

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Попов Анатолий Николаевич  
Должность: директор  
Дата подписания: 10.12.2024 15:36:18  
Уникальный программный ключ:  
1e0c38dcc0aee73cee1e5c09c1d5873fc7497bc8

Приложение 8.4.26  
ОПОП-ППССЗ по специальности  
27.02.03 Автоматика и телемеханика на транспорте  
(железнодорожном транспорте)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**  
**программы подготовки специалистов среднего звена по специальности**  
**27.02.03 Автоматика и телемеханика на транспорте (железнодорожном транспорте)**

*Базовая подготовка*  
*среднего профессионального образования*  
*(год начала подготовки: 2024)*

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ

ПРОВЕРКЕ

3. ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ:

3.1. ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ

3.2. КОДИФИКАТОР ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1 ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств учебной дисциплины может быть использован при различных образовательных технологиях, в том числе и как дистанционные контрольные средства при электронном / дистанционном обучении.

В результате освоения учебной дисциплины ОП.02 Электротехника (базовая подготовка) обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по специальности 27.02.03 Автоматика и телемеханика на транспорте (железнодорожном транспорте) следующими умениями, знаниями, которые формируют общие и профессиональные компетенции:

**- уметь:**

**У1.** рассчитывать параметры и элементы электрических и электронных устройств;

**У2.** собирать электрические схемы и проверять их работу;

**У3.** измерять параметры электрической цепи.

**- знать:**

**З1.** физические процессы в электрических цепях;

**З2.** методы расчёта электрических цепей;

**З3.** методы преобразования электрической энергии.

**-общие компетенции:**

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

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

**-профессиональные компетенции:**

ПК 1.1. Анализировать работу станционных, перегонных, микропроцессорных и диагностических систем автоматики по принципиальным схемам.

ПК 2.7. Составлять и анализировать монтажные схемы устройств СЦБ и ЖАТ по принципиальным схемам.

ПК 3.2. Измерять и анализировать параметры приборов и устройств СЦБ.

**- личные результаты:**

ЛР 10 Заботящийся о защите окружающей среды, собственной и чужой безопасности, в том числе цифровой.

ЛР 13 Готовность обучающегося соответствовать ожиданиям работодателей: ответственный сотрудник, дисциплинированный, трудолюбивый, нацеленный на достижение поставленных задач, эффективно взаимодействующий с членами команды, сотрудничающий с другими людьми, проектно мыслящий.

ЛР 25 Способный к генерированию, осмыслению и доведению до конечной реализации предлагаемых инноваций.

ЛР 27 Проявляющий способности к непрерывному развитию в области профессиональных компетенций и междисциплинарных знаний.

Формой промежуточной аттестации по учебной дисциплине является экзамен.

## 2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

2.1 В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих компетенций:

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания, освоенные компетенции)	Основные показатели оценки результатов	Форма и методы контроля и оценки результатов обучения
<p>У 1- рассчитывать параметры и элементы электрических и электронных устройств ОК 01, ОК 02 ПК 1.1, ПК 2.7, ПК 3.2 ЛР10, ЛР25, ЛР27</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Расчет батареи конденсаторов, определение эквивалентной ёмкости и распределения напряжения.</li> <li>– Расчет основных параметров электрических цепей постоянного тока;</li> <li>– Определение эквивалентного сопротивления цепи;</li> <li>– Расчет батареи химических источников.</li> <li>– Выполнение аналитического и графического расчёта цепей.</li> <li>– Расчет симметричных и несимметричных трёхфазных цепей.</li> <li>– Расчет простых электрических схем несинусоидальных токов.</li> <li>– Измерение сопротивлений проводников</li> </ul>	<p>Экспертное наблюдение и оценка при проведении лабораторных и практических занятий и за выполнение ИДЗ</p>
<p>У 2- собирать электрические схемы и проверять их работу ОК 01, ОК 02 ПК 1.1, ПК 2.7, ПК 3.2 ЛР25  ЛР27</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Сборка простейших электрических цепей</li> <li>– Подключение счётчиков и ваттметров для выполнения измерений.</li> </ul>	<p>Экспертное наблюдение и оценка защиты отчетов по лабораторным занятиям</p>
<p>У 3- измерять параметры электрической цепи ОК 01, ОК 02 ПК 1.1, ПК 2.7, ПК 3.2 ЛР25  ЛР27</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Включение электроизмерительных приборов в электрическую цепь;</li> <li>– Выполнение измерений основных параметров электрических цепей постоянного тока;</li> <li>– Производство измерений в электрических цепях с помощью приборов непосредственной оценки.</li> </ul>	<p>Экспертное наблюдение и оценка защиты отчетов по лабораторным и практическим занятиям</p>
<p>З 1 - физические процессы в электрических цепях ОК 01, ОК 02 ПК 1.1, ПК 2.7, ПК 3.2 ЛР25  ЛР27</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристики электрического поля, их физический смысл;</li> <li>– Назначение конденсаторов, их условные обозначения;</li> <li>– Физическую сущность процессов в цепях постоянного тока;</li> <li>– Основные законы цепей постоянного тока;</li> <li>– Элементы электрических цепей, их изображение на схемах и назначение;</li> <li>– Условия возникновения магнитного поля,</li> </ul>	<p>Экспертное наблюдение и оценка на лабораторных и практических занятиях и за выполнение ИДЗ</p>

	<p>его характеристики, правила для определения направления магнитного поля;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–Поведение проводника с током в магнитном поле;</li> <li>–Законы электромагнитной индукции;</li> <li>–Сущность физических явлений, происходящих в ферромагнетиках.</li> <li>–Физическую сущность процесса получения переменного тока;</li> <li>–Характеристики переменного тока, построение векторных и временных диаграмм;</li> <li>–Электромагнитные явления в цепях переменного тока,</li> <li>–Соединения обмоток генератора и потребителей «звездой» и треугольником»;</li> <li>–Разложение периодических кривых на гармоники;</li> <li>–Принцип действия электрического генератора и трансформатора;</li> <li>– Принцип действия электрического двигателя.</li> </ul>	
<p>3 2- методы расчета электрических цепей ОК 01, ОК 02 ПК 1.1, ПК 2.7, ПК 3.2 ЛР25  ЛР27</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>–Законы последовательного, параллельного и смешанного соединения конденсаторов.</li> <li>–Законы последовательного, параллельного и смешанного соединений резисторов, химических источников тока.</li> </ul>	<p>Экспертное наблюдение и оценка при защите отчетов по лабораторным и практическим занятиям</p>
<p>33- методы преобразования электрической энергии. ОК 01, ОК 02 ПК 1.1, ПК 2.7, ПК 3.2 ЛР25  ЛР27</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Преобразование электрической энергии, преобразователи</li> </ul>	<p>Экспертное наблюдение и оценка при проведении устного опроса, при защите отчетов по лабораторным и практическим занятиям</p>

### **3. Оценка освоения учебной дисциплины:**

#### **3.1. Формы и методы оценивания**

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине Электротехника, направленные на формирование общих и профессиональных компетенций.

**Контроль и оценка** результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения лабораторных и практических занятий, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий (сообщений).

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам (разделам)

Таблица 2.2

Элемент учебной дисциплины	Формы и методы контроля					
	Текущий контроль		Рубежный контроль		Промежуточная аттестация	
	Форма контроля	Проверяемые ОК, У, З	Форма контроля	Проверяемые ОК, У, З	Форма контроля	Проверяемые ОК, У, З
<b>Введение</b>		<i>У1, У2 З1, З2, З3 ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7, ПК.3.2 ЛР10, ЛР13, ЛР25, ЛР27</i>				
<b>Раздел 1. Электростатика</b>					<i>Экзамен</i>	<i>У1, У2, У3 З1, З2, З3 ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7, ПК.3.2</i>
Тема 1.1. Электрическое поле	<i>Устный опрос</i>	<i>У1, У2 З1, З2, З3 ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7, ПК.3.2 ЛР10, ЛР13, ЛР25, ЛР27</i>				
Тема 1.2. Электрическая ёмкость и конденсаторы. Свойства конденсаторов в электрической цепи.	<i>Устный опрос Решение задач</i>	<i>У1, У2, У3 З1, З2, З3 ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7, ПК.3.2 ЛР10, ЛР13, ЛР25, ЛР27</i>				
<b>Раздел 2. Электрические цепи постоянного тока</b>					<i>Экзамен</i>	<i>У1, У2, У3 З1, З2, З3 ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7, ПК.3.2</i>
Тема 2.1 Физические процессы в электрических цепях	<i>Тестирование Лабораторная работа №1,2 Практическая работа</i>	<i>У1, У2, У3 З1, З2, З3 ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7, ПК.3.2 ЛР10, ЛР13, ЛР25, ЛР27</i>				

