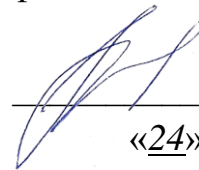


Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение высшего образования
«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»
(Финансовый университет)
Липецкий филиал Финуниверситета

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по учебно-методической работе
Липецкого филиала Финуниверситета



О.Н. Левчegov
«24» апреля 2024 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДИСЦИПЛИНЫ «ОП.02 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»

по специальности 10.02.04 Обеспечение информационной безопасности
телекоммуникационных систем

Липецк - 2024

Фонд оценочных средств разработан на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее – ФГОС СПО) по специальности 10.02.04 «Обеспечение информационной безопасности телекоммуникационных систем».

Разработчики:

Коноплев Сергей Георгиевич старший преподаватель кафедры Учет и информационные технологии в бизнесе Липецкого филиала Финуниверситета.

Фонд оценочных средств рассмотрен и рекомендован к утверждению на заседании кафедры Учет и информационные технологии в бизнесе Липецкого филиала Финуниверситета.

Протокол от 23.04.2024 г. №10

Заведующий кафедрой

Учет и информационные технологии в бизнесе  Н.С. Морозова

1. Общие положения

Фонды оценочных средств (далее ФОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «ОП.02. Электротехника».

ФОС включают контрольные материалы для проведения текущего контроля и итоговой аттестации в форме экзамена.

ФОС разработаны на основании положений:

- ФГОС по специальности 10.02.04 Обеспечение информационной безопасности телекоммуникационных систем;
- программы учебной дисциплины «ОП.02. Электротехника».

2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

Код ОК	Умения	Знания
ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности	У1 – выбирать наиболее подходящие приборы; выполнять расчеты параметров электрических сетей;	З1 – физические принципы работы и назначение электросетей; формулы для расчета параметров электрических цепей и сигналов; определения, характеристики, условно-графические обозначения;
	У2 – выбирать наиболее эффективные и оптимальные способы расчета простых электрических цепи; использовать техническую и справочную литературу;	З2 – основные методы измерений параметров электрических цепей и сигналов.
	У3 – использовать информационные технологии для поиска и решения профессионально значимых задач.	З3 – искать информацию об электронных устройствах и приборах;
	У4 – планировать свое профессиональное развитие в области электротехники;	З4 – сравнивать и анализировать параметры и характеристики электрических цепей сигналов
	У5 – Использовать различные способы коммуникации; информационные технологии для поиска и решения профессионально значимых задач;	З5 – способы и методы сбора, анализа и систематизации данных посредством информационных технологий
	У6 – пользоваться технической и справочной литературой;	З6 – сравнивать и анализировать параметры и характеристики электрических цепей сигналов;
	У7 – Находить наиболее эффективные и оптимальные способы решения задач поставленных задач.	З7 – методы самоконтроля в решении профессиональных задач методы самоконтроля и саморазвития коммуникационных способностей;

3. Распределение оценивания результатов обучения по видам контроля

Наименование элемента умений или знаний	Виды аттестации	
	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
У1 – выбирать наиболее подходящие приборы; выполнять расчеты параметров электрических сетей;	+	+
У2 – выбирать наиболее эффективные и оптимальные способы расчета простых электрических цепи; использовать техническую и справочную литературу;	+	+
У3 – использовать информационные технологии для поиска и решения профессионально значимых задач.	+	+
У4 – планировать свое профессиональное развитие в области электротехники;	+	+
У5 – Использовать различные способы коммуникации; информационные технологии для поиска и решения профессионально значимых задач;	+	+
У6 – пользоваться технической и справочной литературой;	+	+
У7 – Находить наиболее эффективные и оптимальные способы решения задач поставленных задач.	+	+
З1 – физические принципы работы и назначение электросетей; формулы для расчета параметров электрических цепей и сигналов; определения, характеристики, условно-графические обозначения;	+	+
З2 – основные методы измерений параметров электрических цепей и сигналов.	+	+
З3 – искать информацию об электронных устройствах и приборах;	+	+
З4 – сравнивать и анализировать параметры и характеристики электрических цепей сигналов	+	+
З5 – способы и методы сбора, анализа и систематизации данных посредством информационных технологий	+	+
З6 – сравнивать и анализировать параметры и характеристики электрических цепей сигналов;	+	+
З7 – методы самоконтроля в решении профессиональных задач методы самоконтроля и саморазвития коммуникационных способностей;	+	+

