

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г. И. Носова»  
Многопрофильный колледж



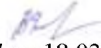
## **ОП.03 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

**Методические указания  
для студентов заочной формы обучения  
по специальности  
08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений  
(базовой подготовки)**

Магнитогорск, 2015

## **ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
«Строительство и эксплуатация зданий и  
сооружений»

Председатель  В.Д. Чашемова  
Протокол № 7 от 18.03 2015 г.

Методической комиссией

Протокол №4 от 26.03.2015 г

## **Разработчик:**

Н.С. Бахтова, преподаватель МпК ФГБОУ ВПО «МГТУ»

Методические указания по учебной дисциплине «Основы электротехники» составлены в соответствии с требованиями к минимуму результатов освоения учебной дисциплины, изложенными в Федеральном государственном стандарте среднего профессионального образования по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от «11» августа 2014 г. № 965, и призваны помочь студентам заочной формы обучения в самостоятельной работе по изучению материалов учебной дисциплины.

Методические указания содержат рекомендации по изучению теоретического блока, задания и общие рекомендации по выполнению контрольной работы, а также включает вопросы и задания к экзамену.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1 Паспорт учебной дисциплины .....	6
2 Тематический план учебной дисциплины .....	9
3 Методические рекомендации по выполнению контрольной работы .....	13
4 Варианты контрольной работы .....	29
5 Вопросы для подготовки к дифференцированному зачету/экзамену .....	36
Приложение А	
Образец оформления титульного листа контрольной работы .....	40
Приложение Б	
Образец оформления содержания контрольной работы .....	41

## **ВВЕДЕНИЕ**

Методические указания для студентов заочной формы обучения по учебной дисциплине «Основы электротехники» предназначены для реализации Федерального государственного образовательного стандарта по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений.

Самостоятельная работа при заочной форме обучения является основным видом учебной деятельности и предполагает следующее:

- самостоятельное изучение теоретического материала;
- выполнение контрольной работы;
- подготовку к промежуточной аттестации.

Настоящие методические указания составлены в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины и включают варианты контрольной работы для студентов заочной формы

Цель методических указаний – помочь студентам при самостоятельном освоении программного материала и выполнении домашней контрольной работы.

Методические указания включают:

1. Паспорт рабочей программы учебной дисциплины.
2. Тематический план учебной дисциплины.
3. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы
4. Варианты контрольной работы
5. Задания для экзамена.
6. Информационное обеспечение
7. Образец оформления титульного листа контрольной работы
8. Образец оформления содержания контрольной работы.

Наряду с настоящими методическими указаниями студенты заочной формы обучения должны использовать учебно-методическую документацию по учебной дисциплины, включающую рабочую программу; методические указания для самостоятельной работы; методические указания для практических занятий, комплект контрольно-оценочных средств.

### **Образовательный маршрут**

Рабочим учебным планом для студентов заочной формы обучения предусматриваются теоретические и, практические занятия самостоятельная работа студентов.

Обзорные лекции проводятся по сложным для самостоятельного изучения темам программы и должны помочь студентам систематизировать результаты самостоятельных занятий.

Проведение практических занятий ориентировано на закрепление теоретических знаний, полученных при самостоятельном изучении и на обзорных лекциях, и приобретение необходимых компетенций по изучаемой дисциплине.

Обязательным условием освоения дисциплины является выполнение одной контрольной работы. Методические указания устанавливают единые требования к выполнению и оформлению контрольной работы. Если в ходе самостоятельного изучения дисциплины, при выполнении контрольной работы у Вас возникают трудности, то Вы можете прийти на консультации к преподавателю, которые проводятся согласно графику.

По итогам изучения дисциплины проводится экзамен. Перечни вопросов и варианты заданий представлены в разделе 5.

# 1 ПАСПОРТ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Место дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена

Учебная дисциплина «Основы электротехники» является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений, входящей в состав укрупненной группы специальностей 08.00.00 Техника и технология строительства.

Учебная дисциплина «Основы электротехники» относится к общепрофессиональные дисциплины профессионального цикла

## 1.2 Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся *должен уметь:*

У1. читать электрические схемы, вести оперативный учет работы энергетических установок;

У01.5. собирать портфолио работ и достижений;

У02.2. определять этапы решения профессиональной задачи, составлять и реализовывать план действия по достижению результата;

У02.3. оценивать результаты решения задач профессиональной деятельности;

У03.2. принимать решения в нестандартной профессиональной ситуации и определять необходимые ресурсы;

У04.1. определять необходимые источники информации;

У04.2. выделять наиболее значимое в изучаемом материале и структурировать получаемую информацию;

У04.3. оформлять результаты поиска информации

У05.1. использовать средства информационно-коммуникационных технологий для решения профессиональных задач;

У06.1. работать в коллективе и команде;

У7.1. распределять обязанности в команде;

У08.1. самостоятельно определять задачи профессионального и личного развития;

У09.2. планировать собственные действия в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности;

В результате освоения дисциплины обучающийся *должен знать:*

З1. основы электротехники и электроники, устройство и принцип действия электрических машин и трансформаторов, аппаратуры управления электроустановками;

- 301.5. структуру портфолио;
- 302.2. структуру плана для решения профессиональной задач;
- 302.3. порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности;
- 303.2. алгоритмы принятия решения в профессиональных нестандартных ситуациях;
- 304.1. номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;
- 304.2. приемы структурирования информации;
- 304.3. формат оформления результатов поиска информации
- 305.1. современные средства и устройства информатизации и порядок их применения;
- 306.1. основные принципы работы в коллективе;
- 307.1. алгоритмы и принципы работы в команде;
- 308.1. пути становления специалиста и развития личности;
- 309.2. приемы и способы адаптации в профессиональной деятельности

Содержание дисциплины ориентировано на подготовку студентов к освоению профессиональных модулей программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению профессиональными компетенциями:

ПК 2.1. Организовывать и выполнять подготовительные работы на строительной площадке;

ПК 2.2. Организовать и выполнять строительно-монтажные работы, ремонтные работы и работы по реконструкции строительных объектов;

ПК 4.3. Выполнять мероприятия по технической эксплуатации конструкций и инженерного оборудования зданий.

В процессе освоения дисциплины у студентов должны формироваться общие компетенции:

ОК 1. Понимать сущность и значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес;

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность;

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития;

ОК 5. Использовать информационно-конструкционные технологии в профессиональной деятельности;

ОК 6. Работать в коллективе, эффективно общаться с коллегами, коллегами, руководством, потребителями;

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчинённых) за результат выполнения заданий;

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации;

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

### **1.3 Количество часов на освоение программы дисциплины**

максимальной учебной нагрузки обучающегося 132 часов, в том числе:

- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 12 часов;
- самостоятельной работы обучающегося 120 часов.



## **2 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Входной контроль. Инструктивный обзор программы учебной дисциплины и знакомство студентов с основными условиями и требованиями к освоению общих и профессиональных компетенций.

### **Раздел 1 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ**

#### **Тема 1.1 Электрическое и магнитное поле**

**Основные понятия и термины по теме:** электрическое поле, диэлектрик, электрическая ёмкость, конденсатор, электромагнетизм, электромагнитная индукция.

*План изучения темы:*

1. Электрическое поле и его характеристики.
2. Проводники и диэлектрики в электрическом поле.
3. Электрическая ёмкость.
4. Конденсаторы. Электромагнетизм.
5. Основные свойства и характеристики магнитного поля.
6. Законы Ампера и электромагнитной индукции

#### **Тема 1.2 Электрические цепи постоянного тока**

**Основные понятия и термины по теме:** электрический ток, электрическая цепь.

*План изучения темы:*

1. Электрический ток и его параметры.
2. Электрические цепи постоянного тока.
3. Основы расчёта электрических цепей

#### **Практические занятия**

1. Расчёт электрических цепей постоянного тока

#### **Тема 1.3. Электрические цепи однофазного переменного тока**

**Основные понятия и термины по теме:** однофазный переменный ток.

*План изучения темы:*

1. Электрические цепи однофазного переменного тока.
2. Параметры переменного тока, уравнения.
3. Основы расчёта электрических цепей переменного тока.