постоянного тока	№1,2					
Тема 2.2. Расчет электрических цепей постоянного тока	<i>Устный опрос</i> <i>Практическая работа</i> <i>№3,4,5,6,7</i> <i>Самостоятельная работа</i>	<i>У1, У2, У3</i> <i>З1, З2, З3</i> <i>ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7,</i> <i>ПК.3.2</i> <i>ЛР10, ЛР13, ЛР25, ЛР27</i>				
<b>Раздел 3.</b> <b>Электромагнетизм</b> <b>и магнитная</b> <b>индукция</b>					<i>Экзамен</i>	<i>У1, У2</i> <i>З1, З2, З3</i> <i>ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7,</i> <i>ПК.3.2</i>
Тема 3.1. Магнитное поле	<i>Устный опрос</i> <i>Тестирование</i>	<i>У1, У2</i> <i>З1, З2, З3</i> <i>ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7,</i> <i>ПК.3.2</i> <i>ЛР10, ЛР13, ЛР25, ЛР27</i>				
Тема 3.2. Электромагнитная индукция	<i>Устный опрос</i> <i>Тестирование</i>	<i>У1, У2</i> <i>З1, З2, З3</i> <i>ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7,</i> <i>ПК.3.2</i> <i>ЛР10, ЛР13, ЛР25, ЛР27</i>				
<b>Раздел 4.</b> <b>Электрические</b> <b>цепи переменного</b> <b>тока</b>					<i>Экзамен</i>	<i>У1, У2, У3</i> <i>З1, З2, З3</i> <i>ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7,</i> <i>ПК.3.2</i>
Тема 4.1. Однофазные электрические цепи синусоидального тока	<i>Устный спрос</i> <i>Лабораторная работа</i> <i>№3,4,5</i> <i>Практическая работа №8</i>	<i>У1, У2, У3</i> <i>З1, З2, З3</i> <i>ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7,</i> <i>ПК.3.2</i> <i>ЛР10, ЛР13, ЛР25, ЛР27</i>				
Тема 4.2. Трехфазные электрические цепи	<i>Устный спрос</i> <i>Лабораторная работа</i> <i>№6,7</i>	<i>У1, У2, У3</i> <i>З1, З2, З3</i> <i>ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7,</i> <i>ПК.3.2</i>				

	<i>Практическая работа №9</i>	<i>ЛР10, ЛР13, ЛР25, ЛР27</i>				
Тема 4.3. Цепи несинусоидального тока	<i>Устный спрос</i>	<i>У1, У2 З1, З2, З3 ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7, ПК.3.2 ЛР10, ЛР13, ЛР25, ЛР27</i>				
<b>Раздел 5. Электрические машины</b>					<i>Экзамен</i>	<i>У1, У2 З1, З2, З3 ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7, ПК.3.2</i>
Тема 5.1. Электрические машины постоянного тока	<i>Устный спрос Тестирование</i>	<i>У1, У2 З1, З2, З3 ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7, ПК.3.2 ЛР10, ЛР13, ЛР25, ЛР27</i>				
Тема 5.2. Электрические машины переменного тока	<i>Устный спрос Тестирование</i>	<i>У1, У2 З1, З2, З3 ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7, ПК.3.2 ЛР10, ЛР13, ЛР25, ЛР27</i>				

## 4 ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)

1. Классификация электроприводов.
2. Электропривод на железнодорожном транспорте
3. Применение мультивибраторов в ЭВМ и устройствах автоматики
4. Применение триггеров на железнодорожном транспорте
5. История развития вычислительной техники.
6. Применение микропроцессоров и микро-ЭВМ на железнодорожном транспорте.

Контролируемые компетенции: ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7, ПК.3.2

Контроль выполнения данного вида самостоятельной работы осуществляется во время учебного занятия в виде проверки преподавателем письменного эссе (реферата, доклада, сообщения) или устного выступления обучающегося.

#### **Критерии оценки:**

«5» – баллов выставляется обучающемуся, если тема раскрыта всесторонне; материал подобран актуальный, изложен логично и последовательно; материал достаточно иллюстрирован достоверными примерами; презентация выстроена в соответствии с текстом выступления, аргументация и система доказательств корректны.

«4» – баллов выставляется обучающемуся, если тема раскрыта всесторонне; имеются неточности в терминологии и изложении, не искажающие содержание темы; материал подобран актуальный, но изложен с нарушением последовательности; недостаточно достоверных примеров.

«3» – баллов выставляется обучающемуся, если тема сообщения соответствует содержанию, но раскрыта не полностью; имеются серьёзные ошибки в терминологии и изложении, частично искажающие смысл содержания учебного материала; материал изложен непоследовательно и нелогично; недостаточно достоверных примеров.

«2» – баллов выставляется обучающемуся, если тема не соответствует содержанию, не раскрыта; подобран недостоверный материал; грубые ошибки в терминологии и изложении, полностью искажающие смысл содержания учебного материала; информация изложена нелогично; выводы неверные или отсутствуют.

## 4.2 Устный опрос

### по теме «Электрическое поле»

1. Сформулируйте закон Кулона.
2. Дайте определение электростатического поля.
3. Дайте определение напряженности электрического поля, назовите единицы измерения.
4. Назовите формулу напряженности поля точечного заряда.
5. Дайте определение потенциала, назовите единицы измерения.
6. Дайте определение напряжения, назовите единицы измерения.
7. Нарисуйте силовые линии и эквипотенциальные поверхности поля точечного отрицательного заряда, параллельных разноименно заряженных пластин.
8. Что называют поверхностной плотностью заряда?
9. В чем заключается явление электростатической индукции?
10. В чем заключается явление поляризации?

### по теме «Конденсаторы»

11. Что такое конденсатор?
12. Запишите формулу емкости конденсатора, назовите единицы измерения.
13. Запишите формулу емкости плоского конденсатора. Как изменится емкость, если расстояние между пластинами уменьшить в 2 раза, площадь пластин уменьшить в 3 раза?
14. Запишите формулу энергии заряженного конденсатора.
15. Назовите законы последовательного соединения конденсаторов.
16. Назовите законы параллельного соединения конденсаторов.

### по теме «Электрические цепи постоянного тока»

1. Какое соединение называется последовательным, параллельным, смешанным, треугольником, звездой?
2. Сформулируйте обобщенный закон Ома и запишите его для участка цепи, содержащего источник ЭДС.
3. Сформулируйте закон Кирхгофа и запишите их выражения.
4. Изложите сущность методов расчета электрических цепей с несколькими источниками: методы непосредственного применения законов Кирхгофа, контурных токов и узлового напряжения.
5. Когда применяется метод эквивалентного генератора и в чем он заключается?
6. Какими методами производится расчет нелинейных цепей постоянного тока?
7. Как перейти от схемы с источником э. д. с. к эквивалентной схеме с источником тока?

### по теме «Электромагнетизм и магнитная индукция»

1. Дайте определение магнитного поля, назовите его свойства.
2. Дайте определение магнитных линий.
3. Что принимают за направление магнитных линий?
4. Сформулируйте правило буравчика.
5. Сформулируйте правило правой руки.
6. Дайте определение, запишите формулу магнитной индукции, назовите единицы измерения.
7. Сформулируйте правило левой руки.
8. Дайте определение, запишите формулу магнитного потока, назовите единицы измерения.
9. Дайте определение абсолютной магнитной проницаемости и относительной магнитной проницаемости.
10. Запишите формулу напряженности магнитного поля, назовите единицы измерения.

11. В чем главное отличие напряженности магнитного поля от магнитной индукции?
12. Сформулируйте закон полного тока.
13. Дайте определение ферромагнитных материалов.
14. Назовите причину намагничивания веществ.
15. Объясните явление магнитного гистерезиса.
16. Сформулируйте законы Кирхгофа для магнитных цепей.
17. Дайте определение явления электромагнитной индукции.
18. Сформулируйте правило Ленца.
19. Сформулируйте закон электромагнитной индукции.
20. В чем заключается явление самоиндукции.
21. Дайте определение индуктивности, назовите единицы измерения.
22. В чем заключается явление взаимной индукции?
23. Запишите формулу энергии магнитного поля.

#### **по теме «Электрические цепи переменного тока»**

1. Из каких элементов состоит электрическая цепь?
2. Что такое электрический ток и как определить положительное направление тока? Что такое ток проводимости и ток смещения?
3. Что такое ЭДС? Чем она отличается от напряжения по физическому смыслу и по величине? Как измерить ЭДС?
4. Сформулируйте закон Ома для участка цепи и для всей цепи.
5. Условия возникновения резонанса напряжений
6. Что такое удельное сопротивление и удельная проводимость и в каких единицах они измеряются?
7. Как изменяется сопротивление проводника с изменением температуры? Что характеризует температурный коэффициент сопротивления?
8. Что такое падение напряжения и чему оно равно?
9. Что такое холостой ход и короткое замыкание цепи?
10. Как получается и где применяется режим согласованной нагрузки и режим максимального КПД?
11. Что такое треугольники напряжений, сопротивлений, мощностей, тока и как их строить?
12. Сформулируйте закон Джоуля-Ленца и приведите примеры практического применения преобразования электрической энергии в тепловую.
13. Напишите закон Ома для цепи с несколькими источниками ЭДС.
14. Как составляется баланс мощностей электрической цепи?
15. Как определить потенциалы точек и построить потенциальную диаграмму?

#### **по теме «Трехфазные электрические цепи»**

1. Какие преимущества имеют трехфазные цепи перед шестипроводными?
2. К трехфазной цепи с нейтральным проводом подключена симметричная, активная нагрузка. Начертите векторную диаграмму для токов нагрузки.
3. Какое напряжение больше фазное или линейное.
4. К трехфазной цепи с нейтральным проводом подключена симметричная, емкостная нагрузка.
5. К трехфазной цепи с нейтральным проводом к одной фазе подключена активная нагрузка, к двум другим реактивная, имеющая различный характер.
6. Как измерить мощность в трехфазной сети с помощью одного ваттметра.
7. Как измерить мощность в трехфазной сети с помощью двух ваттметров.
8. Могут ли в трехфазной цепи возникать резонансные явления.
9. В каждую фазу трехфазной нагрузки включена лампа накаливания. В одной из линий произошел обрыв. Как изменится яркость свечения ламп.

10. В каждую фазу трехфазной нагрузки включена лампа накаливания. Одна лампа перегорела. Как изменится яркость свечения ламп. Рассмотрите случай включения нагрузки с нейтральным проводом и без нейтрального провода.

