$$

$I_2 = I_3 = I_{23}$ , т.к.  $R_2$  и  $R_3$  соединены последовательно;

Напряжение на  $R_2$  найдем по закону Ома для участка цепи:

$$U_2 = I_2 \cdot R_2 = 14,68 \cdot 3 = 44,04 \text{ В}$$

Мощность на  $R_2$ :

$$P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = 14,68^2 \cdot 3 = 646,51 \text{ Вт.}$$

По аналогии найдем ток и мощность на  $R_3$ :

$$I_3 = I_2 = 14,68 \text{ А}$$

$$U_3 = I_3 \cdot R_3 = 14,68 \cdot 2 = 29,36 \text{ В}$$

$$P_3 = I_3^2 \cdot R_3 = 14,68^2 \cdot 2 = 431 \text{ Вт.}$$

Найдем ток и напряжение на резисторе  $R_5$  и  $R_4$ :

Определим напряжение ветви:

$$U_{45} = U_{2345} = U_{23} = 73,4 \text{ В}$$

$U_{45} = U_4 = U_5$ , т.к.  $R_4$  и  $R_5$  соединены параллельно.

По закону Ома:

$$I_4 = U_4 / R_4 = 73,4 / 4 = 18,35 \text{ А}$$

$$I_5 = U_5 / R_5 = 73,4 / 6 = 12,23 \text{ А}$$

Мощность на  $R_4$  и  $R_5$ :

$$P_4 = U_4 \cdot I_4 = 73,4 \cdot 18,35 = 1346 \text{ Вт}$$

$$P_5 = U_5 \cdot I_5 = 73,4 \cdot 12,23 = 897,71 \text{ Вт}$$

## Тема 1.2. Электромагнетизм

При изучении темы следует сформировать представления о магнитном поле и его основных параметрах, намагничивании ферромагнитных материалов, явлениях электромагнитной индукции, самоиндукции и взаимной индукции.

[1], (с. 121-142); [2], (с. 57-71); [3], (с. 44-61).

## Тема 1.3. Электрические машины постоянного тока

При изучении темы следует ознакомиться с работой электрических машин, сформировать представление о рабочих параметрах генераторов и двигателей постоянного тока. Сформировать умение анализировать работу машин постоянного тока.

[1], (с. 258-282), [2], (с. 215-235); [3], (с. 179-197).

## Тема 1.4. Электрические измерения

При изучении темы следует сформировать знания о видах и методах электрических измерений. Сформировать представления об устройстве, принципе действия и назначении приборов, областях их использования.

Научиться производить измерение тока, напряжения, мощности. Сформировать знания по инструктивному исполнению измерительных механизмов.

[1], (с. 146-176); [2], (с. 117-146); [3], (с. 97-125).

### Тема 1.5. Однофазные электрические цепи переменного тока

При изучении темы следует ознакомиться с понятием синусоидального тока, напряжения и ЭДС. Получить представление о характеристиках и параметрах электрических цепей переменного тока. Научиться строить векторные диаграммы. Сформировать знания о цепях переменного тока с R, L и C при последовательном и параллельном соединении R, L и C элементами, векторных диаграммах, расчетных соотношениях, о резонансах напряжений и токов.

Сформировать умения в расчете коэффициента мощности, знания о способах его повышения. Закрепить знания по расчету последовательной электрической цепи, получению резонансу. Закрепить знания по расчету параллельной электрической цепи, получению резонанса токов. Сформировать умение производить анализ работы последовательной и параллельной цепи, закрепить знания по расчету параметров цепей, анализировать резонансные явления.

[1],(с. 39-66); [2], (с. 72-98); [3],(с. 62-88).

### Тема 1.6. Трехфазные электрические цепи переменного тока.

При изучении темы необходимо сформировать представления о получении токов и напряжений в трехфазной системе, соединении обмоток трехфазного генератора «звездой» и «треугольником». Сформировать знания о линейных и фазных токах и напряжениях, соотношениях между ними, о расчете мощностей P, Q и S и построении векторных диаграмм. Закрепить знания по расчету электрической цепи трехфазного тока. Сформировать умения определять роль нулевого провода и устанавливать соотношения между линейным и фазным напряжением в схеме «звезда» с нулевым проводом.

#### **Пример 2.**

В соответствии с исходными данными, приведенными в таблице 2, начертите схему соединения сопротивлений в трехфазной цепи.

Определите:

- 1) фазные токи;
  - 2) линейные токи (при соединении треугольником);
  - 3) ток в нулевом проводе (при соединении звездой);
  - 4) активную, реактивную и полную мощность каждой фазы и всей трехфазной цепи;
  - 5) угол сдвига фаз между током и напряжением в каждой фазе;
- Начертите в масштабе векторную диаграмму трехфазной цепи.

Таблица 1.6.1 – Числовые параметры и схемы соединения трехфазных линейных электрических цепей переменного тока

№ варианта	Uл, В	Uф, В	Сопротивления фаз									Схема соединения
			R <sub>A</sub> Ом	R <sub>B</sub> Ом	R <sub>C</sub> Ом	X <sub>L</sub> A Ом	X <sub>L</sub> B Ом	X <sub>L</sub> C Ом	X <sub>C</sub> A Ом	X <sub>C</sub> <sub>B</sub> Ом	X <sub>C</sub> C Ом	
1	865	-	65,4	62,5	85,5	76,8	-	235	-	108,25	-	Y

### Решение

Схема соединения сопротивлений представлена на рисунке 1.6.1.