#### **Практические занятия**

## 2. Расчёт неразветвленной цепи переменного тока

### **Тема 1.4. Электрические цепи трёхфазного переменного тока**

**Основные понятия и термины по теме:** трёхфазный переменный ток, обмотка «звездой».

#### *План изучения темы:*

1. Трёхфазная система переменного тока.
2. Принцип получения. Соединение обмоток генератора и потребителя «звездой» и «треугольником»
3. Основы расчёта электрических цепей трёхфазного переменного тока.

#### **Практические занятия**

3. Расчёт электрических цепей при соединении обмоток «звездой»

### **Тема 1.5. Электрические измерения и электроизмерительные приборы**

**Основные понятия и термины по теме:** электроизмерительный прибор.

#### *План изучения темы:*

1. Общие сведения и классификация электроизмерительных приборов.
2. Устройство и принцип действия электроизмерительных приборов

#### **Практические занятия**

4. Методы измерения тока, напряжения и мощности
5. Измерение электрической энергии
6. Измерение электрического сопротивления

### **Тема 1.6. Основы электроники**

**Основные понятия и термины по теме:** полупроводники, диод, транзистор, тиристор, выпрямитель, усилитель.

#### *План изучения темы:*

1. Электровакуумные и газоразрядные приборы. Полупроводники.
2. Проводимость и её виды. Полупроводниковые приборы. Диоды. Транзисторы. Тиристоры.
3. Устройство, принцип работы, применение. Выпрямители. Усилители.

## **Практические занятия**

7. Выбор диодов для выпрямительных схем

## **Раздел 2 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ**

### **Тема 2.1. Трансформаторы**

**Основные понятия и термины по теме:** трансформатор, сварочные трансформаторы

*План изучения темы:*

1. Трансформаторы. Назначение, применение.
2. Устройство и принцип работы однофазного трансформатора. Режимы работы.

3. Понятие о трёхфазном трансформаторе.
4. Специальные трансформаторы (сварочные, измерительные).

### **Практические занятия**

8. Расчёт параметров однофазного трансформатора

### **Тема 2.2. Электрические машины переменного тока**

**Основные понятия и термины по теме:** переменный ток, электродвигатель, асинхронный двигатель.

*План изучения темы:*

1. Устройство и принцип действия машин переменного тока.
2. Общие сведения об однофазных электродвигателях.
3. Пуск и регулирование частоты вращения асинхронного двигателя.

### **Практические занятия**

9. Расчёт параметров асинхронного двигателя

### **Тема 2.3. Электрические машины постоянного тока**

*План изучения темы:*

1. Устройство и принцип действия машин постоянного тока. Применение.

2. Пуск и регулирование частоты вращения

### **Практические занятия**

10. Расчёт параметров двигателя постоянного тока
11. Расчёт параметров генератора постоянного тока параллельного возбуждения

### **Тема 2.4. Основы электропривода**

**Основные понятия и термины по теме:**

*План изучения темы:*

1. Понятие об электроприводе. Классификация.
2. Нагревание и охлаждение электродвигателей. Режимы работы

**Практические занятия**

12. Выбор мощности двигателя по режиму работы
13. Выбор мощности двигателя для ПТМ

**Тема 2.5. Аппаратура управления и защиты**

*План изучения темы:*

1. Аппаратура управления. Назначение и классификация.
2. Простейшие схемы управления электродвигателями

**Практические занятия**

14. Выбор аппаратуры управления и защиты
15. Изучение работы принципиальных схем управления электродвигателями

**Тема 2.6. Энергосбережение**

**Основные понятия и термины по теме:** энергосбережение, электрооборудование, электроэнергия.

*План изучения темы:*

1. Энергосберегающие технологии.
2. Роль оптимального выбора электрооборудования в экономии электроэнергии

### **3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Контрольная работа является наиболее значимым элементом самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения. Выполнение контрольной работы помогает лучше изучить основные положения лежащие в основе функционирования электрических машин и электронной техники.

Особое внимание в контрольной работе отводится изучению методов расчёта параметров электрических цепей

При написании контрольной работы студенты изучают значительный теоретический материал; знакомятся с основными понятиями и категориями учебной дисциплины; приобретают навыки работы с литературой; учатся анализировать теоретический материал; осваивают методы расчёта основных параметров электрической цепи.

Выполнение домашней контрольной работы определяет степень усвоения студентами изучаемого материала, умение анализировать, систематизировать теоретические положения и применять полученные знания при решении практических задач.

Предлагается 15 вариантов контрольных работ.

Каждый вариант включает:

1) пять типовых практических заданий по разным темам учебного курса.

При выполнении контрольной работы необходимо воспользоваться литературой, список которой приводится в методических указаниях.

Обращаем Ваше внимание, что выполнение контрольных работ – обязательно. Своевременная сдача контрольных работ – является условием допуска к промежуточной аттестации по дисциплине.

Студенты заочной формы обучения обязаны выполнить контрольную работу в письменном виде и представить ее ведущему преподавателю соответствующей дисциплины не позднее, чем за 14 дней до начала лабораторно-экзаменационной сессии. Допускается отправка контрольных работ по почте.

Если домашняя контрольная работа выполнена не в полном объеме или не в соответствии с требованиями, то работа возвращается студенту на доработку с указанием в рецензии выявленных замечаний. Вариант с замечаниями необходимо приложить к исправленному варианту.

Номер варианта контрольной работы определяется по двум последним цифрам Вашего шифра (номер зачетки).

Получив свой вариант контрольной работы, вы должны:

1) изучить настоящие методические указания для студентов заочной формы обучения;

- 2) подобрать соответствующие учебно-методические пособия, изданные в колледже, учебную литературу
- 3) провести расчеты, решить задачи, предварительно изучив типовые образцы по теме, используя учебно-методические пособия, изданные в колледже.
- 4) оформить работу в соответствии с требованиями к оформлению.

### **Требования к оформлению контрольной работы**

Контрольная работа выполняется на одной стороне белой нелинованной бумаге формата А4 печатным способом на печатающих устройствах вывода ЭВМ (компьютерная распечатка). Ответ на теоретический вопрос следует начинать с нового листа.

Текст контрольной работы следует выполнять, соблюдая размеры полей: левое – 20 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм, абзацный отступ – 10 мм.

Текст выполняется через 1,5 интервала, основным шрифтом Times New Roman, предпочтительный размер шрифта 12-14, цвет – черный. Разрешается использование компьютерных возможностей акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, применяя шрифты разной гарнитуры. Страницы должны быть пронумерованы.

Контрольная работа включает в себя следующие разделы:

- титульный лист,
- содержание,
- основная часть,
- список использованной литературы.

Титульный лист является первой страницей работы. Пример оформления титульного листа приводится в приложении А.

Содержание должно отражать все материалы, помещенные в контрольную работу. Слово «Содержание» записывают в виде заголовка, симметрично тексту, с прописной буквы. В содержание включают наименование всех разделов (они соответствуют наименованию заданий) Пример оформления содержания приводится в приложении Б.

Содержание основной части работы должно соответствовать заданию в соответствии с вариантом методических указаний. Расчеты должны быть проведены по действующим методикам.

В конце работы приводится список литературы. Список использованной литературы должен содержать сведения обо всех источниках, использованных при выполнении работы. Заголовок «Список использованной литературы» записывают симметрично тексту с прописной буквы. Источники нумеруют арабскими цифрами в порядке их упоминания в контрольной работе либо в алфавитном порядке.

### **Примеры выполнения типовых заданий**

## Задание 1

Решение данной задачи требует знания основных законов постоянного тока, производных формул этих законов и умения их применять для расчета электрических цепей со смешанным соединением резисторов.

Перед решением задачи своего варианта рекомендуется еще раз ознакомиться с решением примера.

Методику и последовательность действий при решении задач со смешанным соединением резисторов рассмотрим в общем виде на конкретном примере.