11. Как изменится режим работы цепи, если полюсы одного источника поменять местами?

12. Напишите формулу для вычисления напряжения между нейтральными точками генератора и нагрузки.

13. Напишите формулу для вычисления напряжения на любой фазе нагрузки с учетом сопротивления линий.

14. В разные фазы нагрузки включены одна, две и три лампы накаливания. В какой фазе лампа горит ярче. В какой фазе потребляемая мощность больше?

#### **по теме «Электрические машины»**

1. Дайте определение асинхронного двигателя.

2. Почему двигатель называют «асинхронным»?

3. Назовите основные элементы конструкции трехфазного асинхронного двигателя.

4. Опишите устройство статора.

5. Опишите устройств короткозамкнутого ротора.

6. Опишите устройство фазного ротора.

7. В чем заключается принцип действия трехфазного асинхронного двигателя?

8. Дайте определение и запишите формулу скольжения.

9. Что произойдет, если скольжение достигнет критического значения?

10. В каком пределе лежит значение скольжения для асинхронных двигателей общего назначения?

11. Как связаны скорость вращения магнитного поля и число обмоток на статоре двигателя?

12. Назовите методы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя.

13. Какие потери возникают при работе двигателя?

14. Как определяется КПД?

15. От чего зависит коэффициент мощности асинхронного двигателя и как его определить?

16. Какими достоинствами обладает асинхронный двигатель?

17. Каковы недостатки асинхронных двигателей?

18. Где используются асинхронные двигатели?

Контролируемые компетенции: ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7, ПК.3.2

### 4.3 Тестовые задания

1. Вращающаяся часть электродвигателя называется:

- а) статор; б) индуктор; в) якорь; г) ротор.

2. Асинхронный двигатель называется асинхронным из-за несовпадения скоростей вращения:

- а) магнитного поля статора и магнитного поля ротора; б) ротора и его магнитного поля; в) ротора и магнитного поля статора; г) статора и ротора.

3. Если номинальная частота вращения асинхронного двигателя  $n_{ном} = 1420$  об/мин, то частота вращения магнитного поля составляет:

- а) 3000 об/мин; б) 600 об/мин; в) 1500 об/мин; г) 750 об/мин.

4. Двигатель с фазным ротором отличается от двигателя с короткозамкнутым ротором:

- а) наличием контактных колец и щеток; б) наличием пазов для охлаждения; в) числом катушек статора; г) схемой подключения обмотки статора.

5. Направление вращения магнитного поля асинхронного двигателя зависит от:

- а) порядка чередования фаз напряжения статора; б) величины подводимого тока; в) величины подводимого напряжения; г) частоты питающей сети.

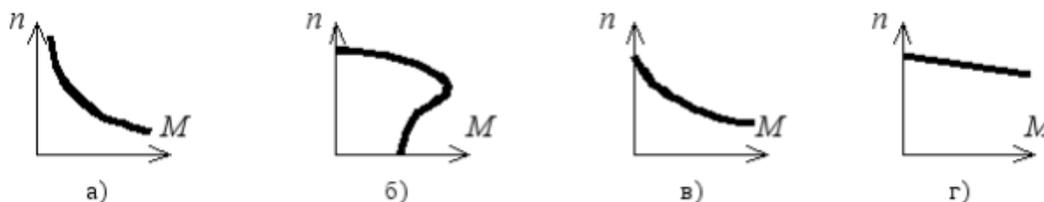
6. Максимальная частота вращения магнитного поля асинхронного двигателя при промышленной частоте 50 Гц составляет:

- а) 1000 об/мин; б) 6000 об/мин; в) 1500 об/мин; г) 3000 об/мин.

7. Для создания вращающегося магнитного поля асинхронного двигателя необходимы следующие условия:

- а) наличие одной обмотки и включения ее в сеть переменного тока;  
б) пространственный сдвиг трех обмоток и фазовый сдвиг переменных токов в них;  
в) пространственный сдвиг трех обмоток и включение их в цепь постоянного тока;  
г) включение обмотки статора в сеть трехфазного тока, а ротора – в цепь постоянного тока.

8. Механическая характеристика асинхронного двигателя имеет вид:



9. Укажите неверное утверждение:

- а) асинхронный двигатель – самый распространенный электрический двигатель;  
б) существует два основных типа машин переменного тока: синхронные и асинхронные;  
в) синхронные генераторы – это крупные машины, устанавливаемые на электростанциях;  
г) синхронные двигатели применяют только как машины малой мощности.

10. Для создания кругового вращающегося магнитного поля в машине переменного тока необходимо обеспечить пространственный сдвиг между осями обмоток (геометрических градусов) и фазовый сдвиг между токами обмоток (электрических градусов):

- а) на 180 геометрических градусов и 90 электрических градусов;  
б) на 90 геометрических градусов и 120 электрических градусов;  
в) на 120 геометрических градусов и 180 электрических градусов;  
г) на 120 геометрических градусов и 120 электрических градусов.

11. Если  $f$  – частота питающей сети (1/с), а  $p$  – число пар полюсов, то скорость вращения магнитного поля  $n_1$  (об/мин) определяется:

$$\text{а) } n_1 = \frac{60f}{p}; \text{ б) } n_2 = 60fp; \text{ в) } n = \frac{f}{60p}; \text{ г) } n_1 = \frac{f}{p}.$$

12. Если  $n_1$  – скорость вращения поля статора, а  $n_2$  – скорость вращения ротора, то скольжение асинхронного двигателя  $s$  определяется:

$$\text{а) } s = n_1 - n_2; \text{ б) } s = n_1 + n_2; \text{ в) } s = \frac{n_1 + n_2}{n_2}; \text{ г) } s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}.$$

13. При работе асинхронной машины в режиме двигателя скольжение изменяется в пределах:

$$\text{а) } 1 \dots \infty; \text{ б) } 0 \dots -\infty; \text{ в) } 0 \dots 1; \text{ г) } 0 \dots -1.$$

14. При номинальном режиме работы асинхронного двигателя скольжение может составлять величину:

$$\text{а) } s = 0,02 \dots 0,05; \text{ б) } s = 0,1 \dots 0,2; \text{ в) } s = 0,2 \dots 0,5; \text{ г) } s = 0,5 \dots 1,0.$$

15. Трансформатор — это электромагнитный аппарат преобразующий ...

- а) постоянные токи и напряжения одних величин в другие;
- б) переменные токи и напряжения одних величин в другие;
- в) переменные токи в постоянные;
- г) постоянные токи в переменные;
- д) переменные токи с изменением их частоты.

16. Электротехническая сталь магнитопроводов силовых трансформаторов:

- а) уменьшает магнитные потери;
- б) увеличивает магнитные связи обмоток;
- в) увеличивает механическую прочность магнитопровода;
- г) уменьшает стоимость трансформатора.

17. Конструкция магнитопровода часто используемая для трансформаторов большой мощности ...

- а) групповая;
- б) броневая;
- в) бронестержневая;
- г) бронегрупповая.

18. Основной магнитный поток трансформатора с  $f = const$  и  $U_1 = const$  при уменьшении числа витков  $W_1$  первичной обмотки...

- а) не изменится;
- б) уменьшится;
- в) увеличится.

19. Уравнения максимального значения магнитного потока ...

$$\begin{aligned} \text{а) } \Phi_m &= E_1 / (4,44 \cdot w_1 \cdot f); \\ \text{б) } \Phi_m &= 4,44 \cdot I_0 w_1 / R_M; \\ \text{в) } \Phi_m &= E_1 / (\sqrt{2} \cdot w_1 \cdot f); \\ \text{г) } \Phi_m &= U_0 / (\sqrt{2} \cdot w_1 \cdot f). \end{aligned}$$

20. Величина магнитного сопротивления потокам в фазах трехфазного трансформатора ...

- а) одинакова;
- б) магнитное сопротивление средней фазы больше крайних;
- в) магнитное сопротивление крайних фаз больше средней.

**21. Трехфазный трансформатор со схемой соединения  $\Delta/Y$  и  $W_1/W_2 = 1$  включен в сеть с  $U_{1Л} = 220$  В, чему равно  $U_{2Л}$  в режиме холостого хода...**

- а) 660 В;
- б) 380 В;
- в) 220 В;
- г) 127 В.

**22. Ток установившегося короткого замыкания силового трансформатора при номинальном первичном напряжении равен**

- а) номинальному току;
- б) от 0,25 до 0,5 номинального тока;
- в) от 10 до 22 номинальных токов;
- г) от 2 до 3 номинальных токов.

**23. Кпд силового трансформатора при увеличении коэффициента мощности и постоянной нагрузке...**

- а) не меняется;
- б) увеличивается;
- в) уменьшается.

**24. Вторичное напряжение силового трансформатора при увеличении активной нагрузки**

...

- а) не изменится;
- б) увеличится;
- в) уменьшится.

Контролируемые компетенции: ОК1, ОК2, ПК.1.1, ПК.2.7, ПК.3.2

**Критерии оценки:**

За каждый правильный ответ, начисляется 1 балл.

«5» - правильно выполнено 86 – 100% заданий;

«4» - правильно выполнено 75 – 85% заданий ;

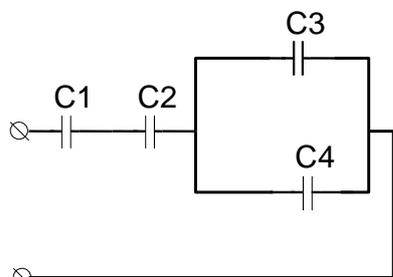
«3» - правильно выполнено 61 – 74% заданий;

«2» - правильно выполнено 60% (и менее) заданий .