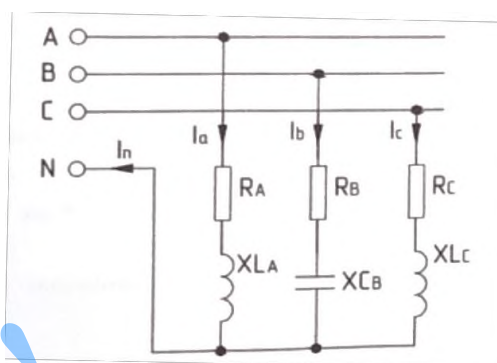


Рисунок 1.6.1 – Схема соединения сопротивлений

1. При соединении потребителей звездой выполняется соотношение:

$$U_{\text{ном}} = U_{\text{ф}} = U_{\text{л}}/\sqrt{3} = 499,41 \text{ В.}$$

2. Определим полные сопротивления фазы А:

$$z_A = \sqrt{R_A^2 + X_{LA}^2} = \sqrt{65,4^2 + 76,8^2} = 100,87 \text{ Ом}$$

$$z_B = \sqrt{R_B^2 + X_{CB}^2} = \sqrt{62,5^2 + 108,25^2} = 124,99 \text{ Ом}$$

$$z_C = \sqrt{R_C^2 + X_{LC}^2} = \sqrt{85,5^2 + 235^2} = 250,07 \text{ Ом}$$

3. Определим фазные токи:

$$I_A = U_{\text{ф}}/z_A = 499,41/100,87 = 4,95 \text{ А}$$

$$I_B = U_{\text{ф}}/z_B = 499,41/124,99 = 3,99 \text{ А}$$

$$I_C = U_{\text{ф}}/z_C = 499,41/250,07 = 1,99 \text{ А}$$

4. Определим угол сдвига фаз между током и напряжением в каждой фазе. В фазу А последовательно включены активное и индуктивное сопротивления.

$$\varphi_A = \arctg X_{LA}/R_A = \arctg 76,8/65,4 = 50^\circ$$

В фазу В включено чисто емкостное сопротивление. Так как реактивное сопротивление  $Z_B$  отрицательно, то

$$\varphi_B = - \arctg X_{CB}/R_B = - \arctg 108,25/62,5 = - 60^\circ$$

В фазу С включены последовательно включены активное и индуктивное сопротивления. Следовательно  $\varphi_C = \arctg X_{LC}/R_C = \arctg 235/85,5 = 70^\circ$

5. Определяем активную мощность  $P_A$ :

$$P_A = I_A^2 * R_A = 4,95^2 * 65,4 = 1602,5 \text{ Вт}$$

Определяем активную мощность фазы  $P_B$ :

$$P_B = I_B^2 * R_B = 3,99^2 * 62,5 = 995,0 \text{ Вт}$$

Определяем активную мощность фазы  $P_C$ :

$$P_C = I_C^2 * R_C = 1,99^2 * 85,5 = 338,6 \text{ Вт}$$

Определяем активную мощность трехфазной цепи:

$$P = P_A + P_B + P_C = 1602,5 + 995,0 + 338,6 = 2936,1 \text{ Вт}$$

6. Определим реактивную мощность в фазе  $Q_A$ :

$$Q_A = I_A^2 * (-X_{CA}) = 4,95^2 * 76,8 = 1881,8 \text{ ВАр}$$

Определим реактивную мощность в фазе  $Q_B$ :

$$Q_B = I_B^2 * X_{LB} = 3,99^2 * (-108,25) = - 1723,4 \text{ ВАр}$$

Определим реактивную мощность в фазе  $Q_C$ :

$$Q_C = I_C^2 * X_{LC} = 1,99^2 * 235 = 930,6 \text{ Вар}$$

Определяем реактивную мощность всей цепи:

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C = 1881,8 - 1723,4 + 930,6 = 1089 \text{ ВАр}$$

7. Определяем полную мощность трехфазной цепи:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{2936,1^2 + 1089^2} = 3131,5 \text{ ВА}$$

8. По векторной диаграмме определим ток в нулевом проводе как векторную сумму линейных токов:

$$I_{1n} = 8,63 \text{ см}$$

$$I_n = m_1 * I_{1n} = 1 * 8,63 = 8,63 \text{ А}$$

Векторная диаграмма приведена на рис.3

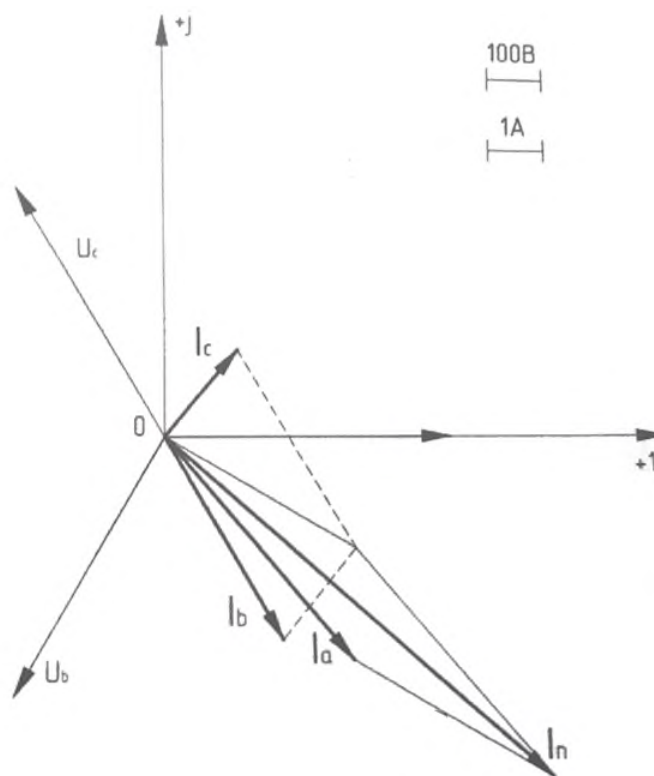


Рисунок 3. – Векторная диаграмма

### Тема 1.7. Трансформаторы

При изучении темы следует получить представление о назначении, устройстве однофазного трансформатора и его основных параметрах. Сформировать представление о режимах работы трансформатора научить определять параметры трансформатора. Получить представление о трехфазных трансформаторах и специальных типах трансформаторов.

[1],(с. 179-211); [2],(с. 147-165); [3],(с. 126-144).

### Тема 1.8. Электрические машины переменного тока

При изучении темы следует сформировать представление о асинхронных трехфазных электродвигателях. Сформировать представления об однофазных асинхронных двигателях. Сформировать знания о синхронных машинах и специфики их работы. Сформировать умение анализировать работу электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

При частоте напряжения питающей сети 50 Гц возможные синхронные частоты вращения магнитного поля статора: 3000, 1500, 1000, 750, 600 об/мин и т.д. Тогда при частоте вращения ротора  $n_2 = 950$  об/мин из приведенного выше ряда выбираем ближайшую к ней частоту вращения поля

$n_1 = 1000$  об/мин. Тогда можно определить скольжение ротора, даже не зная числа пар полюсов двигателя:

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1000 - 950}{1000} = 0,05$$

Из формулы для скольжения можно определить частоту вращения ротора:

$$n_2 = n_1 \cdot (1 - S)$$

В настоящее время промышленность выпускает асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором серии 4А мощностью от 0,06 до 400 кВт. Обозначение типа электродвигателя расшифровывается так: 4 – порядковый номер серии; А – асинхронный; Х – алюминиевая оболочка и чугунные щиты (отсутствие буквы Х означает, что корпус полностью выполнен из чугуна); В – двигатель встроен в оборудование; Н – исполнение защищенное IP23, для закрытых двигателей исполнения IP44 обозначение защиты не приводится; Р – двигатель с повышенным пусковым моментом; С – сельскохозяйственного назначения; цифра после буквенного обозначения показывает высоту оси вращения в мм (100, 112 и т. д.); буквы S, M, L – после цифр – установочные размеры по длине корпуса (S – 37 станина самая короткая; M – промежуточная; L – самая длинная); цифра после установочного размера – число полюсов; буква У – климатическое исполнение (для умеренного климата); последняя цифра – категория размещения: 1 – для работы па открытом воздухе, 3 – для закрытых неотапливаемых помещений.

**Пример.** Необходимо расшифровать условное обозначение двигателя 4А250S4УЗ. Это двигатель четвертой серии, асинхронный, корпус полностью чугунный (нет буквы Х), высота оси вращения 250 мм, размеры корпуса по длине S (самый короткий), четырех полюсный, для умеренного климата, третья категория размещения.

**Пример.** Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором типа 4АР160Б6УЗ имеет номинальные данные: мощность  $P_{ном} = 11$  кВт; напряжение  $U_{ном} = 380$  В; частота вращения ротора  $n_2 = 975$  об/мин; к.п.д.  $\eta_{ном} = 0,855$ ; коэффициент мощности  $\cos\phi_{ном} = 0,83$ ; кратность пускового тока  $I_{п}/I_{ном} = 7$ ; кратность пускового момента  $M_{п}/M_{ном} = 2,0$ ; способность к перегрузке  $M_{max}/M_{ном} = 2,2$ . Частота тока в сети  $f_1 = 50$  Гц.

Определить: 1) потребляемую мощность; 2) номинальный, пусковой и максимальный вращающие моменты; 3) номинальный и пусковой токи; 4) номинальное скольжение; 5) частоту тока в роторе. Расшифровать его условное обозначение. Оценить возможность пуска двигателя при номинальной нагрузке, если напряжение в сети при пуске снизилось на 20%?

**Решение:**

**1. Мощность, потребляемая из сети**

$$P_1 = \frac{P_{ном}}{\eta_{ном}} = \frac{11}{0,855} = 12,86 \text{ кВт}$$

**2. Номинальный момент, развиваемый двигателем:**

$$M = 9,55 \frac{P_{ном}}{n_2} = \frac{9,55 \cdot 11 \cdot 1000}{975} = 107,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

**3. Максимальный и пусковой моменты:**

$$M_{\max} = 2,2 \cdot M_{ном} = 2,2 \cdot 107,7 = 237 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\Pi} = 2 \cdot M_{ном} = 2 \cdot 107,7 = 215,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

**4. Номинальный и пусковой токи:**

$$I_{ном} = \frac{P_{ном} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta_{ном} \cdot \cos \varphi_{ном}} = \frac{11 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,855 \cdot 0,83} = 23,6 \text{ А};$$

$$I_{\Pi} = 7,0 \cdot I_{ном} = 7,0 \cdot 23,6 = 165 \text{ А}$$

**5. Номинальное скольжение**

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1000 - 975}{1000} = 0,025 = 2,5 \%$$

**6. Частота тока в роторе**

$$f_2 = f_1 \cdot s = 50 \cdot 0,025 = 1,25 \text{ Гц}$$

**7.** Условное обозначение двигателя расшифровываем так: двигатель четвертой серии, асинхронный, с повышенным скольжением (буква Р), высота оси вращения 160 мм, размеры корпуса по длине S (самый короткий), шести-полюсный, для умеренного климата, третья категория размещения.