### Пример 1.

Цепь постоянного тока со смешанным соединением состоит из четырех резистором. Заданы схема цепи (рисунок 1), значения сопротивлений резисторов:  $R_1 = 30$  ом,  $R_2 = 20$  ом,  $R_3 = 3$  ом,  $R_4 = 5$  ом, мощность цепи  $P = 320$  Вт.

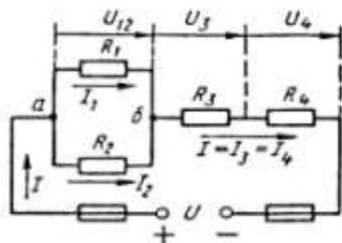


Рисунок 1 смешанное соединение резисторов

Определить:

1. эквивалентное сопротивление цепи  $R_{\text{экв}}$ ,
2. токи, проходящие через каждый резистор.

Проверить решение задачи, применив первый закон Кирхгофа.

### Алгоритм решения

1. Определяем эквивалентное сопротивление цепи

$$R_{\text{экв}} = R_{12} + R_{34}, \text{ где } R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad - \quad \text{при}$$

параллельном соединении,

$$R_{34} = R_3 + R_4 \quad - \text{ при последовательном соединении.}$$

2. Обозначим токи  $I_1, I_2, I_3, I_4$  на рисунке 1 стрелками и определим их значения из формулы мощности:

$$P = I^2 \cdot R_{\text{экв}} \rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R_{\text{экв}}}}$$

$I_2 = I_4 = I$ , так как при последовательном соединении они одни и те же, а  $I_1 = \frac{U_{12}}{R_2}$ , где  $U_{12} = I \cdot R_{12}$

3. Выполняем решение, не забывая нумеровать и кратко описывать действия. Именно так решены все типовые примеры пособия.

Отсутствие письменных пояснений действий приводит к неполному пониманию решения задач, быстро забывается.

Выполняем проверку решения с применением первого закона Кирхгофа.

Формулировка закона: алгебраическая сумма токов в узловой точке равна нулю. Математическая запись для узла б схемы цепи рисунок 1:

$$I_1 + I_2 - I = 0$$

$$I_1 + I_2 = I$$

### **Задание 2**

Эта задача относится к неразветвленным цепям переменного тока. Перед её решением необходимо повторить материал темы «Электрические цепи переменного однофазного тока», ознакомиться с методикой построения векторных диаграмм.

Методику и последовательность действий при решении этого типа задач рассмотрим на конкретном примере.

Активное сопротивление катушки  $R_k = 6$  Ом, индуктивное  $X_L = 10$  Ом. Последовательно с катушкой включено активное сопротивление  $R = 2$  Ом и конденсатор сопротивлением  $X_C = 4$  Ом (рис. 2 а). К цепи приложено напряжение  $U = 50$ В (действующее значение).

Определить:

1. полное сопротивление цепи;
2. ток
3. коэффициент мощности
4. активную, реактивную и полную мощности
5. напряжения на каждом сопротивлении

Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи.

### **Алгоритм решения**

1. Определяем полное сопротивление цепи:

$$Z = \sqrt{(R_k + R)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(6 + 2)^2 + (10 - 4)^2} = 10 \text{ Ом}$$

2. Определяем ток:



$$I = \frac{U}{Z} = \frac{100}{10} = 10A$$

3. Определяем коэффициент мощности цепи:

$$\sin \varphi = \frac{X_L - X_C}{Z} = \frac{10 - 4}{10} = 0,6$$

по таблицам Брадиса находим  $\varphi = 36^\circ 50'$ . Угол сдвига фаз  $\varphi$  находим по синусу во избежание потери знака угла (косинус является четной функцией).

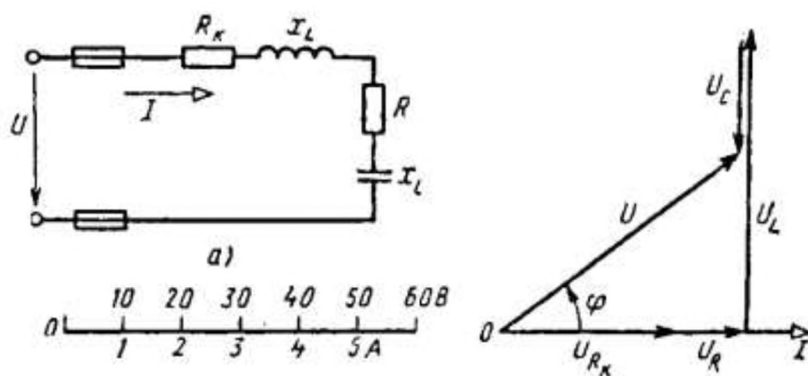


Рисунок 2 Схема цепи и векторная диаграмма

4. Определяем активную мощность цепи:

$$P = I^2 \cdot (R_K + R) = 5^2 \cdot (6 + 2) = 200B$$

5. Определяем реактивную мощность цепи:

$$Q = I^2 \cdot (X_L + X_C) = 5^2 \cdot (10 - 4) = 150BAr$$

6. Определяем полную мощность цепи:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{200^2 + 150^2} = 250BA$$

7. Определяем падения напряжения на сопротивлениях цепи:

$$U_{R_k} = I \cdot R_k = 5 \cdot 6 = 30 \text{ В}$$

$$U_R = I \cdot R = 5 \cdot 2 = 10 \text{ В}$$

$$U_L = I \cdot X_L = 5 \cdot 10 = 50 \text{ В}$$

$$U_C = I \cdot X_C = 5 \cdot 4 = 20 \text{ В}$$

8. Строим векторную диаграмму.

Построение векторной диаграммы начинаем с выбора масштаба для тока и напряжения. Задаемся масштабом по току: в 1 см — 1 А и масштабом по напряжению: в 1 см — 10 В. Построение векторной диаграммы (рис.2) начинаем с вектора тока, который откладываем по горизонтали в масштабе

$$\frac{5 \text{ А}}{1 \text{ А/см}} = 5 \text{ см}$$

Вдоль вектора тока откладываем векторы падений напряжения на активных сопротивлениях  $U_{R_k}$  и  $U_R$ .

Из конца вектора  $U_R$  откладываем в сторону опережения вектора тока на  $90^\circ$  вектор падения напряжения  $U_L$  на индуктивном сопротивлении длиной  $\frac{50 \text{ В}}{10 \text{ В/см}} = 5 \text{ см}$ . Из конца вектора  $U_L$  откладываем в сторону отставания от вектора тока на  $90^\circ$  вектор падения напряжения на конденсаторе  $U_C$  длиной  $\frac{20 \text{ В}}{10 \text{ В/см}} = 2 \text{ см}$ . Геометрическая сумма векторов

$U_{R_k}, U_R, U_L$  и  $U_C$  равна полному напряжению  $U$ , приложенному к цепи.

### Задание 3

Для решения задачи необходимо изучить программный материал темы «Трёхфазные электрические цепи переменного тока», отчетливо представлять соотношения между фазными и линейными значениями токов и напряжений при соединении потребителей электрической энергии звездой и треугольником.

Для ознакомления с общей методикой решения задач данной темы приведены формулы, показано их практическое применение.