#### 4.4 Решение задач (практических работ)

##### Задание №1

При расчете электростатических цепей применяют метод свертывания цепи. При этом определяют участки только последовательного или только параллельного соединения и используют соответствующие формулы.



Дано:  $C_1=20$  мкФ;  $C_2=30$  мкФ;  $C_3=40$  мкФ;  
 $C_4=50$  мкФ;  $U=100$  В;  
 Найти  $C_{ЭКВ}$ ,  $U_1 - U_4$ ,  $Q_1 - Q_4$

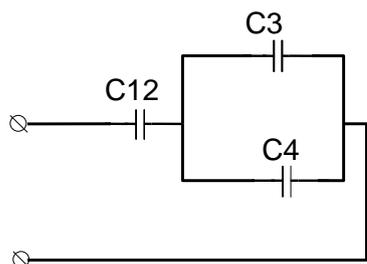
##### Эталон ответа

##### Решение

**I** Определяем эквивалентную емкость.

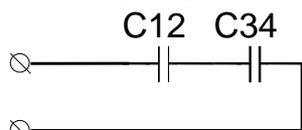
Рассмотрим исходную схему. Т.к. конденсаторы  $C_1$  и  $C_2$  соединены последовательно, то

$$C_{12} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{20 \cdot 30}{20 + 30} = 12 \text{ мкФ}$$

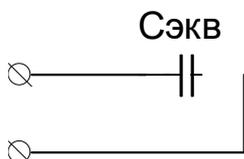


Из схемы №2 следует, что конденсаторы  $C_3$  и  $C_4$  соединены параллельно, значит

$$C_{34} = C_3 + C_4 = 40 + 50 = 90 \text{ мкФ}$$



Из схемы №3 следует, что конденсаторы  $C_{12}$  и  $C_{34}$  соединены последовательно, значит



$$C_{ЭКВ} = \frac{C_{12} \cdot C_{34}}{C_{12} + C_{34}} = \frac{12 \cdot 90}{12 + 90} = 10,6 \text{ мкФ}$$

**II** Определяем напряжение и заряд каждого конденсатора. Для этого двигаясь от самой простой схемы (4) к исходной (1) применяем все известные свойства.

Из схемы №4 следует, что

$$Q_{ЭКВ} = U \cdot C_{ЭКВ} = 100 \cdot 10,6 = 1060 \text{ мкКл}$$

Из схемы №3 следует, что

$$Q_{12} = Q_{34} = Q_{ЭКВ} = 1060 \text{ мкКл}$$

$$U_{12} = \frac{Q_{12}}{C_{12}} = \frac{1060}{12} = 88,3 \text{ В}$$

$$U_{34} = \frac{Q_{34}}{C_{34}} = \frac{1060}{90} = 11,7 \text{ В}$$

Из схемы №2 следует, что

$$U_{34} = U_3 = U_4 = 11,7 \text{ В}$$

$$Q_3 = U_3 \cdot C_3 = 11,7 \cdot 40 = 468 \text{ мкКл}$$

$$Q_4 = U_4 \cdot C_4 = 11,7 \cdot 50 = 585 \text{ мкКл}$$

Из схемы №1 следует, что

$$Q_1 = Q_2 = Q_{12} = 1060 \text{ мкКл}$$

$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{1060}{20} = 53 \text{ В}$$

$$U_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{1060}{30} = 35,3 \text{ В}$$

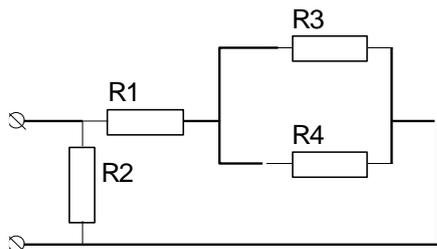
Ответ...

Критерии оценки

Отметка (оценка)	Процент верного решения задачи
5 (отлично)	86-100
4 (хорошо)	75-85
3 (удовлетворительно)	61-74
2 (неудовлетворительно)	0-60

### Задание №2

Смешанное соединение приемников энергии представляет собой сочетание рассмотренных последовательного и параллельного соединений. Большое разнообразие этих соединений не позволяет вывести общую формулу для определения эквивалентного сопротивления цепи. В каждом конкретном случае нужно выделять участки, соединенные последовательно или параллельно, и по известным формулам заменять их эквивалентными сопротивлениями. Цепь постепенно упрощают и приводят к простейшему виду с одним сопротивлением. При этом токи и напряжения отдельных участков цепи определяют по закону Ома.



Дано:  $R_1=20 \text{ Ом}$ ;  $R_2=30 \text{ Ом}$ ;  $R_3=40 \text{ Ом}$ ;  
 $R_4=50 \text{ Ом}$ ;  $U=100 \text{ В}$ ;

Найти  $R_{\text{ЭКВ}}$ ,  $U_1 - U_4$ ,  $I_1 - I_4$

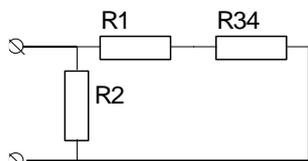
### Эталон ответа

#### Решение

**I** Определяем эквивалентное сопротивление.

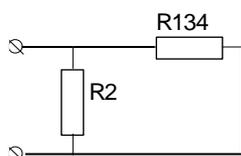
Рассмотрим исходную схему. Т.к. сопротивления  $R_3$  и  $R_4$  соединены параллельно, то

$$R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{40 \cdot 50}{40 + 50} = 22,2 \text{ Ом}$$



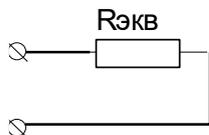
Из схемы №2 следует, что сопротивления  $R_1$  и  $R_{34}$  соединены последовательно, значит

$$R_{134} = R_1 + R_{34} = 20 + 22,2 = 42,2 \text{ Ом}$$



Из схемы №3 следует, что сопротивления  $R_2$  и  $R_{134}$  соединены параллельно, значит

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{R_2 \cdot R_{134}}{R_2 + R_{134}} = \frac{30 \cdot 42,2}{30 + 42,2} = 17,5 \text{ Ом}$$



**II** Определяем напряжение и ток каждого сопротивления. Для этого двигаясь от самой простой схемы (4) к исходной (1) применяем все известные свойства.

Из схемы №4 следует, что

$$I_{\text{ЭКВ}} = \frac{U}{R_{\text{ЭКВ}}} = \frac{100}{17,5} = 5,7 \text{ А}$$

Из схемы №3 следует, что

$$U_2 = U_{134} = U_{\text{ЭКВ}} = 100 \text{ В}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{100}{30} = 3,3 \text{ А}$$

$$I_{134} = \frac{U_{134}}{R_{134}} = \frac{100}{42,2} = 2,4 \text{ А}$$

Из схемы №2 следует, что

$$I_{134} = I_1 = I_{34} = 2,4 \text{ А}$$

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 2,4 \cdot 20 = 48 \text{ В}$$

$$U_{34} = I_{34} \cdot R_{34} = 2,4 \cdot 22,2 = 52 \text{ В}$$

Из схемы №1 следует, что

$$U_3 = U_4 = U_{34} = 52 \text{ В}$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{52}{40} = 1,3 \text{ A}$$

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{52}{50} = 1,1 \text{ A}$$

Ответ...

#### Критерии оценки

Отметка (оценка)	Процент верного решения задачи
5 (отлично)	86-100
4 (хорошо)	75-85
3 (удовлетворительно)	61-74
2 (неудовлетворительно)	0-60

#### Задание №3.

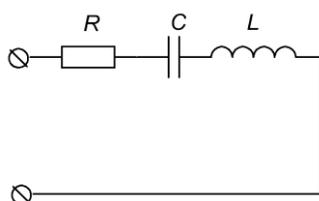


Рисунок 1

Дано: электрическая цепь (рис 1);

$L=0,120 \text{ Гн}$ ;  $C=370 \text{ мкФ}$ ;  $R=25 \text{ Ом}$ ;  $U=220 \text{ В}$ .

Найти:  $X_L$ ,  $X_C$ ,  $I$ ,  $P$ ,  $Q$ ,  $S$ , построить векторную диаграмму

#### Эталон ответа

#### Решение

Определяем индуктивное сопротивление

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,12 = 37,7 \text{ Ом}$$

Определяем емкостное сопротивление

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 370 \cdot 10^{-6}} = 8,6 \text{ Ом}$$

Определяем полное сопротивление цепи

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{25^2 + (37,7 - 8,6)^2} = 38,4 \text{ Ом}$$

Находим ток, протекающий по цепи

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{38,4} = 5,73 \text{ A}$$

Находим активную мощность, потребляемую цепью

$$P = I^2 \cdot R = 5,73^2 \cdot 25 = 820,8 \text{ Вт}$$

Находим реактивную мощность, потребляемую цепью

$$Q = I^2 \cdot (X_L - X_C) = 5,73^2 \cdot (37,7 - 8,6) = 955,4 \text{ вар}$$

Находим полную мощность, потребляемую цепью

$$S = U \cdot I = 220 \cdot 5,73 = 1260,6 \text{ ВА}$$

Строим векторную диаграмму. Для этого определяем падение напряжения на каждом сопротивлении, выбираем масштаб по току и напряжению и рассчитываем длины всех векторов.