4. Распределение типов контрольных заданий по элементам знаний и умений

Содержание учебного материала по программе УД	Тип контрольного задания													
	У1	У2	У3	У4	У5	У6	У7	З1	З2	З3	З4	З5	З6	З7
Тема 1.1. Постоянный электрический ток	Т		Рз		Рз			Рз			Пр			Л
Тема 1.2. Цепи с резисторами при различных соединениях. Законы Кирхгофа		Т	Пр		Л		Пр		Т				Л	
Тема 2.1. Общие сведения о гармонических колебаниях	Л				Рз			Рз				Рз		
Тема 2.2. Цепь синусоидального тока с резистором		Т		Т					Т			Т		Пр
Тема 2.3. Цепь с индуктивностью			Рз	Т										
Тема 2.4. Цепь с ёмкостью						Пр					Пр			
Тема 2.5. Последовательные цепи синусоидального тока	Л		Рз	Т			Т		Л		Т		Т	
Тема 2.6. Применение символического метода для расчёта цепей синусоидального тока.		Рз	Пр			Т		Пр			Пр			Рз
Тема 3.1. Свободные колебания в контуре					Т				Рз	Т		Рз		Пр
Тема 3.2. Последовательный колебательный контур		Т		Рз			Л				Пр		Т	
Тема 3.3. Параллельный колебательный контур													Рз	
Тема 4.1. Несинусоидальные токи и напряжения	Л			Л				Т			Пр			
Тема 5.1. Понятие о переходных процессах		Рз				Пр			Пр			Рз		Пр

Т – тест

Пр – практические работы

Л – лабораторные работы

Рз – решение задачи

5. Распределение типов и количества контрольных заданий по элементам знаний и умений, контролируемых на промежуточной аттестации

Содержание учебного материала по программе УД	Тип контрольного задания													
	У1	У2	У3	У4	У5	У6	У7	З1	З2	З3	З4	З5	З6	З7
Тема 1.1. Постоянный электрический ток	Э													
Тема 1.2. Цепи с резисторами при различных соединениях. Законы Кирхгофа		Э			Э									
Тема 2.1. Общие сведения о гармонических колебаниях			Э			Э					Э	Э	Э	
Тема 2.2. Цепь синусоидального тока с резистором		Э			Э	Э	Э	Э	Э		Э	Э	Э	
Тема 2.3. Цепь с индуктивностью			Э		Э	Э	Э	Э	Э		Э	Э	Э	
Тема 2.4. Цепь с ёмкостью				Э	Э	Э	Э	Э	Э		Э	Э	Э	
Тема 2.5. Последовательные цепи синусоидального тока	Э				Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	
Тема 2.6. Применение символического метода для расчёта цепей синусоидального тока.		Э			Э	Э	Э	Э	Э					
Тема 3.1. Свободные колебания в контуре			Э		Э	Э	Э	Э	Э					
Тема 3.2. Последовательный колебательный контур				Э						Э				
Тема 3.3. Параллельный колебательный контур					Э						Э			
Тема 4.1. Несинусоидальные токи и напряжения						Э	Э					Э		
Тема 5.1. Понятие о переходных процессах													Э	