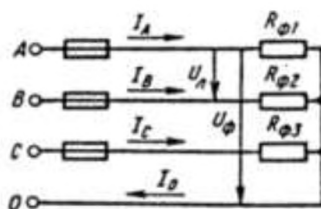


Рисунок 3 Соединение потребителей «звездой»

Принятые обозначения на схеме (рис.3):

линейное напряжение  $U_L = U_{AB} = U_{BC} = U_{CA}$

фазные напряжения  $U_\Phi, U_A, U_B, U_C$

линейные токи (они же фазные токи)  $I_L, I_\Phi, I_A, I_B, I_C$

ток в нейтральном проводе, равный геометрической сумме фазных токов

$$I_0 = I_A + I_B + I_C$$

При наличии нейтрального провода при любой нагрузке (равномерной или неравномерной) справедливо соотношение между фазным  $U_\Phi$  и линейным  $U_L$  напряжением  $U_\Phi = \frac{U_L}{\sqrt{3}}$

Помня, что нейтральный провод при любых нагрузках обеспечивает равенство фазных напряжений приемников энергии, получим

$$U_\Phi = U_A = U_B = U_C$$

Значение фазных (они же линейные) токов определяем по закону Ома:

$$I_{\Phi 1} = I_A = \frac{U_\Phi}{R_{\Phi 1}}$$

$$I_{\Phi 2} = I_A = \frac{U_\Phi}{R_{\Phi 2}}$$

$$I_{\Phi 3} = I_A = \frac{U_\Phi}{R_{\Phi 3}}$$

Нагрузка чисто активная, поэтому мощности фаз определяем по следующим формулам:

$$P_{\Phi 1} = P_A = I_{\Phi 1}^2 \cdot R_{\Phi 1}$$

$$P_{\Phi 2} = P = I_{\Phi 2}^2 \cdot R_{\Phi 2}$$

$$P_{\Phi 3} = P = I_{\Phi 3}^2 \cdot R_{\Phi 3}$$

Активную мощность трехфазного потребителя энергии  $P$  определяем как сумму мощностей трех фаз:

$$P = P_A + P_B + P_C$$

В четырехпроводную сеть включена несимметричная нагрузка, соединенная в звезду (рис. 4). Даны сопротивления в фазах. Линейное напряжение сети  $U_{\text{ном}} = 380\text{В}$ . Определить токи и мощности в фазах.

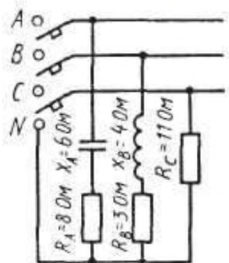


Рисунок 4 Соединение потребителей в «звезду»

**Алгоритм решения**

Определяем:

1. фазное напряжение:

$$U_{\Phi} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{1,73} \approx 220\text{В}$$

2. токи в фазах:

$$I_A = \frac{U_{\Phi}}{Z_A} = \frac{U_{\Phi}}{\sqrt{R_A^2 + X_A^2}} = \frac{220}{\sqrt{8^2 + 6^2}} 22\text{А}$$

$$I_B = \frac{U_{\Phi}}{Z_B} = \frac{U_{\Phi}}{\sqrt{R_B^2 + X_B^2}} = \frac{220}{\sqrt{3^2 + 4^2}} 44\text{А}$$

$$I_C = \frac{U_{\Phi}}{R_C} = \frac{220}{11} = 22\text{А}$$

3. углы сдвига фаз в каждой фазе:

$$\sin \varphi_A = \frac{X_A}{Z_A} = -\frac{6}{\sqrt{8^2 + 6^2}} = -0,6; \quad \varphi_A = -36^{\circ} 50'$$

$$\sin \varphi_B = \frac{X_B}{Z_B} = -\frac{4}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = -0,8; \quad \varphi_B = -53^{\circ} 10'$$

$\varphi_C = 0$ , так как в фазе С есть только активное сопротивление.

4. мощности в фазах:

а) активную

$$P = P_A + P_B + P_C$$

$$P_A = I_A^2 \cdot R_A$$

$$P_B = I_B^2 \cdot R_B$$

$$P_C = I_C^2 \cdot R_C$$

$$P = 22^2 \cdot 8 + 44^2 \cdot 3 + 22^2 \cdot 11 = 3872 + 5808 + 5324 = 15004 \text{ Вт}$$

б) реактивную

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C$$

В этой сумме реактивная мощность катушки считается положительной, а реактивная мощность конденсатора – отрицательной. В фазе С реактивная мощность равна нулю.

$$Q = Q_A + Q_B$$

$$Q_A = I_A^2 \cdot X_A \qquad Q_B = I_B^2 \cdot X_B$$

$$Q = 22^2 \cdot 6 + 44^2 \cdot 4 = 2904 + 7744 = 10648 \text{ ВАр}$$

#### Задание 4

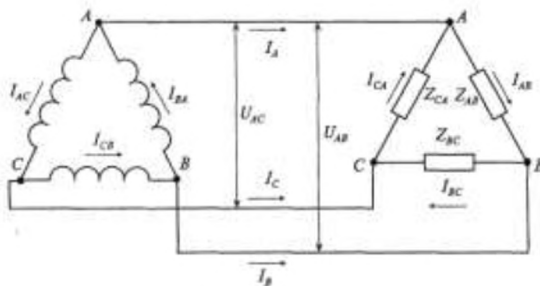


Рисунок 5 Соединение обмоток генератора и потребителей в «треугольник»

Принятые обозначения на схемах (рис. 5): линейные (они же фазные) напряжения  $U_l = U_\phi = U_{AB} = U_{BC} = U_{CA}$ , фазные токи  $I_\phi$ :  $I_{AB}$ ,  $I_{BC}$ ,  $I_{CA}$ , линейные токи  $I_l$ :  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$ .

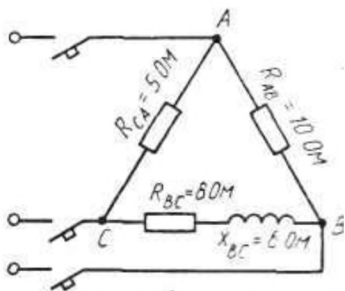


Рисунок 6 Соединение потребителей в «треугольник»

В трехфазную цепь включили треугольником несимметричную нагрузку (рис.6):

в фазу АВ – активное сопротивление  $R_{AB}=10\text{Ом}$ ;

в фазу ВС – индуктивное сопротивление  $X_{BC}=6\text{Ом}$  и активное  $R_{BC}=8\text{Ом}$ ;

в фазу СА – активное сопротивление  $R_{CA}=5\text{Ом}$ .

Линейное напряжение сети

$U_{ном}=220\text{В}$ .

Определить токи и мощности в фазах.

### Алгоритм решения

Определяем:

1. фазные токи:

линейные и фазные напряжения в данном соединении равны

$$U_{л} = U_{\phi} = U_{AB} = U_{BC} = U_{CA}$$

Токи в фазах определяются по закону Ома:

$$I_{AB} = \frac{U_{\phi}}{R_{AB}} = \frac{220}{10} = 22\text{А}$$

$$I_{BC} = \frac{U_{\phi}}{Z_{BC}} = \frac{U_{\phi}}{\sqrt{R_{BC}^2 + X_{BC}^2}} = \frac{220}{\sqrt{8^2 + 6^2}} = \frac{220}{10} = 22\text{А}$$

$$I_{CA} = \frac{U_{\phi}}{R_{CA}} = \frac{220}{5} = 44\text{А}$$

2. мощности:

а) активную

$$P = P_{AB} + P_{BC} + P_{CA} = I_{AB}^2 \cdot R_{AB} + I_{BC}^2 \cdot R_{BC} + I_{CA}^2 \cdot R_{CA}$$

$$P = 22^2 \cdot 10 + 22^2 \cdot 8 + 44^2 \cdot 5 = 17940\text{Вт}$$

б) реактивную

$$Q = Q_{BC}, \text{ так как } Q_{AB} = 0, Q_{CA} = 0$$

$$Q = I_{BC}^2 \cdot X_{BC} = 22^2 \cdot 6 = 2904 \text{ Вар}$$

### Задание 5

Для решения задачи нужно знать устройство, принцип действия и зависимости между электрическими величинами однофазных и трёхфазных трансформаторов, уметь определять по их паспортным данным технические характеристики. Основными параметрами трансформаторов являются:

1. Номинальная мощность  $S_{\text{ном}}$  – это полная мощность (в кВА), которую трансформатор, установленный на открытом воздухе, может непрерывно отдавать в течение своего срока службы (20-25 лет) при номинальном напряжении и при максимальной и среднегодовой температурах окружающего воздуха, равных соответственно 40 и 5 °С. Если указанные температуры отличаются от номинальных, то и

$S_{\text{ном}}$  будет отличаться от паспортного значения.