**8.** При снижении напряжения в сети на 20 % на выводах двигателя остается напряжение 0,8  $U_{ном}$ . Так как момент двигателя пропорционален квадрату напряжения, то:

$$\frac{M'_{\Pi}}{M_{\Pi}} = \frac{(0,8 \cdot U_{ном})^2}{U_{ном}^2} = \frac{(0,8 \cdot 380)^2}{380^2} = 0,64$$

**Отсюда**

$$M'_{\Pi} = 0,64 \cdot M_{\Pi} = 0,64 \cdot 215,4 = 138 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

что больше  $M = 107,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Таким образом, пуск двигателя возможен.

[1], (с. 212-257); [2], (с. 166-214); [3], (с. 147-178).

Тема 1.9. Электропривод и аппаратура управления



При изучении темы следует ознакомиться с режимами работы электродвигателей. Сформировать представление об аппаратуре управления, электромагнитном пускателе, изучить схему и принцип действия электромагнитного пускателя.

Дополнительная [1], (с. 269-272)

Тема 1.10. Передача и распределение электрической энергии

При изучении темы следует сформировать представления об основных типах электростанций. Ознакомиться с передачей и распределением электроэнергии, электроснабжении различных типов потребителей.

Сформировать способность анализировать схемы электроснабжения, защитных устройств.

[2], (с. 256-267); [3], (с. 198-211).

## **Раздел 2. Основы электроники**

Тема 2.1 Полупроводниковые приборы.

При изучении темы следует ознакомиться с сущностью электронной и дырочной проводимости. Сформировать представление о полупроводниковых приборах: конструкции, типах, параметрах, областях применения.

[1],(с. 295-320), [2], (с. 236-294).

Тема 2.2 Фотоэлектронные приборы

При изучении темы следует сформировать представления о назначении и области применения фотоэлектронных приборов. Ознакомиться с принципом действия фотодиода, фототранзистора и солнечных фотоэлементов.

[1],(с. 159-164).

Тема 2.3 Электронные выпрямители

При изучении темы следует сформировать представления о назначении и области применения выпрямительных устройств, сглаживающих фильтров и стабилизаторов напряжения и тока. Ознакомиться с функциональными схемами выпрямительных устройств.

[2], (с. 295-315).

Тема 2.4 Электронные усилители

При изучении темы следует ознакомиться с полупроводниковыми усилителями, их назначением, классификацией, принципом действия и режимами

работы, областью применения. Сформировать представление о однокаскадных усилителях, принципе его работы. Сформировать представление о многокаскадных усилителях (МУ), структурной схеме МУ.

[1],(с. 360-388), [2], (с. 316-331).

Тема 2.5 Электронные генераторы и приборы отображения информации

При изучении темы следует ознакомиться с назначением и классификацией электронных генераторов. Сформировать представление о блок-схеме электронного генератора и ее работе. Сформировать представление о мультивибраторах на триггерах, электронном осциллографе, электроннолучевой трубке.

[1],(с. 389-405), [2], (с. 332-341).

Тема 2.6 Интегральные схемы микроэлектроники

При изучении темы следует ознакомиться с понятием ИМС. Сформировать представление о гибридных, толсто пленочных и полупроводниковых микросхемах. Сформировать представление о технологии изготовления ИМС. Ознакомиться с классификацией, маркировкой и применением микросхем. Сформировать представление о логических элементах «ИЛИ», «И», «НЕ», их функциональном назначении.

[1],(с. 420-441), [2], (с. 342-355).

## 5 Задания для домашних контрольных работ

К выполнению заданий следует приступать после изучения соответствующих разделов учебной дисциплины.

Контрольная работа имеет 25 вариантов. Номер выполняемого варианта выбирается по порядковому номеру учащегося в журнале учебной группы. При выполнении контрольной работы необходимо ответить на теоретические вопросы и решить задачи (таблица № 5.1).

Работы, не соответствующие своему варианту, не рассматриваются. Отвечать на вопросы следует кратко, ясно, с привлечением необходимых формул и схем. При решении задачи необходимо объяснять все принимаемые коэффициенты, величины и т.п. со ссылкой на справочную литературу. Задачи решать последовательно и полностью. Формулы, по которым ведутся вычисления, следует сначала записывать в общем виде. Иллюстрации (рисунки, схемы) служат для наглядного представления. Схемы и рисунки выполнять карандашом (если выполняется рукописным способом) или на компьютере с помощью графических редакторов.