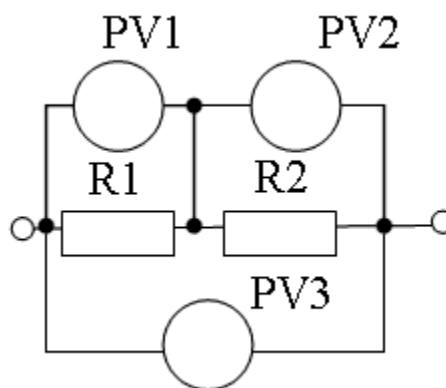
6. Содержание контрольных заданий

- Выберите определение параллельного соединения резисторов:
 - это такое соединение, при котором ток делится на несколько токов
 - это такое соединение, при котором ко всем резисторам приложено одно и то же напряжение
 - это такое соединение, при котором резисторы включены друг над другом
- В чем заключается сущность явления электромагнитной индукции:
 - в возникновении магнитного поля под действием ЭДС
 - в образовании магнитного поля вокруг проводника с током
 - в возникновении ЭДС в проводнике под действием магнитного поля
- Закончите предложение: Электрический ток – это...
- Выберите определение периода переменного тока:
 - это промежуток времени между ближайшими минимальным и максимальным значениями
 - это промежуток времени, за который ток совершает одно полное колебание
 - это промежуток времени между ближайшими минимальными значениями
 - это промежуток времени между двумя ближайшими максимальными значениями
- При измерении напряжения вольтметр включают в цепь
 - последовательно с приемниками тока
 - последовательно с источником тока
 - параллельно с приемником электрической энергии, на котором надо измерить напряжение
- Единицей измерения силы тока является...
 - ом
 - ампер
 - ватт
 - вольт
- Выберите из представленных правильную формулировку закона Ома для участка электрической цепи
 - Сила тока на участке электрической цепи равна отношению ЭДС источника к сопротивлению участка

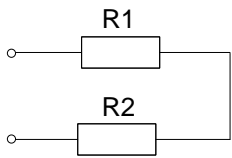
Тест

I вариант

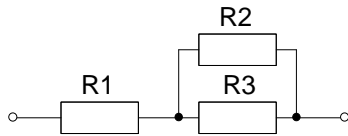
- Сила тока на участке электрической цепи прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению участка
 - Сопротивление участка равно отношению напряжения к силе тока
 - Сила тока на участке электрической цепи прямо пропорциональна ЭДС источника и обратно пропорциональна сопротивлению участка
- Ток называется постоянным, если
 - длина проводника со временем не меняется
 - сила тока со временем не меняется
 - в атомах вещества есть свободные электроны
 - Электрический ток в металлах — это...
 - беспорядочное движение заряженных частиц
 - движение ионов
 - направленное движение свободных электронов
 - движение электронов
 - Выберите определение конденсатора:
 - это устройство, состоящее из диэлектриков, разделенных проводником
 - это устройство для накопления энергии магнитного поля
 - это устройство с малым омическим сопротивлением
 - это устройство, состоящее из проводников, разделенных диэлектриком
 - Определить показания вольтметра PV2, если показания вольтметров PV1 = 50 В, PV3 = 80 В.



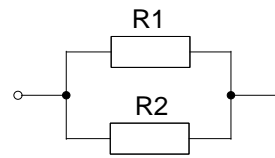
- Укажите схему последовательного соединения резисторов
 -



b.



c.



13. Укажите основные элементы электрической цепи:

- Электрический ток, напряжение, сопротивление
- Источник, потребитель и соединительные провода
- Амперметр, вольтметр, ваттметр

14. Проводники применяются для...

II вариант

1. За направление электрического тока принимают:

- движение нейтральных частиц
- движение положительно заряженных частиц
- движение отрицательно заряженных частиц

2. Какой ток называется переменным?

- который изменяет свою величину и направление с течением времени
- который изменяет свою величину с течением времени
- который изменяет свое направление с течением времени

3. Как называется материал, у которого

относительная магнитная проницаемость $\mu \gg 1$:

- Диамagnetик
- Парамагнетик
- Ферромагнетик
- Проводник

4. Выберите определение частоты переменного тока:

- это величина, показывающая, сколько раз ток меняет направление за 1 секунду
- это величина, показывающая количество минимальных значений за 1 секунду
- это величина, показывающая количество максимальных значений за 1 секунду
- это величина, показывающая количество полных колебаний за 1 секунду

5. При измерении силы тока амперметр включают в цепь

- параллельно с источником тока

b. параллельно с тем прибором, силу тока в котором измеряют

c. последовательно с тем прибором, силу тока в котором измеряют

6. При последовательном соединении приемников электрической энергии сила тока в любых частях цепи

- равна сумме токов отдельных участков цепи. $I = I_1 + I_2$
- одинакова $I = I_1 = I_2$
- возрастает на каждом последующем участке $I_1 < I_2 < \dots < I_n$

7. Электрический ток оказывает на проводник действие...