2. Номинальное первичное напряжение  $U_{\text{ном1}}$  – это напряжение, на которое рассчитана первичная обмотка трансформатора.

3. Номинальное вторичное напряжение  $U_{\text{ном2}}$  – это напряжение на выводах вторичной обмотки при холостом ходе и номинальном первичном напряжении. При нагрузке вторичное напряжение снижается из-за потерь в трансформаторе.

Например, если  $U_{\text{ном2}} = 400\text{В}$ , то при полной нагрузке трансформатора вторичное напряжение  $U_2 = 380\text{В}$  т. к., 20В теряется в трансформаторе.

4. Номинальные первичные и вторичные токи  $I_{\text{ном1}}$  и  $I_{\text{ном2}}$  – это токи вычисленные по номинальной мощности и номинальным напряжениям

$$I_{\text{ном1}} = \frac{S_{\text{ном1}}}{U_{\text{ном1}} \cdot \eta}, \text{ А}$$

$$I_{\text{ном2}} = \frac{S_{\text{ном2}}}{U_{\text{ном2}} \cdot \eta}, \text{ А}$$

где  $\eta$  - кпд трансформатора близка к 1,0 из-за малых потерь в трансформаторе. При определении токов принимаем  $\eta = 1$ . Для трёхфазного трансформатора в знаменатель добавляем  $\sqrt{3}$ .

5. Коэффициент трансформации  $k$  определяется отношением числа витков  $\omega_1$  и  $\omega_2$  или ЭДС самоиндукции  $E_1$  в первичной обмотке и взаимоиндукции  $E_2$  во вторичной



$$k = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

Практически коэффициент трансформации подсчитывают приближённо отношением напряжения в любом режиме

$$k = \frac{U_{\text{НОМ1}}}{U_{\text{НОМ2}}} = \frac{U_1}{U_2}$$

Коэффициент трансформации можно также определить отношением токов

$$k = \frac{I_{\text{НОМ2}}}{I_{\text{НОМ1}}}$$

Однофазный понижающий трансформатор номинальной мощностью  $S_{\text{НОМ}} = 500 \text{ В} \cdot \text{А}$  служит для питания ламп местного освещения металлорежущих станков. Номинальное напряжение обмоток  $U_{\text{НОМ1}} = 380 \text{ В}$ ;  $U_{\text{НОМ2}} = 24 \text{ В}$ . К трансформатору присоединены десять ламп накаливания мощностью 40 Вт каждая, их коэффициент мощности  $\cos \phi_2 = 1,0$ . Магнитный поток в магнитопроводе  $\Phi_m = 0,005 \text{ Вб}$ . Частота тока в сети  $f = 50 \text{ Гц}$ . Потерями в трансформаторе пренебречь.

Определить: 1) номинальные токи в обмотках; 2) коэффициент нагрузки трансформатора; 3) токи в обмотках при действительной нагрузке; 4) числа витков обмотки; 5) коэффициент трансформации.

### *Алгоритм решения*

Определяем:

1. номинальные токи в обмотках:

$$I_{\text{НОМ1}} = \frac{S_{\text{НОМ}}}{U_{\text{НОМ1}}} = \frac{500}{380} = 1,32 \text{ А} \quad I_{\text{НОМ2}} = \frac{S_{\text{НОМ}}}{U_{\text{НОМ2}}} = \frac{500}{24} = 20,8 \text{ А}$$

2. коэффициент нагрузки трансформатора

$$k_{\text{н}} = \frac{P_2}{S_{\text{НОМ}} \cdot \cos \varphi_{\text{НОМ}}} = \frac{10 \cdot 40}{500 \cdot 1,0} = 0,8$$

3. токи в обмотках при действительной нагрузке

$$I_1 = k_{\text{н}} \cdot I_{\text{НОМ1}} = 0,8 \cdot 1,32 = 1,06 \text{ А}$$

$$I_2 = k_{\text{н}} \cdot I_{\text{НОМ2}} = 0,8 \cdot 20,8 = 16,6 \text{ А}$$



При холостом ходе  $E_1 \approx U_{\text{ном1}}$   $E_2 \approx U_{\text{ном2}}$ , поэтому числа витков обмоток находим из формулы:

$$E = 4,44 \cdot f \cdot \omega \cdot \Phi_m$$

тогда

$$\omega_1 = \frac{E_1}{4,44 \cdot f \cdot \Phi_m} = \frac{380}{4,44 \cdot 50 \cdot 0,005} = 340 \text{ витков}$$

$$\omega_2 = \frac{E_2}{4,44 \cdot f \cdot \Phi_m} = \frac{24}{4,44 \cdot 50 \cdot 0,005} = 22 \text{ витка}$$

коэффициент трансформации

$$k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{340}{22} = 15,5$$

### Задание 6

Задача содержит материал темы «Электрические машины переменного тока». Для ее решения необходимо знать устройство и принцип действия асинхронного двигателя трехфазного тока, а также зависимость между электрическими величинами, характеризующими его работу.

Рассмотрим вопрос, знание которого необходимо для решения задачи: зависимость между частотой вращения магнитного поля статора (синхронная частота вращения)  $n_1$  и частотой вращения ротора двигателя  $n_2$ .

Частота вращения магнитного поля статора  $n_1$  зависит от числа пар полюсов двигателя  $p$ , на которое сконструирована обмотка статора, и от частоты тока трехфазной системы  $f$ :

$$n_1 = \frac{60 \cdot f}{p}$$

Частота тока в цепи (промышленная частота)  $f = 50$  Гц. Тогда формула примет вид:

$$n_1 = \frac{60 \cdot 50}{p} = \frac{3000}{p} \text{ об/мин}$$

Из формулы следует, что при любой механической нагрузке, которую может преодолеть двигатель, синхронная частота  $n_1$  остается неизменной, так как зависит только от конструкции обмотки статора, т. е. от числа пар полюсов. Частота вращения  $n_2$  связана с частотой вращения  $n_1$  характеристикой двигателя, которая называется скольжением  $s$ :

$$s = \frac{(n_1 - n_2)}{n_1} \rightarrow n_2 = n_1 \cdot (1 - s)$$

Скольжение  $s$  изменяется от 0,01 до 0,06, или от 1 до 6 %, возрастая с увеличением нагрузки двигателя. Поэтому частота вращения ротора всегда меньше частоты вращения магнитного поля статора двигателя. С ростом нагрузки двигателя частота вращения  $n_2$  немного уменьшается, что и приводит к росту скольжения  $s$ . Из-за такого неравенства  $n_2 < n_1$  двигатель называется асинхронным. Для нужд производства электродвигатели выпускаются с разной конструкцией обмоток статора, что создает разное число пар полюсов  $p$  и, следовательно, разные значения частоты вращения  $n_1$ . Следует иметь в виду, что при изменении числа пар полюсов  $p$  частота вращения  $n_1$  изменяется скачкообразно.

$p$	1	2	3	4	5	6
$n_1$ , об/мин	3000	1500	1000	750	600	500

В таблице приведены значения  $n_1$ , соответствующие числам пар полюсов  $p$ , определяемым конструкцией обмотки статора.

Следует иметь в виду, что синхронную частоту вращения двигателя можно определить и без вычисления, а зная только частоту вращения ротора  $n_2$ , которая по величине близка к ней. Если, например,  $n_2 = 2930$  об/мин. то ближайшая из указанного ряда синхронных частот вращения может быть только  $n_1 = 3000$  об/мин или для  $n_2 = 490$  об/мин синхронная частота вращения двигателя будет  $n_1 = 500$  об/мин и т. д.

По числу полюсов двигателя можно определить синхронную частоту вращения  $n_1$ . Если, например, число полюсов шесть, то число пар полюсов в два раза меньше, т. е.  $p = 3$ . По формуле для  $n_1$  найдем ее величину  $n_1 = 3000/p$ , но  $p = 3$ . Тогда  $n_1 = 3000/3 = 1000$  об/мин.

Разберем несколько формул, которые нужно применять при решении задач.