Таблица 5.1 – Варианты заданий домашней контрольной работы:

№№ варианта	№№ вопросов	№№ варианта	№№ вопросов	№№ варианта	№№ вопросов
В-1	1,1; 1.28; 2.2; 3.11; 4.19;	В-10	1.7; 1.34; 2.7; 3.24; 4.7;	В-19	1.25; 1.50; 2.1; 3.17; 4.6;
В-2	1.2; 1.39; 2.13; 3.4; 4.12;	В-11	1.11; 1.43; 2.8; 3.7; 4.4;	В-20	1.23; 1.47; 2.23; 3.12; 4.24;
В-3	1.17; 1.45; 2.18; 3.10; 4.8;	В-12	1.21; 1.29; 2.22; 3.15; 4.20;	В-21	1.16; 1.30; 2.17; 3.5; 4.1;
В-4	1.12; 1.37; 2.21; 3.14; 4.23;	В-13	1.3; 1.35; 2.11; 3.3; 4.16;	В-22	1.6; 1.40; 2.6; 3.1; 4.14;
В-5	1.8; 1.42; 2.10; 3.6; 4.17;	В-14	1.24; 1.49; 2.3; 3.18; 4.9;	В-23	1.14; 1.36; 2.9; 3.21; 4.11;
В-6	1.19; 1.31; 2.16; 3.8; 4.3;	В-15	1.15; 1.46; 2.25; 3.23; 4.13;	В-24	1.9; 1.33; 2.14; 3.16; 4.5;
В-7	1.22; 1.48; 2.4; 3.2; 4.25;	В-16	1.13; 1.38; 2.15; 3.25; 4.22;	В-25	1.4; 1.26; 2.24; 3.10; 4.21;
В-8	1.10; 1.27; 2.24; 3.13; 4.10;	В-17	1.18; 1.41; 2.5; 3.9; 4.15;		
В-9	1.20; 1.44; 2.12; 3.19; 4.18;	В-18	1.5; 1.32; 2.19; 3.22; 4.2;		

### **Теоретические вопросы:**

1.1 Дайте определение понятия «электрическое поле». Назовите характеристики электрического поля и приведите формулы для их расчета.

1.2 Дайте определение физической величины «электрическая емкость». Дайте определение понятия «конденсатор» и изобразите его условное обозначение. Приведите классификацию конденсаторов по виду диэлектрика.

1.3 Опишите свойства последовательного и параллельного соединения конденсаторов на примере четырёх конденсаторов.

1.4 Дайте определение понятий «электрический ток», «сила тока». Приведите их единицы измерения. Назовите направление тока, принимаемое за положительное. Дайте определение понятия «постоянный ток».

1.5 Дайте определение понятия «электрическая цепь». Нарисуйте простейшую схему электрической цепи. Дайте определение понятий узел, ветвь и контур электрической цепи.

1.6 Сформулируйте законы Ома. Дайте определение понятия «электродвижущая сила (ЭДС)». Изобразите обозначения основных элементов схемы электрической цепи.

1.7 Дайте определение «электрическое сопротивление цепи». Приведите единицу измерения данной ФВ. Приведите формулу для расчета сопротивления провода. Дайте определение удельного электрического сопротивления и электрической проводимости.

1.8 Опишите свойства последовательного и параллельного соединения резисторов.

1.9 Сформулируйте законы Кирхгофа. Изобразите схемы и запишите математическое выражение законов Кирхгофа.

1.10 Дайте определение понятия «магнитное поле». Назовите характеристики магнитного поля и приведите формулы для их расчета. Дайте определение понятия «магнитодвижущая сила».

1.11 Раскройте сущность электромагнитной силы, действующей на проводник с током в магнитном поле. Сформулируйте правило для определения направления электромагнитной силы.

1.12 Раскройте сущность явления электромагнитной индукции. Сформулируйте правило для определения направления ЭДС электромагнитной индукции.

1.13 Дайте определение понятия «переменный ток». Изобразите график переменного тока. Назовите и поясните параметры переменного тока.

1.14 Опишите физические процессы, протекающие в неразветвленной цепи переменного тока с  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Изобразите векторную диаграмму цепи.

1.15 Назовите условие наступления резонанса напряжений. Назовите условие наступления резонанса токов.

1.16 Дайте определение понятия «трехфазный переменный ток». Опишите устройство трехфазного генератора. Перечислите способы соединения обмоток генератора. Дайте определение фазного и линейного напряжения.

1.17 Изобразите схему трехфазной цепи при соединении обмоток генератора и фаз трехфазного приемника «звездой». Запишите соотношение между фазными и линейными токами и напряжениями для соединения «звездой».

1.18 Изобразите схему трехфазной цепи при соединении обмоток генератора и фаз трехфазного приемника «треугольником». Запишите соотношение между фазными и линейными токами и напряжениями для соединения «треугольником».

1.19 Классифицируйте электроизмерительные приборы. Дайте определение абсолютной и относительной погрешности.

1.20 Объясните устройство и принцип действия индукционного прибора. Изобразите его условное обозначение.

1.21 Объясните методы измерения сопротивлений. Изобразите его условное обозначение.

1.22 Дайте определение понятия «трансформатор». Приведите классификацию трансформаторов и поясните устройство однофазного трансформатора.

1.23 Объясните принцип действия однофазного трансформатора, опишите потери энергии и КПД.

1.24 Дайте определение понятия «трехфазный трансформатор». Изобразите его схему, поясните устройство и применение.

1.25 Дайте определение понятия «сварочный трансформатор». Изобразите его схему, поясните устройство и применение.

1.26 Дайте определение понятия «измерительный трансформатор». Изобразите его схему, поясните устройство и применение.