- Тепловое
- Радиоактивное
- Магнитное
- Физическое

8. Если напряжение в сети равно 220 в, сопротивление лампы - 20 ом, тогда сила тока в цепи равна...

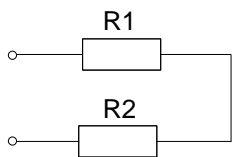
- 4400 А
- 11 А
- 0,09 А
- 110 А

9. От чего зависит сопротивление проводника?

- От напряжения и длины проводника
- От его геометрических размеров и рода материала
- От силы тока, рода материала и площади поперечного сечения

10. Укажите схему параллельного соединения резисторов:

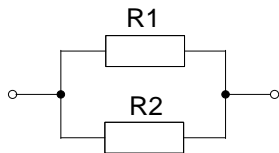
-



b.



c.



11. Укажите, какая частота считается промышленной в РФ:

a. 50 Гц

b. 100 Гц

c. 60 Гц

d. 40 Гц

12. Закон Ома для полной цепи выражается формулой

a. $I = U/R$

b. $I = E/R$

c. $R = E \cdot I$

d. $I = E/R + r_0$

13. Электропроводность – это...

a. направленное движение заряженных частиц

b. способность материалов проводить электрический ток

c. способность материалов к намагничиванию

d. Диэлектрики применяются для...

Тест №2

1. Определить сопротивление лампы накаливания, если на ней написано 100 Вт и 220 В

a) 484 Ом

б) 486 Ом

в) 684 Ом

г) 864 Ом

2. Какой из проводов одинаково диаметра и длины сильнее нагревается – медный или стальной при одной и той же силе тока?

a) Медный

б) Стальной

в) Оба провода нагреваются одинаково

г) Ни какой из проводов не нагревается

3. Как изменится напряжение на входных зажимах электрической цепи постоянного тока с активным элементом, если параллельно исходному включить ещё один элемент?

a) Не изменится

б) Уменьшится

в) Увеличится

г) Для ответа недостаточно данных

4. В электрической сети постоянного тока напряжение на зажимах источника электроэнергии 26 В. Напряжение на зажимах потребителя 25 В. Определить потерю напряжения на зажимах в процентах.

a) 1 %

б) 2 %

в) 3 %

г) 4 %

5. Электрическое сопротивление человеческого тела 3000 Ом. Какой ток проходит через него, если человек находится под напряжением 380 В?

a) 19 мА

б) 13 мА

в) 20 мА

г) 50 мА

6. Какой из проводов одинаковой длины из одного и того же материала, но разного диаметра, сильнее нагревается при одном и том же токе?

a) Оба провода нагреваются одинаково;

б) Сильнее нагревается провод с большим диаметром;

в) Сильнее нагревается провод с меньшим диаметром;

г) Проводники не нагреваются;

7. В каких проводах высокая механическая прочность совмещается с хорошей электропроводностью?

a) В стальных

б) В алюминиевых

в) В стальалюминиевых г) В медных

8. Определить полное сопротивление цепи при параллельном соединении потребителей, сопротивление которых по 10 Ом?

- а) 20 Ом б) 5 Ом
в) 10 Ом г) 0,2 Ом

9. Два источника имеют одинаковые ЭДС и токи, но разные внутренние сопротивления. Какой из источников имеет больший КПД ?

- а) КПД источников равны.
б) Источник с меньшим внутренним сопротивлением.
в) Источник с большим внутренним сопротивлением.
г) Внутреннее сопротивление не влияет на КПД.

10. В электрической схеме два резистивных элемента соединены последовательно. Чему равно напряжение на входе при силе тока 0,1 А, если $R_1 = 100 \text{ Ом}$; $R_2 = 200 \text{ Ом}$?

- а) 10 В б) 300 В
в) 3 В г) 30 В

11. Какое из приведенных свойств не соответствует параллельному соединению ветвей?

- а) Напряжение на всех ветвях схемы одинаковы.
б) Ток во всех ветвях одинаков.
в) Общее сопротивление равно сумме сопротивлений всех ветвей схемы
г) Отношение токов обратно пропорционально отношению сопротивлений на ветвях схемы.

12. Какие приборы способны измерить напряжение в электрической цепи?