$$U_A = I \cdot R = 5,73 \cdot 25 = 143,25B$$

$$U_L = I \cdot X_L = 5,73 \cdot 37,7 = 216B$$

$$U_C = I \cdot X_C = 5,73 \cdot 8,6 = 49,3B$$

$$M_I = 1 \frac{A}{cm}; M_U = 20 \frac{B}{cm}$$

$$l_{U_A} = \frac{U_A}{M_U} = \frac{143,25}{20} = 7,2cm$$

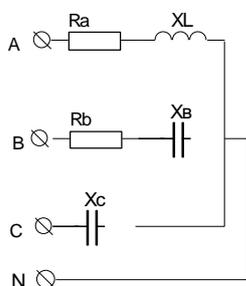
$$l_{U_L} = \frac{U_L}{M_U} = \frac{216}{20} = 10,8cm$$

$$l_{U_C} = \frac{U_C}{M_U} = \frac{49,3}{20} = 2,5cm$$

$$l_I = \frac{I}{M_I} = \frac{5,73}{1} = 5,73cm$$

#### Критерии оценки

Отметка (оценка)	Процент верного решения задачи
5 (отлично)	86-100
4 (хорошо)	75-85
3 (удовлетворительно)	61-74
2 (неудовлетворительно)	0-60



#### Задание №4.

Дано: трехфазная четырехпроводная цепь  
 $R_A=R_B=50 \text{ Ом}$ ;  $X_{LA}=X_{CB}=X_{CC}=25 \text{ Ом}$ ;  $U_L=380 \text{ В}$ .  
 Найти:  $I_\phi$ ,  $P$ ,  $Q$ ,  $S$ , построить векторную диаграмму.

#### Эталон ответа

##### Решение

Определяем фазное напряжение

$$U_\phi = \frac{U_L}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220B$$

Определяем полное сопротивление каждой фазы

$$Z_A = \sqrt{R_A^2 + X_A^2} = \sqrt{50^2 + 25^2} = 55,9 \text{ Ом}$$

$$Z_B = \sqrt{R_B^2 + X_B^2} = \sqrt{50^2 + 25^2} = 55,9 \text{ Ом}$$

$$Z_C = X_C = 25 \text{ Ом}$$

Определяем ток каждой фазы

$$I_A = \frac{U_\phi}{Z_A} = \frac{220}{55,9} = 3,94 \text{ А}$$

$$I_B = \frac{U_\phi}{Z_B} = \frac{220}{55,9} = 3,94 \text{ А}$$

$$I_C = \frac{U_\phi}{Z_C} = \frac{220}{25} = 8,8 \text{ А}$$

Находим активную мощность, потребляемую каждой фазой

$$P_A = I_A^2 \cdot R_A = 3,94^2 \cdot 50 = 776,18 \text{ Вт}$$

$$P_B = I_B^2 \cdot R_B = 3,94^2 \cdot 50 = 776,18 \text{ Вт}$$

$$P_C = I_C^2 \cdot R_C = 3,94^2 \cdot 0 = 0 \text{ Вт}$$

Находим активную мощность, потребляемую всей трехфазной цепью

$$P = P_A + P_B + P_C = 776,18 + 776,18 + 0 = 1552,36 \text{ Вт}$$

Находим реактивную мощность, потребляемую каждой фазой

$$Q_A = I_A^2 \cdot X_A = 3,94^2 \cdot 25 = 388 \text{ вар}$$

$$Q_B = I_B^2 \cdot X_B = 3,94^2 \cdot 25 = 388 \text{ вар}$$

$$Q_C = I_C^2 \cdot X_C = 3,94^2 \cdot 25 = 388 \text{ вар}$$

Находим реактивную мощность, потребляемую всей трехфазной цепью

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C = 388 + 388 + 388 = 1164 \text{ вар}$$

Находим полную мощность, потребляемую каждой фазой

$$S_A = U_\phi \cdot I_A = 220 \cdot 3,94 = 866,8 \text{ ВА}$$

$$S_B = U_\phi \cdot I_B = 220 \cdot 3,94 = 866,8 \text{ ВА}$$

$$S_C = U_\phi \cdot I_C = 220 \cdot 8,8 = 1936 \text{ ВА}$$

Находим полную мощность, потребляемую всей трехфазной цепью

$$S = S_A + S_B + S_C = 866,8 + 866,8 + 1936 = 3669,6 \text{ ВА}$$

Для построения векторной диаграммы необходимо:

1) Определить угол сдвига между током и напряжением в каждой фазе

$$\cos \varphi_A = \frac{R_A}{Z_A} = \frac{50}{55,9} = 0,89 \Rightarrow \varphi_A = \arccos \varphi_A = 27^\circ$$

$$\cos \varphi_B = \frac{R_B}{Z_B} = \frac{50}{55,9} = 0,89 \Rightarrow \varphi_B = \arccos \varphi_B = 27^\circ$$

$$\cos \varphi_C = \frac{R_C}{Z_C} = \frac{0}{25} = 0 \Rightarrow \varphi_C = \arccos \varphi_C = 90^\circ$$

2) Сформулировать основные соотношения для каждой фазы:

В фазе А ток отстает от напряжения по фазе на угол  $27^\circ$

В фазе В ток опережает напряжение по фазе на  $27^\circ$

В фазе С ток опережает напряжение по фазе на  $90^\circ$

3) Выбрать масштаб по току и напряжению и определить длины всех векторов:

$$m_I = 1 \frac{A}{cm}; m_U = 50 \frac{B}{cm}$$

$$l_{U_\Phi} = \frac{U_\Phi}{M_U} = \frac{220}{50} = 4,4 cm$$

$$l_{I_A} = \frac{I_A}{M_I} = \frac{3,94}{1} = 3,94 cm$$

$$l_{I_B} = \frac{I_B}{M_I} = \frac{3,94}{1} = 3,94 cm$$

$$l_{I_C} = \frac{I_C}{M_I} = \frac{8,8}{1} = 8,8 cm$$

4) Строим векторную диаграмму.

5) Критерии оценки

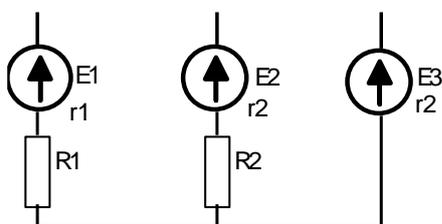
Отметка (оценка)	Процент верного решения задачи
5 (отлично)	86-100
4 (хорошо)	75-85
3 (удовлетворительно)	61-74
2 (неудовлетворительно)	0-60

### Расчет электрических цепей постоянного тока.

**Расчет сложных цепей методом законов Кирхгофа (узловых и контурных уравнений).**

Для расчета сложной цепи необходимо составить систему уравнений в следующем порядке:

1. Количество уравнений в системе должно быть равно количеству неизвестных токов, причем количество неизвестных токов должно быть равно количеству ветвей в схеме;
2. Количество уравнений по первому закону Кирхгофа должно быть на единицу меньше количества узлов в схеме;
3. Недостающие уравнения в системе составляются по второму закону Кирхгофа.



Дано:  $E_1=20\text{ В}; E_2=40\text{ В}; E_3=50\text{ В};$

$R_1=R_2=15\text{ Ом}; r_1=r_2=r_3=5\text{ Ом}$

Найти  $I_1, I_2, I_3$ , составить уравнение баланса мощности.

### Эталон ответа

Решение

I Расчет сложной цепи методом законов Кирхгофа.

Составим систему из трех уравнений, первое уравнение по первому закону Кирхгофа, два по второму, и решим полученную систему.

$$\begin{cases} I_1 + I_2 + I_3 = 0 \\ E_1 - E_2 = I_1 \cdot (R_1 + r_1) - I_2 \cdot (R_2 + r_2) \\ E_2 - E_3 = I_2 \cdot (R_2 + r_2) - I_3 \cdot r_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_1 + I_2 + I_3 = 0 \\ 20 - 40 = I_1 \cdot (15 + 5) - I_2 \cdot (15 + 5) \\ 40 - 50 = I_2 \cdot (15 + 5) - 5 \cdot I_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_1 + I_2 + I_3 = 0 \\ -20 = 20 \cdot I_1 - 20 \cdot I_2 \\ -10 = 20 \cdot I_2 - 5 \cdot I_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_1 + I_2 + I_3 = 0 \\ I_1 - I_2 = -1 \\ 4 \cdot I_2 - I_3 = -2 \end{cases}$$

В дальнейшем решении используем метод подстановки. Выразим через ток  $I_2$  другие токи и подставим в первое уравнение.

$$\begin{cases} I_1 + I_2 + I_3 = 0 \\ I_1 = I_2 - 1 \\ I_3 = 4 \cdot I_2 + 2 \end{cases}$$

$$I_2 - 1 + I_2 + 4 \cdot I_2 + 2 = 0$$

$$6 \cdot I_2 = -1$$

$$I_2 = -\frac{1}{6} = -0,17 \text{ A}$$

$$I_1 = -0,17 - 1 = -1,17 \text{ A}$$

$$I_3 = 4 \cdot (-0,17) + 2 = 1,34 \text{ A}$$

Отрицательное значение токов говорит о том, истинное направление токов противоположно выбранному.

Правильность решения можно проверить двумя способами: подставив полученные значения в первое уравнение системы или составить уравнение баланса мощности.

Баланс мощности: мощность, выделяемая всеми источниками должна быть равна мощности, потребляемой всеми приемниками энергии.

$$\sum P_{\text{ист}} = \sum P_{\text{пр}}$$

$$\sum P_{\text{ист}} = E_1 \cdot I_1 + E_2 \cdot I_2 + E_3 \cdot I_3 = 20 \cdot (-1,17) + 40 \cdot (-0,17) + 50 \cdot 1,34 = 35,8 \text{ Вт}$$

$$\sum P_{\text{пр}} = I_1^2 \cdot (R_1 + r_1) + I_2^2 \cdot (R_2 + r_2) + I_3^2 \cdot r_3 = 1,17^2 \cdot 20 + 0,17^2 \cdot 20 + 1,34^2 \cdot 5 = 36,7 \text{ Вт}$$

Если баланс мощности сходится значит задача решена верно.