1. Момент вращения  $M$ , измеряемый в Н·м, определяется по формуле:

$$M = \frac{9,55 \cdot P_2}{n_2}$$

где  $P_2$  — полезная мощность на валу двигателя;  
 $n_2$  — частота вращения ротора.

При номинальном режиме основные параметры обозначаются:  $M_{ном}$ ,  $P_{ном} = P_{2ном}$ ,  $n_{ном} = n_{2ном}$ .

3. Полезная мощность на валу двигателя

$$P_2 = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}} \cdot \eta \cdot \cos \varphi, \text{ Вт}$$

где  $U_{\text{л}}, I_{\text{л}}$  — линейные значения напряжения и тока;  
 $\eta$  — КПД двигателя в относительных единицах;  
 $\cos \varphi$  — коэффициент мощности двигателя.  
 Из этой формулы можно определить линейный ток

$$I_{\text{л}} = \frac{P_{\text{л}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \eta \cdot \cos \varphi}, \text{ А}$$

4. КПД двигателя

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \rightarrow P_1 = \frac{P_2}{\eta}$$

где  $P_1$  — активная мощность, потребляемая двигателем из сети.

Асинхронный двигатель имеет следующие технические данные для работы в номинальном режиме:

$$P_{2\text{ном}} = 3 \text{ кВт}$$

$$U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$$

$$n_{2\text{ном}} = 2880 \text{ об/мин}$$

$$\eta_{\text{ном}} = 0.85$$

$$\cos \varphi = 0.88$$

Число полюсов  $2p = 2$

Определить: 1) номинальное скольжение  $s_{\text{ном}}$  2) мощность  $P_{1\text{ном}}$ , потребляемую двигателем из сети; 3) номинальный ток  $I_{1\text{ном}}$ ; 4) номинальный момент вращения  $M_{\text{ном}}$ .

#### *Алгоритм решения*

Чтобы найти  $s_{\text{ном}}$  нужно знать  $n_1$  и  $n_{2\text{ном}}$ . Поэтому предварительно определим синхронную частоту вращения  $n_1$  при  $n_{2\text{ном}} = 2880$  об/мин. Ближайшая синхронная частота вращения  $n_1 = 3000$  об/мин. Такой же результат получим, если воспользуемся формулой для  $n_1$ .

Число полюсов - 2. Следовательно, число пар полюсов  $p = 1$ . Тогда  $n_1 = 3000/p = 3000/1 = 3000$  об/мин.

1. Вычислим значение номинального скольжения

$$s_{\text{ном}} = \frac{(n_1 - n_{2\text{ном}})}{n_1} = \frac{(3000 - 2880)}{3000} = \frac{120}{3000} = 0,4$$

2. Зная мощность на валу  $P_{2\text{ном}}$  и кпд двигателя  $\eta_{\text{ном}}$ , найдем мощность  $P_{1\text{ном}}$ , которую потребляет двигатель из сети при номинальной нагрузке:

$$\eta_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}2}}{P_{\text{ном}1}} \rightarrow P_{\text{ном}1} = \frac{P_{\text{ном}2}}{\eta_{\text{ном}}} = \frac{3}{0,85} = 3,5 \text{ кВт}$$

3. Номинальный ток  $I_{1\text{ном}}$ , потребляемый двигателем из сети, определим, используя формулу для тока

$$I_{\text{л}} = I_{\text{НОМ}} = \frac{P_{\text{НОМ2}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \eta_{\text{НОМ}} \cdot \cos \varphi_{\text{НОМ}}} = \frac{3 \cdot 10^3}{1,75 \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 0,88} = 6,1, \text{ А}$$

4. Найдем значение номинального момента  $M_{\text{НОМ}}$ , который развивает двигатель при своей работе:

$$M_{\text{НОМ}} = \frac{9550 \cdot P_{\text{НОМ2}}}{n_{\text{НОМ2}}} = \frac{9550 \cdot 3}{2880} = 9,94 \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

## 4 ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Задача 1

#### Расчет электрических цепей постоянного тока

Цепь постоянного тока со смешанным соединением состоит из четырех резисторов. В зависимости от варианта заданы: схема цепи (по номеру рисунка, приложение 1), сопротивления резисторов  $R_1, R_2, R_3, R_4$ , напряжение  $U$ , ток  $I$  или мощность  $P$  всей цепи.

Определить: 1) эквивалентное сопротивление цепи  $R_{\text{экв}}$ ; 2) токи, проходящие через каждый резистор  $I_1, I_2, I_3, I_4$

Решение задачи проверить, применив первый закон Кирхгофа.

Данные для своего варианта взять из таблицы 1.

Таблица 1 - Данные для решения задачи 1

№ варианта	Номер рисунка	$R_1, \text{ Ом}$	$R_2, \text{ Ом}$	$R_3, \text{ Ом}$	$R_4, \text{ Ом}$	$U, I, P$
01	1	3	4	2	3	$U = 20 \text{ В}$
02	2	15	10	4	15	$I = 5 \text{ А}$
03	3	12	2	4	4	$P = 50 \text{ Вт}$
04	4	6	30	6	20	$U = 100 \text{ В}$
05	5	20	40	30	5	$I = 2 \text{ А}$
06	6	10	15	35	15	$P = 48 \text{ Вт}$
07	7	30	20	4	2	$U = 40 \text{ В}$
08	8	50	40	60	12	$I = 3 \text{ А}$
09	9	10	11	90	10	$P = 120 \text{ Вт}$
10	10	4	2	20	5	$U = 40 \text{ В}$
11	1	15	20	40	3	$P = 100 \text{ Вт}$
12	2	10	90	6	60	$U = 120 \text{ В}$
13	3	20	10	2	5	$I = 20 \text{ А}$
14	4	7	60	15	4	$P = 90 \text{ Вт}$
15	5	25	15	10	12	$U = 120 \text{ В}$
16	6	2	3	1	3	$I = 25 \text{ А}$

17	7	12	4	4	2	$P = 90 \text{ Вт}$
18	8	40	20	25	5	$U = 40 \text{ В}$
19	9	3	10	30	20	$I = 3 \text{ А}$
20	10	10	20	2	40	$P = 80 \text{ Вт}$

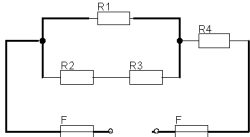


рис. 1

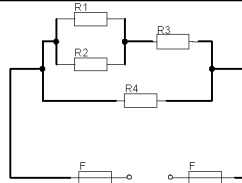


рис. 2

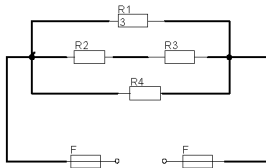


рис.3

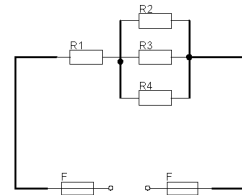


рис. 4

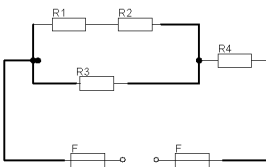


рис. 5

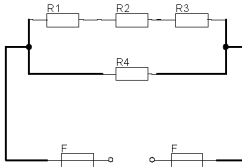
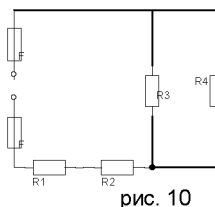
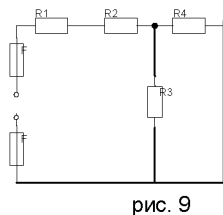
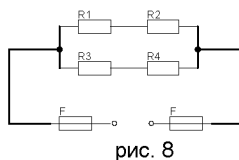
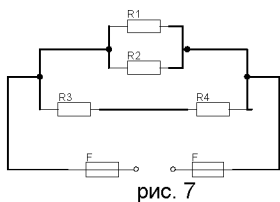


рис. 6



## Задача 2

### Расчет цепей переменного тока. Построение векторной диаграммы.

Для неразветвленной цепи переменного тока с активными, индуктивными и емкостными сопротивлениями вычертить схему и определить величины, которые не даны в условиях задачи:

1. полное сопротивление цепи;
2. ток цепи;
3. напряжение, приложенное к цепи;
4. угол сдвига фаз между током и напряжением;
5. полную, активную и реактивную мощности цепи.