- а) Амперметры б) Ваттметры
в) Вольтметры г) Омметры

13. Какой способ соединения источников позволяет увеличить напряжение?

- а) Последовательное соединение б) Параллельное соединение
в) Смешанное соединение г) Ни какой

14. Электрическое сопротивление человеческого тела 5000 Ом. Какой ток проходит через него, если человек находится под напряжением 100 В?

- а) 50 А б) 5 А
в) 0,02 А г) 0,2 А

15. В электрическую цепь параллельно включены два резистора с сопротивлением 10 Ом и 150 Ом. Напряжение на входе 120 В. Определите ток до разветвления.

- а) 40 А б) 20 А
в) 12 А г) 6 А

16. Мощность двигателя постоянного тока 1,5 кВт. Полезная мощность, отдаваемая в нагрузку, 1,125 кВт. Определите КПД двигателя.

- а) 0,8 б) 0,75
в) 0,7 г) 0,85

17. Какое из приведенных средств не соответствует последовательному соединению ветвей при постоянном токе?

- а) Ток во всех элементах цепи одинаков.
б) Напряжение на зажимах цепи равно сумме напряжений на всех его участках.
в) напряжение на всех элементах цепи одинаково и равно по величине входному напряжению.
г) Отношение напряжений на участках цепи равно отношению сопротивлений на этих участках цепи.

18. Какими приборами можно измерить силу тока в электрической цепи?

- а) Амперметром б) Вольтметром
в) Психрометром г) Ваттметром

19. Что называется электрическим током?

- а) Движение разряженных частиц.

- б) Количество заряда, переносимое через поперечное сечение проводника за единицу времени.
- в) Равноускоренное движение заряженных частиц.
- г) Порядочное движение заряженных частиц.

20. Расшифруйте абривиатуру ЭДС.

- а) Электронно-динамическая система
- б) Электрическая движущая система
- в) Электродвижущая сила
- г) Электронно действующая сила.

Тест №3

1. Заданы ток и напряжение: $i = I_{\max} * \sin(\omega t)$ $u = u_{\max} * \sin(\omega t + 30^\circ)$. Определите угол сдвига фаз.

- а) 0°
- б) 30°
- в) 60°
- г) 150°

2. Схема состоит из одного резистивного элемента с сопротивлением $R=220$ Ом. Напряжение на её зажимах $u = 220 * \sin 628t$. Определите показания амперметра и вольтметра.

- а) $I = 1$ А $u = 220$ В
- б) $I = 0,7$ А $u = 156$ В
- в) $I = 0,7$ А $u = 220$ В
- г) $I = 1$ А $u = 156$ В

3. Амплитуда синусоидального напряжения 100 В, начальная фаза $\varphi = -60^\circ$, частота 50 Гц. Запишите уравнение мгновенного значения этого напряжения.

- а) $u = 100 * \cos(-60t)$
- б) $u = 100 * \sin(50t - 60)$
- в) $u = 100 * \sin(314t - 60)$
- г) $u = 100 * \cos(314t + 60)$

4. Полная потребляемая мощность нагрузки $S = 140$ кВт, а реактивная мощность $Q = 95$ кВАр. Определите коэффициент нагрузки.

- а) $\cos \varphi = 0,6$
- б) $\cos \varphi = 0,3$
- в) $\cos \varphi = 0,1$
- г) $\cos \varphi = 0,9$

5. При каком напряжении выгоднее передавать электрическую энергию в линии электропередач при заданной мощности?

- а) При пониженном
- б) При повышенном
- в) Безразлично
- г) Значение напряжения утверждено ГОСТом

6. Напряжение на зажимах цепи с резистивным элементом изменяется по закону: $u = 100 \sin(314 - 30^\circ)$. Определите закон изменения тока в цепи, если $R = 20$ Ом.

- а) $I = 5 \sin 314 t$
- б) $I = 5 \sin(314t + 30^\circ)$
- в) $I = 3,55 \sin(314t + 30^\circ)$
- г) $I = 3,55 \sin 314t$

7. Амплитуда значения тока $I_{\max} = 5$ А, а начальная фаза $\psi = 30^\circ$. Запишите выражения для мгновенного значения этого тока.