### Расчет сложных цепей методом узлового напряжения

Рассмотрим решение на примере предыдущей задачи.

1. Определяем проводимость каждой ветви:

$$g_1 = \frac{1}{R_1 + r_1} = \frac{1}{15 + 5} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ См}$$

$$g_2 = \frac{1}{R_2 + r_2} = \frac{1}{15 + 5} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ См}$$

$$g_3 = \frac{1}{r_3} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ См}$$

2. Определяем узловое напряжение:

$$U = \frac{\sum E_N \cdot g_N}{\sum g_N} = \frac{E_1 \cdot g_1 + E_2 \cdot g_2 + E_3 \cdot g_3}{g_1 + g_2 + g_3} = \frac{20 \cdot 0,05 + 40 \cdot 0,05 + 50 \cdot 0,2}{0,05 + 0,05 + 0,2} = 43,3 \text{ В}$$

3. Определяем токи ветвей:

$$I_1 = (E_1 - U) \cdot g_1 = (20 - 43,3) \cdot 0,05 = -1,17 \text{ А}$$

$$I_2 = (E_2 - U) \cdot g_2 = (40 - 43,3) \cdot 0,05 = -0,17 \text{ А}$$

$$I_3 = (E_3 - U) \cdot g_3 = (50 - 43,3) \cdot 0,2 = 1,34 \text{ А}$$

Ответ: ....

#### Критерии оценки

Отметка (оценка)	Процент верного решения задачи
5 (отлично)	86-100
4 (хорошо)	75-85
3 (удовлетворительно)	61-74
2 (неудовлетворительно)	0-60

#### Расчет цепи с несинусоидальными токами

Пример задачи с решением.

К электрической цепи приложено напряжение:

$$u(t) = 150 \sin \omega t + 50 \sin 3\omega t + 30 \sin 5\omega t, \text{ В}$$

Рассчитать мгновенные значения токов ветвей, найти их действующие значения, если  $R=9 \text{ Ом}$ ,  $X_{L1}=5 \text{ Ом}$ ;  $X_{C1}=45 \text{ Ом}$ . Определить действующие значение несинусоидального напряжения, тока и активную мощность цепи.

#### Решение

Полное сопротивление цепи для первой, третьей и пятой гармоник тока:

$$Z_1 = \sqrt{R^2 + (X_{L1} - X_{C1})^2} = \sqrt{9^2 + (5 - 45)^2} = 41 \text{ Ом};$$

$$Z_3 = \sqrt{R^2 + \left(3X_{L1} - \frac{X_{C1}}{3}\right)^2} = \sqrt{9^2 + \left(3 \cdot 5 - \frac{45}{3}\right)^2} = 9 \text{ Ом}$$

$$Z_5 = \sqrt{R^2 + \left(5X_{L1} - \frac{X_{C1}}{5}\right)^2} = \sqrt{9^2 + \left(5 \cdot 5 - \frac{45}{5}\right)^2} = 18,4 \text{ Ом}$$

Амплитудные значения гармоник тока определяют по закону Ома:

$$I_{1m} = \frac{U_{1m}}{Z_1} = \frac{150}{41} = 3,66 \text{ А};$$

$$I_{3m} = \frac{U_{3m}}{Z_3} = \frac{50}{9} = 5,55 \text{ А};$$

$$I_{5m} = \frac{U_{5m}}{Z_5} = \frac{30}{18,4} = 1,63 \text{ A};$$

Действующие значения токов находят по амплитудным:

$$I_1 = \frac{I_{1m}}{\sqrt{2}} = \frac{3,66}{1,41} = 2,59 \text{ A};$$

$$I_3 = \frac{I_{3m}}{\sqrt{2}} = \frac{5,55}{1,41} = 3,94 \text{ A};$$

$$I_5 = \frac{I_{5m}}{\sqrt{2}} = \frac{1,63}{1,41} = 1,16 \text{ A}$$

Действующее значение несинусоидального тока и напряжения:

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_3^2 + I_5^2} = \sqrt{2,59^2 + 3,94^2 + 1,16^2} = 4,85 \text{ A};$$

$$\begin{aligned} U &= \sqrt{U_1^2 + U_3^2 + U_5^2} = \sqrt{\left(\frac{U_{1m}}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{U_{3m}}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{U_{5m}}{\sqrt{2}}\right)^2} = \sqrt{\frac{U_{1m}^2 + U_{3m}^2 + U_{5m}^2}{2}} = \\ &= \sqrt{\frac{150^2 + 50^2 + 30^2}{2}} = 114 \text{ В}. \end{aligned}$$

$$\text{Активная мощность } P = I^2 \cdot R = 4,85^2 \cdot 9 = 212 \text{ Вт}.$$

## 4.5 Лабораторные и практические работы

**Лабораторное занятие №1.** Экспериментальная проверка закона Ома для участка электрической цепи постоянного тока.

**Лабораторное занятие №2.** Исследование цепи постоянного тока со смешанным соединением резисторов.

**Лабораторное занятие №3.** «Исследование параметров синусоидального напряжения (тока)»

**Лабораторная работа № 4.** «Исследование цепи переменного тока с последовательным соединением резистора и катушки индуктивности»

**Лабораторная работа № 5.** «Исследование цепи переменного тока с параллельным соединением резистора и катушки индуктивности, резистора и конденсатора»

**Лабораторная работа № 6.** «Исследование трехфазной цепи при соединении приемников энергии звездой».

**Лабораторная работа № 7.** «Исследование трехфазной цепи при соединении приемников энергии треугольником»

**Практическое занятие № 1.** Расчет линии по допустимой потере напряжения

**Практическое занятие № 2.** Расчет линии по допустимому нагреву

**Практическое занятие № 3.** Расчет сложных электрических цепей методом узловых и контурных уравнений

**Практическое занятие № 4.** Расчет сложных электрических цепей методом контурных токов.

**Практическое занятие № 5.** Расчет сложных электрических цепей методом узловых потенциалов.

**Практическое занятие № 6.** Расчет сложных электрических цепей методом наложения

**Практическое занятие № 7.** Составление и расчет уравнения энергетического баланса мощности электрической цепи.

**Практическое занятие № 8.** «Расчет электрических цепей переменного тока»

**Практическое занятие № 9.** «Расчет несимметричных трехфазных цепей».

#### 4.6. Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Электрическое поле, его физическая сущность, силовые линии электрического поля. Абсолютная диэлектрическая проницаемость среды, электрическая постоянная, относительная диэлектрическая проницаемость среды.
2. Напряженность электрического поля в заданной точке. Напряженность электрического поля нескольких точечных заряженных тел. Однородные и неоднородные поля.
3. Потенциал электрического поля в заданной точке. Эквипотенциальные поверхности, их примеры.
4. Электрическое напряжение. Зависимость между напряжением и напряженностью в однородном электрическом поле.
5. Проводники в электрическом поле. Электростатическая индукция.
6. Диэлектрики в электрическом поле. Поляризация диэлектрика, пробой, электрическая прочность.
7. Электрическая емкость одиночного проводника, единицы ее измерения. Плоский конденсатор, его основные технические параметры. Обозначение на схемах.
8. Последовательное соединение конденсаторов. Определение общей (эквивалентной) емкости батареи, зарядов и напряжений на отдельных конденсаторах.
9. Параллельное соединение конденсаторов. Определение общей (эквивалентной) емкости батареи, зарядов и напряжений на отдельных конденсаторах.
10. Смешанное соединение конденсаторов. Определение общей (эквивалентной) емкости батареи, зарядов и напряжений на отдельных конденсаторах.
11. Энергия электрического поля.
12. Электрическая цепь, ее элементы. Электрический ток, единица измерения тока. Плотность тока.
13. Электрическое сопротивление и проводимость, их единицы.
14. Расчетная формула сопротивления проводников. Зависимость сопротивления проводников от температуры. Линейные и нелинейные сопротивления, их обозначения на схемах и вольт-амперные характеристики.
15. Электродвижущая сила источников энергии, обозначение на схемах источников энергии. Закон Ома для участка цепи и для замкнутой цепи с одним источником энергии.
16. Неразветвленная цепь с несколькими источниками энергии. Закон Ома. Напряжение на зажимах источника энергии, работающего в режиме генератора и в режиме потребителя.
17. Потенциальная диаграмма неразветвленной цепи с несколькими источниками энергии.
18. Энергия и мощность электрического тока, единицы их измерения. Полная и полезная мощность. Условие получения максимальной полезной мощности. Электрический КПД источника энергии.
19. Цепь с последовательным соединением резисторов и ее расчет.
20. Первый закон Кирхгофа. Цепь с параллельным соединением резисторов и ее расчет.
21. Цепь со смешанным соединением резисторов и ее расчет.
22. Тепловое действие тока. Закон Ленца-Джоуля.
23. Практическое использование теплового действия. Защита от токов короткого замыкания.
24. Расчет сечения проводов двухпроводной линии электропередачи с нагрузкой на конце по допустимой потере напряжения.
25. Второй закон Кирхгофа. Сложные электрические цепи и методы их расчета.
26. Химические источники электрической энергии: кислотные и щелочные аккумуляторы. Принцип действия, обозначение на схемах; параметры.
27. Соединение химических источников электрической энергии в батарею. Последовательное, параллельное, смешанное соединение элементов.
28. Магнитное поле электрического тока, его графическое изображение. Правило буравчика. Формы магнитных полей.
29. Магнитное поле и его параметры: магнитная индукция, магнитный поток,

напряженность, магнитная проницаемость; их единицы измерения.