Построить в масштабе векторную диаграмму цепи и кратко описать порядок ее построения, указав, в какую сторону и почему направлен каждый вектор. Числовые значения электрических величин, нужные для решения задачи, даны в таблице 2. Проверить решение задачи, сравнивая величины приложенного напряжения  $U$  и угла сдвига фаз  $\varphi$ , полученные расчетным путем, или заданные в условиях, с результатами подсчета по векторной диаграмме. При расхождении найти ошибку

Таблица 2 - Данные для решения задачи 2

№ варианта	$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$	$X_{L1}, \text{Ом}$	$X_{L2}, \text{Ом}$	$U, I, S, P, Q$
1	24	-	32	-	$U = 80 \text{ В}$
2	30	34	48	-	$I = 2 \text{ А}$
3	15	25	20	10	$S = 450 \text{ В} \cdot \text{А}$
4	30	20	9	-	$U = 60 \text{ В}$
5	40	-	10	20	$Q = 120 \text{ вар}$

6	3	-	4	-	$I = 4 \text{ A}$
7	50	30	60	-	$U = 200 \text{ В}$
8	40	24	30	18	$P = 256 \text{ Вт}$
9	60	15	16	-	$S = 180 \text{ В}\cdot\text{А}$
10	24	-	20	12	$Q = 128 \text{ вар}$
11	24	-	12	20	$U = 80 \text{ В}$
12	30	2	48	-	$I = 4 \text{ A}$
13	10	14	20	12	$S = 160 \text{ В}\cdot\text{А}$
14	11	13	32	-	$U = 120 \text{ В}$
15	10	6	4	8	$U = 100 \text{ В}$
16	12	-	9	7	$P = 48 \text{ Вт}$
17	6	2	3	3	$U = 60 \text{ В}$
18	4	2	3	5	$P = 54 \text{ Вт}$
19	60	4	-	48	$S = 320 \text{ В}\cdot\text{А}$
20	12	-	10	6	$I = 5 \text{ A}$

### Задача 3

#### Расчет трехфазной электрической цепи при соединении потребителей в «звезду»

В трёхфазную четырёхпроводную сеть с линейным напряжением  $U_{\text{ном}}$  включили звездой разные по характеру сопротивления. Начертить схему цепи.

Определить:

1. токи в фазах;
  2. активную и реактивную мощности в фазах.
- Данные для своего варианта взять из таблицы 3.

Таблица 3 - Данные для решения задачи 3

вариант	$U_{\text{ном}}, \text{В}$	$R_A, \text{Ом}$	$R_B, \text{Ом}$	$R_C, \text{Ом}$	$X_A, \text{Ом}$	$X_B, \text{Ом}$	$X_C, \text{Ом}$
1	380	8	-	20	6	-11	-
2	220	-	25,4	10	-12,7	-	-
3	660	38	8	-	-	6	-19
4	380	6	4	-	-8	3	-10
5	220	10	-	25,4	-	-12,7	-
6	660	-	-	38	-20	-38	-
7	380	16	12	-	-12	16	-20
8	220	10	6	12,7	-	8	-
9	660	10	-	8	-	-10	-6
10	380	10	3	-	-	4	-10



### Задача 4

#### Расчет трехфазной электрической цепи при соединении потребителей в «треугольник».

В трёхфазную трёхпроводную сеть с линейным напряжением  $U_{\text{ном}}$  включили треугольником разные по характеру сопротивления. Начертить схему цепи.

Определить:

1. токи в фазах;
2. активную и реактивную мощности в фазах.

Данные для своего варианта взять из таблицы 4.

Таблица 4 Данные для решения задачи 4

Номер варианта	$U_{\text{ном}},$ В	$R_{AB},$ Ом	$R_{BC},$ Ом	$R_{CA},$ Ом	$X_{AB},$ Ом	$X_{BC},$ Ом	$X_{CA},$ Ом
11	220	10	6	10	-	8	-
22	380	-	20	12	-20	-	16
13	660	24	40	4	-32	-	-
14	220	8	10	20	6	-	-
15	380	-	5	-	-5	-	-5
16	660	20	20	16	-	-	-12
17	220	-20	16	12	-	12	16
18	380	10	10	-	-	-	-10
19	660	3	-	8	4	-10	6
20	220	-	-	12	-20	-44	16

### Задача 5

#### Расчет параметров однофазного трансформатора

Для освещения рабочих мест в целях техники безопасности применяют лампы накаливания. Для их питания установили однофазный трансформатор. Данные для своего варианта взять из таблицы 5. Определить величины, отмеченные прочерками в таблице.

Таблица 5 - Данные для расчета задачи 5

Номер варианта	$S_{\text{ном}},$ ВА	$k_{\text{н}},$ -	$U_{\text{ном1}},$ В	$U_{\text{ном2}},$ В	$I_1,$ А	$I_2,$ А	$K_s,$ -	$P_{\text{л}},$ Вт	$\eta_{\text{л}},$ шт.
1	500	-	-	24	0,75	-	21	25	-
2	-	0,85	-	36	-	5,4	20,6	60	-
3	400	-	127	24	-	-	-	40	5

4	250	-	220	-	1,05	-	10,5	-	8
5	-	0,8	240	-	-	-	15	40	6
6	-	0,75	-	36	-	8,5	10	60	-
7	-	0,85	-	24	-	7,5	15	40	-
8	400	0,8	220	-	-	10,5	-	-	8
9	-	0,85	220	-	-	-	10	60	4
10	500	-	220	36	-	-	-	40	6
11	-	-	-	24	1,45	13,35	-	40	8
12	500	-	-	24	0,75	-	20,8	25	-
13	-	0,9	220	-	-	-	9,18	60	6
14	500	0,85	380	-	-	11,8	-	-	17
15	-	0,75	-	36	-	8,34	14	60	-
16	400	-	500	36	-	-	-	100	4
17	100	-	127	-	0,8	-	10,6	-	6
18	-	1,0	-	36	0,8	11,1	-	-	4
19	-	-0,8	220	-	-	-	18,4	100	2
20	500	--	-	36	1,12	-	10,6	25	-

*Примечание:* для ламп накаливания  $\cos \phi_2 = 1,0$ , поэтому коэффициент нагрузки определяется по формуле:

$$k_n = \frac{P_n \cdot n_n}{S_{ном}}$$

### Задача 6 Расчет параметров асинхронного двигателя

Трехфазные асинхронные двигатели используются для работы строгальных, фрезеровальных и токарных станков металлообрабатывающего завода. Все двигатели работают в номинальном режиме и подключены к сети с линейным напряжением  $U_n = 380$  В, промышленной частоты  $f = 50$  Гц.

Известны число полюсов и некоторые данные режима их работы: номинальная мощность  $P_{ном 2}$ ; частота вращения ротора  $n_{ном 2}$ ; коэффициент мощности  $\cos \phi_{ном}$  и коэффициент полезного действия  $\eta_{ном}$ .

Определить:

1. частоту вращения магнитного поля статора  $n_1$
2. скольжение  $S_{ном}$ ;
3. ток двигателя  $I_{ном 2}$ ;
4. номинальный момент вращения  $M_{ном}$ ;
5. активную мощность, потребляемую двигателем из сети  $P_{ном}$

Данные для своего варианта взять из таблицы 6.