1.27 Опишите устройство асинхронного двигателя. Объясните получение вращающегося магнитного поля асинхронного двигателя.

1.28 Объясните способы пуска в ход и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.

1.29 Объясните принцип действия асинхронного двигателя и поясните его механическую характеристику.

1.30 Объясните устройство машин постоянного тока. Приведите их классификацию по способу возбуждения.

1.31 Объясните принцип работы генератора постоянного тока.

- 1.32 Объясните принцип работы двигателей постоянного тока.
- 1.33 Поясните принцип работы генераторных преобразователей.
- 1.34 Дайте определение понятия «электропривод». Поясните процесс выбора двигателей для электропривода.
- 1.35 Дайте определение понятия «электронно-дырочный переход». Объясните типы электропроводности полупроводников.
- 1.36 Дайте определение понятия «полупроводниковый диод». Поясните принцип действия полупроводникового диода.
- 1.37 Дайте определение и поясните принцип действия полупроводникового стабилитрона.
- 1.38 Дайте определение, приведите классификацию и поясните принцип действия биполярного транзистора.
- 1.39 Поясните схемы включения биполярных транзисторов. Опишите характеристики транзистора с общим эмиттером.
- 1.40 Дайте определение и поясните принцип действия тиристоры.
- 1.41 Дайте определение понятия «электронные выпрямители». Поясните структурную схему электронных выпрямителей.
- 1.42 Объясните устройство и принцип действия однофазного однополупериодного выпрямителя.
- 1.43 Объясните устройство и принцип действия однофазного мостового выпрямителя.
- 1.44 Объясните устройство и принцип работы трехфазного выпрямителя.
- 1.45 Дайте определение понятия «электрический фильтр». Объясните принцип действия емкостного и индуктивного фильтра.
- 1.46 Дайте определение понятия «электронный усилитель». Объясните работу усилителя на биполярном транзисторе.
- 1.47 Дайте определение понятия «электронный генератор». Объясните принцип действия генератора синусоидальных напряжений.
- 1.48 Объясните устройство и принцип действия мультивибратора. Объясните принцип действия генератора пилообразного напряжения.
- 1.49 Приведите классификацию основных логических операций. Объясните работу основных логических схем. Дайте определение понятия «интегральные микросхемы». Опишите их устройство и области применения.
- 1.50 Дайте определение понятия Микро-ЭВМ. Объясните назначение основных звеньев Микро-ЭВМ.

### Задачи №№ 2.1-2.25.

Цепь постоянного тока со смешанным соединением состоит из пяти резисторов. В зависимости от варианта заданы схемы цепи, представленные на рисунках. Определите:

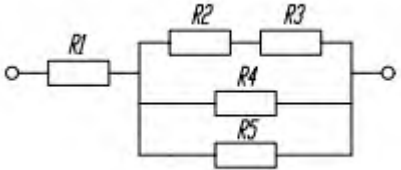
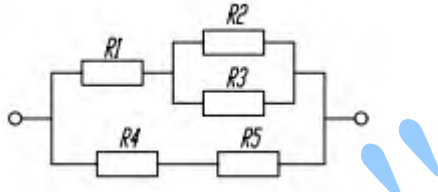
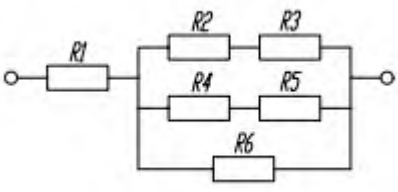
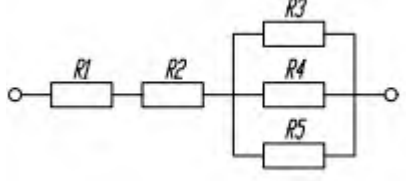
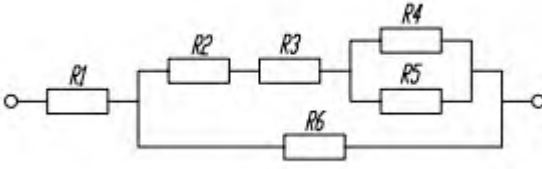
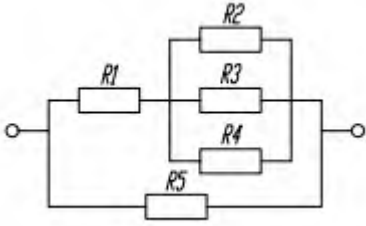
- эквивалентное (общее) сопротивление цепи;
- общий ток в цепи, мощность всей цепи;
- ток, напряжение и мощность на каждом резисторе.