30. Магнитное напряжение. Закон полного тока. Применение закона полного тока для определения напряженности и индукции поля прямого проводника с током.

31. Магнитное поле цилиндрической и кольцевой катушек. Определение напряженности и индукции по закону полного тока.

32. Электромагнитная сила, действующая на проводник с током в магнитном поле. Взаимодействие токов, проходящих по параллельным проводам.

33. Действие магнитного поля на проводник с током. Практическое использование этого явления. Электромагнитная сила: определение величины и направления.

34. Действие магнитного поля на рамку с током. Принцип действия электродвигателя постоянного тока. Механическая мощность.

35. Намагничивание ферромагнитных материалов. Кривая намагничивания. Магнитная проницаемость ферромагнитных материалов.

36. Циклическое перемагничивание, магнитный гистерезис, потери энергии от гистерезиса. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы; их применение

37. Понятие о расчете магнитных цепей.

38. Постоянные магниты, электромагниты. Энергия магнитного поля.

39. Явление электромагнитной индукции при движении проводника в магнитном поле. Величина и направление эдс.

40. Преобразование механической энергии в электрическую. Электрический генератор.

41. Вихревые токи, их практическое применение. Потери энергии от вихревых токов.

42. Правило Ленца. Явление самоиндукции, величина ЭДС самоиндукции. Бифилярная катушка.

43. Индуктивность. Единицы ее измерения. Индуктивность прямой и кольцевой катушек.

44. Явление взаимной индукции. Величина и направление ЭДС взаимной индукции.

45. Переменный ток. Определение. График тока. Мгновенное и максимальное значение переменного тока. Период, частота, их единицы измерения. Угловая частота тока. Диапазоны частот переменных токов, применяемых в технике.

46. Получение синусоидально изменяющейся ЭДС при вращении витка в магнитном поле. Волновая диаграмма эдс.

47. Уравнение мгновенного значения ЭДС. Зависимость частоты ЭДС от числа пар полюсов генератора и частоты вращения ротора. Угловая частота.

48. Фаза, начальная фаза, сдвиг фаз. Волновые диаграммы двух синусоидальных токов, не совпадающих по фазе; совпадающих по фазе и изменяющихся в противофазе.

49. Графическое изображение синусоидальных переменных ЭДС при помощи волновой и векторной диаграмм. Сложение переменных ЭДС и токов. Определение амплитуды и фазы суммарной ЭДС.

50. Среднее значение переменного тока за период и полупериод. Действующие значения тока, напряжения и ЭДС (без вывода). Коэффициент амплитуды. Коэффициент формы кривой. Измерение действующих значений ЭДС, напряжения и тока.

51. Цепь переменного тока с активным сопротивлением. Схема. Напряжение и ток в цепи. Волновые диаграммы тока и напряжения. Закон Ома для максимальных и действующих значений. Векторная диаграмма цепи. Средняя за период мощность цепи.

52. Индуктивность в цепи переменного тока. Схема цепи. Аналитические выражения тока, магнитного потока, ЭДС самоиндукции и напряжения цепи. Волновая и векторная диаграмма цепи. Закон Ома для действующих значений.

53. Индуктивное сопротивление цепи, его физический смысл. График зависимости индуктивного сопротивления от частоты. Энергетический процесс в цепи. Реактивная мощность в цепи, ее единицы измерения.

54. Цепь с емкостью. Схема. Аналитические выражения напряжения и тока в цепи. Волновая диаграмма цепи. Закон Ома. Векторная диаграмма. Емкостное сопротивление, его физический смысл, графическое изображение. Энергетический процесс в цепи. Реактивная

мощность, ее единицы измерения.

55. Параметры электрических цепей переменного тока: активное сопротивление, индуктивность, емкость; их особенности.

56. Последовательное соединение активного сопротивления и индуктивности. Схема цепи. Аналитическое выражение тока, активной и индуктивной составляющих напряжения. Векторная диаграмма цепи. Закон Ома. Коэффициент мощности.

64. Последовательное соединение двух катушек индуктивности. Схема цепи. Векторная диаграмма. Закон Ома. Полное сопротивление цепи. Полная, активная и реактивная мощности всей цепи. Определение коэффициента мощности катушек и всей цепи.

65. Последовательное соединение активного сопротивления и емкости. Схема цепи. Аналитические выражения тока и напряжений на отдельных участках цепи. Векторная диаграмма цепи. Закон Ома. Полное сопротивление цепи. Коэффициент мощности.

66. Последовательное соединение активного сопротивления, индуктивности и емкости. Схема цепи. Аналитические выражения тока и напряжений на участках цепи. Векторная диаграмма цепи. Закон Ома. Полное сопротивление цепи. Коэффициент мощности цепи.

67. Резонанс напряжений. Схема цепи. Условие возникновения резонанса напряжений. Векторная диаграмма цепи. Закон Ома. Сопротивление цепи. Напряжения на отдельных участках цепи. Применение явления резонанса напряжений в технике.

68. Последовательное соединение нескольких потребителей, обладающих активными, индуктивными и емкостными сопротивлениями. Схема цепи. Закон Ома. Расчет полного сопротивления цепи; активной, реактивной и полной мощности. Векторная диаграмма цепи.

69. Расчет цепи, состоящей из двух параллельных ветвей с активным и индуктивным сопротивлениями (две катушки индуктивности). Схема цепи. Векторная диаграмма токов. Определение токов ветвей и общего тока. Активная, реактивная и полная мощности цепи. Коэффициент мощности цепи.

70. Расчет цепи с параллельным соединением активного сопротивления, индуктивности и емкости. Схема цепи. Векторная диаграмма. Вычисление токов ветвей и общего тока.

71. Резонанс токов. Схема цепи. Условие возникновения резонанса токов. Векторная диаграмма. Свойство цепи при резонансе токов. Применение этого режима в технике.

72. Коэффициент мощности, его значение в энергетике страны. Способы его повышения.

73. Трехфазные цепи. Получение трех ЭДС, сдвинутых по фазе на  $120^\circ$ . Векторная и волновая диаграммы трех ЭДС.

74. Соединение обмоток генератора звездой. Векторная диаграмма напряжений. Соотношение между фазными и линейными напряжениями.

75. Соединение обмоток генератора треугольником. Векторная диаграмма напряжений. Соотношение между фазными и линейными напряжениями.

76. Соединение потребителей энергии звездой при симметричной нагрузке фаз. Схема. Векторная диаграмма напряжений и токов. Мощность цепи.

77. Соединение потребителей энергии звездой при несимметричной нагрузке фаз. Схема. Значение нулевого провода. Векторная диаграмма напряжений и токов. Мощность цепи.

78. Соединение потребителей энергии треугольником при симметричной нагрузке фаз. Схема. Фазные и линейные токи. Векторная диаграмма токов и напряжений. Мощность цепи.

79. Соединение потребителей энергии треугольником при несимметричной нагрузке фаз. Фазные и линейные токи. Векторная диаграмма токов и напряжений. Графическое определение линейных токов. Мощность цепи.

80. Вращающееся магнитное поле трехфазной системы. Принцип работы асинхронного двигателя.

81. Причины возникновения несинусоидальных напряжений и токов. Примеры возникновения несинусоидальных токов в технике связи. Выражение сложной периодической кривой при помощи постоянной составляющей, основной и высших гармоник.

82. Расчет цепи с последовательным соединением активного сопротивления, индуктивности и емкости при несинусоидальном напряжении на зажимах цепи. Расчет отдельных

гармоник. Действующие значения несинусоидального тока и напряжения. Мощность несинусоидального тока.

83. Влияние активного сопротивления, индуктивности и емкости на форму кривой тока при несинусоидальном напряжении. Резонансы отдельных гармонических составляющих.

84. Погрешности измерений и приборов. Определение погрешностей измерений. Поправка прибора.

85. Классификация электроизмерительных приборов по системам, степени точности и другим признакам.

86. Общая схема устройства электроизмерительного прибора непосредственной оценки; детали прибора.

87. Условные обозначения на шкалах приборов. Требования, предъявляемые к измерительным приборам.

88. Приборы магнитоэлектрической системы. Устройство, принцип действия, уравнение шкалы; достоинства, недостатки и область применения.

89. Приборы электромагнитной системы. Устройство, принцип действия, уравнение шкалы; достоинства, недостатки и область применения.

90. Приборы электродинамической системы. Устройство, принцип действия, уравнение шкалы; достоинства, недостатки и область применения.

91. Приборы ферродинамической системы. Устройство, принцип действия, уравнение шкалы; достоинства, недостатки и область применения. Измерение мощности.

92. Приборы электростатической системы. Устройство, принцип действия, уравнение шкалы; достоинства, недостатки и область применения.

93. Измерение тока. Расширение пределов измерения приборов магнитоэлектрической системы по току. Шунты, их конструкция, схемы включения и расчет сопротивления.

94. Расширение пределов измерения приборов магнитоэлектрической системы по напряжению. Добавочные резисторы, их конструкция, схема включения и расчет сопротивления. Измерение напряжения.

95. Измерение активной мощности в однофазных цепях переменного тока.

96. Измерение активной мощности в трехфазных цепях методом одного ваттметра.