Таблица 6 - Данные для решения задачи 6

Номер варианта	Число полюсов двигателя 2p	$P_{\text{НОМ } 2}, \text{ кВт}$	$n_{\text{НОМ } 2}, \text{ об/мин}$	$\text{Cos } \phi_{\text{НОМ}}$	$\eta_{\text{НОМ}}$
1	10	70	580	0,92	0,89
2	10	100	590	0,91	0,92
3	10	25	585	0,89	0,91
4	10	37	570	0,92	0,89
5	12	45	490	0,91	0,94
6	12	30	485	0,89	0,92
7	12	75	490	0,91	0,89
8	12	90	480	0,94	0,88
9	8	45	735	0,91	0,89
10	8	75	730	0,89	0,92
12	4	37	1460	0,93	0,82
13	4	75	1470	0,84	0,84
14	4	45	1480	0,86	0,85
15	8	5,5	735	0,81	0,92
16	8	15	735	0,92	0,88
17	6	15	980	0,86	0,91
18	8	11	730	0,89	0,85
19	6	10	980	0,88	0,92
20	6	15	980	0,86	0,87

## **5 ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМУ ЗАЧЕТУ/ЭКЗАМЕНУ**

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется по завершении изучения данной дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения. Предметом оценки освоения учебной дисциплины являются умения и знания.

Промежуточная аттестация по учебной дисциплине «Основы электротехники» проводится в форме экзамена.

Экзамен проводится в форме здесь и сейчас

Обучающийся должен на два теоретических вопроса и выполнить одно практическое задание.

### **5.1 Теоретические вопросы экзамена**

1. Предмет изучения электротехники. Применение электротехники в отраслях народного хозяйства.
2. Основные этапы развития отечественной электротехники.
3. Электрическое поле и его параметры.
4. Электрическая цепь постоянного тока. Элементы. Назначение.
5. Параметры электрической цепи.
6. Последовательное соединение резисторов.
7. Параллельное соединение резисторов.
8. Параметры магнитного поля.
9. Закон ЭМИ. Применение его в технике.
10. Индуктивность и самоиндукция.
11. Принцип получения однофазного переменного тока.
12. Параметры переменного тока.
13. Активная, реактивная мощность в цепи переменного тока.
14. Получение тока и напряжения в трехфазной системе.
15. Соединение потребителей «звездой». Свойства.
16. Соединение потребителей «треугольником».
17. Мощность трехфазной системы.
18. Назначение и применение трансформаторов, их классификация.
19. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора.
20. Трехфазные трансформаторы.
21. Назначение и классификация электрических машин.
22. Устройство асинхронных двигателей трехфазного тока.
23. Принцип действия асинхронного двигателя.
24. Устройство и назначение синхронных генераторов.
25. Устройство генератора постоянного тока.
26. Общие сведения об электроприводе. Назначение. Элементы.

27. Режимы работы электродвигателей. Продолжительность включения.
28. Пускорегулирующая аппаратура ручного управления.
29. Аппаратура автоматического управления.
30. Аппаратура защиты. Назначение. Устройство.
31. Схема управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.

## 5.2 Типовые задания

№	Типовые задания	Тема
1	Определить эквивалентное сопротивление для трёх параллельно соединённых сопротивлений, если $R_1 = 12 \text{ Ом}$ , $R_2 = 3 \text{ Ом}$ , $R_3 = 5 \text{ Ом}$ . Напряжение, приложенное к зажимам цепи равно 220В. Вычертить схему соединения резисторов и определить ток, протекающий в цепи.	Тема 1.2 Электрические цепи постоянно го тока
2	Определить сечение проводника длиной 250 см, если его сопротивление 12 Ом, удельное сопротивление проводника $0,03 \text{ Ом мм}^2/\text{м}$	
3	Определить необходимую длину проводника сечением $16 \text{ мм}^2$ , изготовленного из нихрома с удельной проводимостью $1,1 \text{ ом мм}^2 /\text{м}$ . Сопротивление проводника $0,5 \text{ Ом}$	
4	Определить сопротивление резистора и напряжение, подведённое к нему, если потребляемый им ток равен 2 А, а количество теплоты, выделившееся на резисторе за 20 минут, составляет 90 Дж.	
5	Цепь переменного тока содержит активное сопротивление $R = 12 \text{ Ом}$ , катушку индуктивности сопротивлением $X_L = 16 \text{ Ом}$ , соединённых последовательно. Сила тока, протекающая в цепи равна 3 А. Вычертить электрическую схему, определить полное сопротивление и напряжение цепи	Тема 1.3 Электрические цепи однофазного переменного тока
6	В трёхфазную четырёхпроводную сеть напряжением 380 В включили «звездой» разные по характеру сопротивления: $X_A = 20 \text{ Ом}$ , $X_B = 4 \text{ Ом}$ , $R_B = 3 \text{ Ом}$ , $R_C = 22 \text{ Ом}$ . Определить фазные токи и активные мощности фаз.	Тема 1.4 Электрические цепи трёхфазного переменного тока
7	В трёхфазную четырёхпроводную сеть напряжением 127 В включили треугольником сопротивления: $X_{ав} = 5 \text{ Ом}$ , $X_{вс} = 12,7 \text{ Ом}$ , $X_{са} = 3 \text{ Ом}$ , $R_{са} = 4 \text{ Ом}$ . Вычертить схему соединения и определить токи в фазах и реактивную	

	мощность.	
8	В трёхфазную четырёхпроводную сеть напряжением 220 В включили «треугольником» разные по характеру сопротивления: $X_{AB} = 6 \text{ Ом}$ , $R_{AB} = 8 \text{ Ом}$ , $R_{BC} = 110 \text{ Ом}$ , $R_{CA} = 22 \text{ Ом}$ .	
9	Используя номинальные данные трёхфазного трансформатора типа ТМ – 1600 – 10/0,4, определить фазные токи и напряжения, если обмотки соединены «звездой»	Тема 2.1. Трансформаторы
10	Используя технические данные трансформатора типа ТМ – 630 – 10/0,4. Схема соединения обмоток – звезда/треугольник. Определить коэффициент трансформации и номинальные токи обмоток.	
11	Используя паспортные данные трёхфазного трансформатора типа ТМ 400- 6/0,4 : определить номинальные и фактические токи, протекающие в обмотках, если коэффициент нагрузки трансформатора $K_n = 0,7$ .	
12	Для двигателя марки 4А112 S 2 У1 по таблице определить номинальные параметры: номинальную мощность, частоту вращения $n_{ном}$ , коэффициент мощности $\cos \phi$ . Рассчитать величину номинального тока и мощность, потребляемую из сети. Напряжение в сети 380 В. Определить фазные токи и реактивные мощности фаз.	
13	Трёхфазный асинхронный двигатель типа 4АП160М6У3 имеет следующие паспортные данные: номинальная мощность 11 кВт, частота вращения ротора 975 об/мин, номинальное напряжение 380 В и КПД 85% Определить частоту вращения магнитного поля статора, скольжение, если частота тока 50 Гц	
14	Используя данные для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения определить номинальный ток, момент и мощность, потребляемую двигателем из сети, если $P_{ном} = 5,5 \text{ кВт}$ , $U_{ном} = 220 \text{ В}$ , КПД = 80%, частота вращения якоря $n_{ном} = 750 \text{ об/мин}$ .	Тема 2.3 Электрические машины постоянного тока
15	Используя данные для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения определить номинальный ток и токи, протекающие в обмотках, если $P_{ном} = 4,5 \text{ кВт}$ , $U_{ном} = 440 \text{ В}$ , $R_v = 11 \text{ Ом}$ , КПД = 80%	
16	Определить для двигателя постоянного тока с	

параметрами: $P_{ном} = 6,0$ кВт, КПД – 86%, $U_{ном} = 440$ В мощность, потребляемую из сети, суммарные потери мощности и номинальный ток	
--	--

### 5.3 Критерии оценки

Оценка индивидуальных образовательных достижений по результатам промежуточной аттестации производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	неудовлетворительно

**Приложение А**  
**Образец оформления титульного листа контрольной работы**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г. И. Носова»  
Многопрофильный колледж

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № \_\_\_\_**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**«ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»**

**Вариант \_\_\_\_\_**

Выполнил (а) \_\_\_\_\_

Специальность: \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Шифр \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_

Магнитогорск, 20\_\_ г.



**Приложение Б**  
**Образец оформления содержания контрольной работы**

**Содержание**

- 1 Теоретический вопрос 1 .....  
*(текст вопроса)*
- 2 Теоретический вопрос 2 .....  
*(текст вопроса)*
- 3 Практические задания .....