Исходные данные приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Исходные данные

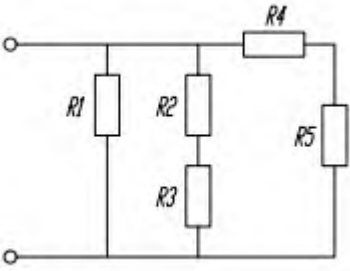
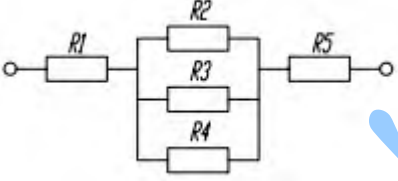
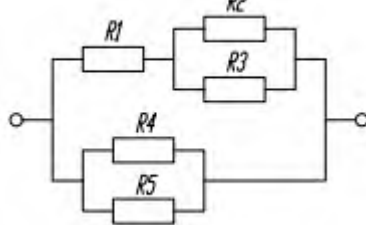
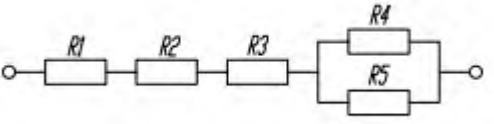
№ варианта	№ схемы	R1 Ом	R2 Ом	R3 Ом	R4 Ом	R5 Ом	R6 Ом	U <sub>ВХ</sub> , В
2.1	10	15	20	40	3			300
2.2	9	10	90	6	12	10		28
2.3	8	20	10	2	5	20		210
2.4	7	7	60	15	4	7		220
2.5	6	25	15	10	12	25		240
2.6	5	2	3	1	3	2	3	320
2.7	4	12	4	4	2	12		380
2.8	3	40	20	25	5	40	20	400
2.9	2	3	10	30	20	3		150
2.10	1	10	2	40	10	10		170
2.11	3	3	4	2	3	3	4	330
2.12	5	10	10	4	20	10	10	290
2.13	7	12	2	4	4	12		270
2.14	10	6	30	6	20	6		250
2.15	9	20	40	30	5	20		210
2.16	3	10	15	35	15	10	15	260
2.17	5	30	20	4	2	30	20	300
2.18	6	50	40	60	12	50		310
2.19	8	10	11	90	10	10		360
2.20	4	4	2	20	5	4		295
2.21	7	16	40	10	8	16		315
2.22	5	4	6	2	24	4	6	326
2.23	3	5	6	12	6	5	6	240
2.24	1	2	1	15	10	2		255
2.25	2	12	4	2	4	12		210

Таблица 5.3 – Схемы электрических цепей

Номер схемы	Схема
№1	
№2	
№3	
№4	
№5	
№6	



Продолжение таблицы 5.3

<p>№7</p>	
<p>№8</p>	
<p>№9</p>	
<p>№10</p>	

**Задачи №№ 2.1-2.25.**

В соответствии с исходными данными, приведенными в таблице 5.4, начертите схему соединения сопротивлений в трехфазной цепи.

Определите:

- 1) фазные токи;
- 2) линейные токи (при соединении треугольником);
- 3) ток в нулевом проводе (при соединении звездой);
- 4) активную, реактивную и полную мощность каждой фазы и всей трехфазной цепи;

5) угол сдвига фаз между током и напряжением в каждой фазе;

Начертите в масштабе векторную диаграмму трехфазной цепи.

Таблица 5.4 – Числовые параметры и схемы соединения трехфазных линейных электрических цепей переменного тока:

№		Сопротивления фаз	
---	--	-------------------	--

варианта	Ул, В	Уф, В	RA Ом	RB Ом	RC Ом	XL А Ом	XLB Ом	XLC Ом	XC А Ом	XC В Ом	XC С Ом	Схема соединения
3.1	220	-	-	12	8	5	16	-	25	-	6	Y
3.2	-	127	6,1	2,8	1,3	5,15	-	3,76	-	4,1	-	Δ
3.3	-	220	-	6	10	18	-	-	8	15	-	Δ
3.4	103	-	115	63	78	164	-	290	-	135	-	Y
3.5	-	220	4	-	8	3	-	6	-	12	-	Y
3.6	400	-	35	22	10	35,3	-	22,6	-	32,8	-	Δ
3.7	380	-	12	-	16	20	-	25	-	18	-	Δ
3.8	380	-	30	60	35	26	-	45	-	50	-	Y
3.9	-	220	36	-	-	-	20	50	48	65	-	Y
3.10	50	-	1,7	2,8	2,5	1	-	4,33	-	2,8	-	Δ
3.11	-	127	-	8	-	12	-	70	-	12	20	Δ
3.12	220	-	50	72	-	-	32	90	72	-	-	Y
3.13	-	220	24	-	20	32	-	-	-	36	30	Y
3.14	380	-	100	80	-	-	-	150	-	60	50	Δ
3.15	-	127	-	-	120	80	-	160	-	250	60	Δ
3.16	380	-	-	60	100	180	-	-	80	150	-	Y
3.17	380	-	40	-	80	30	-	60	-	120	-	Y
3.18	-	220	120	-	160	200	-	250	-	180	-	Y
3.19	380	-	360	-	50	-	200	500	480	650	-	Δ
3.20	220	-	80	-	-	120	-	-	-	120	200	Y
3.21	-	600	300	126	156	328	-	580	-	270	-	Δ
3.22	380	-	40	-	80	30	-	60	-	120	-	Y
3.23	-	220	120	-	160	200	-	250	-	180	-	Y
3.24	380	-	360	70	-	-	200	500	480	650	-	Δ
3.25	220	-	80	-	-	120	-	-	-	120	200	Y

### Задачи №№ 4.1-4.25

Исходные данные приведены в таблице 5.5.

Для привода рабочей машины применяется трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором.

Используя данные для своего варианта, указанные в таблице 5.5, определить: 1) потребляемую мощность; 2) номинальный, пусковой и максимальный вращающие моменты; 3) номинальный и пусковой токи; 4) номинальное скольжение; 5) частоту тока в роторе.

Расшифровать его условное обозначение. Оценить возможность пуска двигателя при номинальной нагрузке, если напряжение в сети при пуске снизилось на 20 % ?