97. Измерение активной мощности в трехфазных цепях методом двух ваттметров.

98. Измерение активной мощности в трехфазных цепях методом трех ваттметров. Трехфазный ваттметр.

99. Измерение активной мощности в цепях переменного тока с применением измерительных трансформаторов.

100. Однофазный индукционный счетчик, его устройство, принцип действия и схема соединения. Передаточное число счетчика, номинальная постоянная и погрешности.

101. Измерение активной энергии в однофазных цепях переменного тока.

102. Измерение активной энергии в трехфазных цепях.

103. Измерение коэффициента мощности в однофазных цепях переменного тока. Электродинамический однофазный фазометр.

104. Устройство и назначение трансформаторов.

105. Принцип действия однофазного трансформатора, коэффициент трансформации.

106. Номинальные параметры трансформатора: мощность, напряжение, токи.

107. Потери и КПД трансформатора. Зависимость КПД от нагрузки.

108. Общие сведения о трехфазных трансформаторах.

109. Устройство трехфазного асинхронного двигателя.

110. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя.

111. Изменение направления вращения трехфазного асинхронного двигателя.

112. Общие сведения о свойствах трехфазного асинхронного двигателя и его применении.

113. Понятие об устройстве электрических машин постоянного тока.

114. Принцип действия генератора постоянного тока.

115. Классификация генераторов постоянного тока по способу возбуждения.

116. Принцип действия электродвигателя постоянного тока.
117. Роль пускового реостата при пуске электродвигателей постоянного тока.
118. Регулирование частоты вращения и изменение направления вращения (реверсирование) двигателей постоянного тока.
119. Основные свойства и область применения электродвигателей постоянного тока.

## Типовой экзаменационный билет

КУ – 54

ОТЖТ – структурное подразделение ОрИПС – филиала ПривГУПС  
(наименование среднего специального учебного заведения)

<p>Рассмотрено на заседании предметной (цикловой) комиссии «31» августа 2024 г.</p> <p>Председатель ПЦК _____ И.В. Бабкина</p>	<p>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1</p> <p>Электронная техника</p> <p>Группа _____ Семестр <u>IV</u></p>	<p>УТВЕРЖДАЮ</p> <p>Руководитель структурного подразделения СПО (ОТЖТ)</p> <p>_____ П.А.Грачев</p> <p>«31» августа 2024 г.</p>
--	--	--

**Оцениваемые компетенции:**

ОК1, ОК2, ПК1.1, ПК.2.7, ПК.3.2

**Критерии оценки:**

Часть А состоит из 7 теоретических вопросов, каждое правильное выполненное задание части А - 5 баллов, количество баллов за часть А – 35 баллов;

Часть В состоит из 1 расчетного задания, правильное выполненное задание части Б - 25 баллов;

Часть С состоит из теоретико-практического задания, правильно выполненное задание - 30 баллов;

Максимальное количество баллов- 90 баллов.

отметка (оценка)	количество правильных ответов в баллах	количество правильных ответов в %
5 (отлично)	79-90 баллов	86 -100
4 (хорошо)	78-69 баллов	76 - 85
3 (удовлетворительно)	68-56 баллов	61 - 75
2 (неудовлетворительно)	0-44 баллов	0 - 60

**Время выполнения каждого задания и максимальное время на экзамен:**

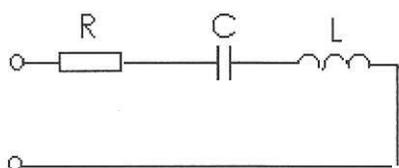
Часть А – 15 мин; часть В – 20 мин; часть С – 10 мин.

Всего на экзамен – 45 мин.

Часть А. Сформулируйте следующие определения:

- электрическая емкость проводника;
- электрическое сопротивление;
- магнитное поле;
- действующее значение переменного тока;
- трехфазная цепь;
- действующее значение несинусоидального тока;
- трансформатор.

Часть В. Решите задачу: Определить параметры цепи.



Дано:  $U = 120 \text{ В}$ ;  $R = 20 \text{ Ом}$ ;  $X_C = 50 \text{ Ом}$ ;  $X_L = 40 \text{ Ом}$

Найти:  $Z$ ,  $I$ ,  $P$ ,  $Q$ ,  $S$ , построить векторную диаграмму.

**Часть С.** Назовите (опишите) измерительный прибор, предоставленный преподавателем, поясните для чего он используется и рассчитайте его цену деления.

## Эталоны ответов

### Часть А.

– Электрическая ёмкость — характеристика проводника, мера его способности накапливать электрический заряд. Для одиночного проводника ёмкость равна отношению заряда проводника к его потенциалу. В Международной системе единиц (СИ) ёмкость измеряется в фарадах.

$$c = \frac{Q}{\phi}, \text{ где } Q \text{ — заряд, } \phi \text{ — потенциал проводника.}$$

Ёмкость определяется геометрическими размерами и формой проводника и электрическими свойствами окружающей среды (её диэлектрической проницаемостью) и не зависит от материала проводника.

– Электрическое сопротивление — физическая величина, характеризующая свойства проводника препятствовать прохождению электрического тока

– Магнитное поле – это особый вид материи, который не обнаруживается органами чувств человека, создается вокруг намагниченных тел, движущихся электрических зарядов, проводников с током, и обнаруживается магнитной стрелкой.

– Действующее значение переменного тока - это значение такого эквивалентного постоянного тока, который за период в проводнике выделит столько же теплоты.

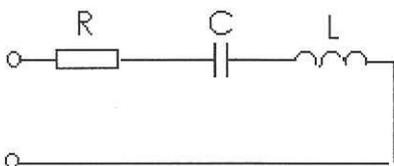
– Трёхфазная цепь — совокупность трех однофазных электрических цепей, в которых действуют синусоидальные ЭДС одинаковой частоты, сдвинутые друг относительно друга во времени на угол  $120^\circ$ .

– Действующее значение несинусоидального тока равно квадратному корню из действующих значений отдельных гармоник:

$$I = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2 + \dots} = \sqrt{I_0^2 + \frac{1}{2}(I_{1m}^2 + I_{2m}^2 + \dots)},$$

– Трансформатор - это статический электромагнитный аппарат для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения при неизменной частоте, принцип работы которого основан на явлении электромагнитной индукции.

### Часть В.



Дано:  $U = 120 \text{ В}$ ;  $R = 20 \text{ Ом}$ ;  $X_C = 50 \text{ Ом}$ ;  $X_L = 40 \text{ Ом}$

Найти:  $Z$ ,  $I$ ,  $P$ ,  $Q$ ,  $S$ ., построить векторную диаграмму.

Решение:

Определяем полное сопротивление цепи

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{20^2 + (50 - 40)^2} = 22,4 \text{ Ом}$$

Находим ток, протекающий по цепи

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{120}{22,4} = 5,4 \text{ А}$$

Находим активную мощность, потребляемую цепью

$$P = I^2 \cdot R = 5,4^2 \cdot 20 = 583,2 \text{ Вт}$$

Находим реактивную мощность, потребляемую цепью

$$Q = I^2 \cdot (X_L - X_C) = 5,4^2 \cdot (50 - 40) = 291,6 \text{ вар}$$

Находим полную мощность, потребляемую цепью

$$S = U \cdot I = 120 \cdot 5,4 = 648 \text{ ВА}$$

Строим векторную диаграмму. Для этого определяем падение напряжения на каждом сопротивлении, выбираем масштаб по току и напряжению и рассчитываем длины всех векторов.

$$U_A = I \cdot R = 5,4 \cdot 20 = 108B$$

$$U_L = I \cdot X_L = 5,4 \cdot 50 = 270B$$

$$U_C = I \cdot X_C = 5,4 \cdot 40 = 216B$$

$$M_I = 1 \frac{A}{cm}; M_U = 40 \frac{B}{cm}$$

$$l_{U_A} = \frac{U_A}{M_U} = \frac{108}{40} = 2,7cm$$

$$l_{U_L} = \frac{U_L}{M_U} = \frac{270}{40} = 6,8cm$$

$$l_{U_C} = \frac{U_C}{M_U} = \frac{216}{40} = 5,4cm$$

$$l_I = \frac{I}{M_I} = \frac{5,4}{1} = 5,4cm$$

### Часть С.

Предоставленный прибор называется амперметром. Амперметр - это прибор, используемый для измерения тока в цепи. Электрический ток измеряется в амперах, отсюда и название. В электрической цепи амперметр соединяется последовательно с нагрузкой, а при больших токах — через трансформатор тока, магнитный усилитель или шунт. Амперметр обычно имеет низкое сопротивление, поэтому он не вызывает значительного падения напряжения в измеряемой цепи.

По конструкции амперметры делятся на следующие виды:

- со стрелочной измерительной головкой без электронных схем;
- со стрелочной измерительной головкой с использованием электронных схем;
- с цифровым индикатором.

Для того, чтобы определить цену деления любого измерительного прибора, независимо от того, что им измеряют, можно воспользоваться следующим общим правилом: необходимо подсчитать количество делений между двумя цифрами на шкале прибора и разделить разницу между значениями цифр на количество делений. Результатом этого действия и будет цена деления шкалы прибора.

Необходимо помнить, что при переключении предела измерения прибора, значение полной шкалы прибора равно значению установленного предела измерения.

Данный амперметр измеряет силу тока до 2 А. Шкала прибора содержит 5 больших делений, каждое из которых разделено еще на 10 делений. Таким образом, цена большого деления шкалы амперметра равна  $\frac{2}{5} = 0,4$  А, цена наименьшего деления амперметра равна  $\frac{2}{50} = 0,04$  А.