Таблица 5.5 – Данные для решения задачи

Но- мер вари- анта	Тип двигателя	$P_{ном2}$ , кВт	$n_2$ , об/мин	$\cos\varphi_{ном}$	$\frac{I_p}{I_{ном}}$	$\frac{M_p}{M_{ном}}$	$\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	$\eta_{ном}$
4.1	4A100S2Y3	4	2880	0.89	7.5	2.0	2.2	0.86
4.2	4A100L2Y3	5.5	2880	0.91	7.5	2.0	2.2	0.87
4.3	4A112M2CY	7.5	2900	0.88	7.5	2.0	2.2	0.87
4.4	4Л132M2CY	11	2900	0.9	7.5		2.2	0.88
4.5	4A90L4Y3	2.2	1400	0.83	6.0	2.0	2.2	0.8
4.6	4A100S4Y3	3	1425	0.83	6.5	2.0	2.2	0.82
4.7	4A100L4Y3	4.0	1425	0.84	7.0		2.2	0.84
4.8	4A112M4CY	5.5	1450	0.85	7.5	2.0	2.2	0.85
4.9	4A132M4CY1	11	1450	0.87	7.5	2.0	2.2	0.87
4.10	4AP160S4Y	15	1465	0.87	7.5	2.0	2.2	0.865
4.11	4AP160M4Y3	18.5	1465	0.87	7.5	2.0	2.2	0.885
4.12	4AP180S4Y	22	1460	0.87	7.5	2.0	2.2	0.89
4.13	4AP180M4Y	30	1460	0.87	7.5	2.0	2.2	0.9
4.14	4A100L6Y3	2.2	950	0.73	5.5	2.0	2.2	0.81
4.15	4AP160S6Y3	11	975	0.83	7.0	2.0	2.2	0.855
4.16	4AP160M6Y	15	975	0.83	7.0	2.0	2.2	0.875
4.17	4AP180M6Y3	18.5	970	0.8	6.5	2.0	2.2	0.87
4.18	4A250S6Y3	45	985	0.89	6.5	1.2	2.0	0.92
4.19	4A250M6Y3	55	985	0.89	7.0	1.2	2.0	0.92
4.20	4AH250M6Y	75	985	0.87	7.5	1.2	2.5	0.93
4.21	4A100L8Y3	1.5	725	0.65	6.5	1.6	1.7	0.74
4.22	4AP160S8Y	7.5	730	0.75	6.5	1.8	2.2	0.86
4.23	4A250S8Y3	37	740	0.83	6.0	1.2	1.7	0.9
4.24	4A250M8Y3	45	740	0.84	6.0	1.2	1.7	0.91
4.25	4AH250M8Y	55	740	0.82	6.0	1.2	2.0	0.92

## **6 Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы**

По результатам выполненной домашней контрольной работы выставляется отметка «зачтено». Отметка «не зачтено» выставляется, если в контрольной работе не раскрыты теоретические вопросы, задания, или ответы на них полностью переписаны из учебной литературы, без адаптации к конкретному заданию, если имеются грубые ошибки в решении задач, выполнении графического задания.

Результат выполнения домашней контрольной работы	Оценка результатов учебной дея- тельности
Работа выполнена не в полном объеме или не соответствует заданию и т.д. Допущены существенные ошибки, такие как не раскрыты теоретические вопросы (основные понятия, формулировки, отсутствует описание или объяснение схемы прибора; неполное описание классификации приборов и т. д.), если имеются грубые ошибки в решении задач (неверно или неполно произведен расчет, имеются ошибки в расчетных зависимостях, неверно указано значение из справочной литературы).	Не зачтено
Работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию и т.д. Допущены несущественные ошибки, не искажающие сути вопроса, такие как нарушена логическая последовательность изложения ответа и (или) если ответы даны на все вопросы задания и в каждом ответе изложено не менее 75 % материала от необходимого по данному вопросу.	Зачтено

## Литература

### Основная:

1. Морозова, Н.Ю. Электротехника и электроника: Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / Н.Ю. Морозова. - М.: ИЦ Академия, 2017. - 288 с.
2. Синдеев, Ю.Г. Электротехника с основами электроники: Учебное пособие для профессиональных училищ, лицеев и колледжей / Ю.Г. Синдеев. - Рн/Д: Феникс, 2018. - 407 с.
3. Ярочкина, Г.В. Основы электротехники и электроники: Учебник / Г.В. Ярочкина. - М.: Academia, 2018. - 506 с.

### Дополнительная:

1. Березкина Т.Ф., Н.Г. Гусев, В.В. Масленников Задачник по общей электротехнике с основами электроники – Издательство: «Высшая школа», 2001, -391 с.
2. Бессонов Л.А. ТОЭ электрические цепи – Издательство: Гардарики, 2002, - 638 с.
3. Данилов И.А., «Общая электротехника», М, «Высшее образование», 2009, - 270 с.
4. Иванов И.И., Электротехника и основы электроники, Издательство: Лань, 2012, - 736 с.
5. Касаткин А.С., «Электротехника», Изд-во: Академия, 2002 г, - 541 с.
6. Попов В.С, Николаев С.А «Общая электротехника с основами электроники», М., «Энергия», 1977, - 507 с.
7. Шатеньев Г., Учебник по общей электротехнике, Издательство: Техносфера, 2009, - 624 с.