- а) $I = 5 \cos 30 t$
- б) $I = 5 \sin 30^\circ$
- в) $I = 5 \sin(\omega t + 30^\circ)$
- г) $I = 5 \sin(\omega t + 30^\circ)$

8. Определите период сигнала, если частота синусоидального тока 400 Гц.

- а) 400 с
- б) 1,4 с
- в) 0.0025 с
- г) 40 с

9. В электрической цепи переменного тока, содержащей только активное сопротивление R , электрический ток.

- а) Отстает по фазе от напряжения на 90°
- б) опережает по фазе напряжение на 90°
- в) Совпадает по фазе с напряжением
- г) Независим от напряжения.

10. Обычно векторные диаграммы строят для :

- а) Амплитудных значений ЭДС, напряжений и токов
- б) Действующих значений ЭДС, напряжений и токов.
- в) Действующих и амплитудных значений
- г) Мгновенных значений ЭДС, напряжений и токов.

11. Амплитудное значение напряжения $u_{\max} = 120\text{В}$, начальная фаза $\psi = 45^\circ$. Запишите уравнение для мгновенного значения этого напряжения.

а) $u = 120 \cos(45t)$

б) $u = 120 \sin(45t)$

в) $u = 120 \cos(\omega t + 45^\circ)$

г) $u = 120 \cos(\omega t + 45^\circ)$

12. Как изменится сдвиг фаз между напряжением и током на катушке индуктивности, если оба её параметра (R и X_L) одновременно увеличатся в два раза?

а) Уменьшится в два раза

б) Увеличится в два раза

в) Не изменится

г) Уменьшится в четыре раза

13. Мгновенное значение тока $I = 16 \sin 157 t$. Определите амплитудное и действующее значение тока.

а) $16 \text{ А} ; 157 \text{ А}$

б) $157 \text{ А} ; 16 \text{ А}$

в) $11,3 \text{ А} ; 16 \text{ А}$

г) $16 \text{ А} ; 11,3$

14. Каково соотношение между амплитудным и действующим значением синусоидального тока.

а) $I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$

б) $I = I_{\max} * \sqrt{2}$

в) $I = I_{\max}$

г) $I = \frac{\sqrt{2}}{I_{\max}}$

15. В цепи синусоидального тока с резистивным элементом энергия источника преобразуется в энергию:

а) магнитного поля

б) электрического поля

в) тепловую

г) магнитного и электрического полей

16. Укажите параметр переменного тока, от которого зависит индуктивное сопротивление катушки.

а) Действующее значение тока

б) Начальная фаза тока

в) Период переменного тока

г) Максимальное значение тока

17. Какое из приведённых соотношений электрической цепи синусоидального тока содержит ошибку?

а) $\omega = 2\pi\nu$

б) $u = \frac{u_{\max}}{\sqrt{2}}$

в) $\nu = \frac{1}{t}$

г) $u = \frac{u_{\max}}{2}$

18. Конденсатор ёмкостью C подключен к источнику синусоидального тока. Как изменится ток в конденсаторе, если частоту синусоидального тока уменьшить в 3 раза.

а) Уменьшится в 3 раза

б) Увеличится в 3 раза

в) Останется неизменной

г) Ток в конденсаторе не зависит от частоты синусоидального тока.

19. Как изменится период синусоидального сигнала при уменьшении частоты в 3 раза?

а) Период не изменится

б) Период увеличится в 3 раза

в) Период уменьшится в 3 раза

г) Период изменится в $\sqrt{3}$ раз

20. Катушка с индуктивностью L подключена к источнику синусоидального напряжения. Как изменится ток в катушке, если частота источника увеличится в 3 раза?

а) Уменьшится в 2 раза

б) Увеличится в 32 раза

в) Не изменится

г) Изменится в $\sqrt{2}$ раз

Тест №4

1. Чему равен ток в нулевом проводе в симметричной трёхфазной цепи при соединении нагрузки в звезду?

а) Номинальному току одной фазы

б) Нулю

в) Сумме номинальных токов двух фаз

г) Сумме номинальных токов трёх фаз

2. Симметричная нагрузка соединена треугольником. При измерении фазного тока амперметр показал 10 А . Чему будет равен ток в линейном проводе?

а) 10 А

б) $17,3 \text{ А}$

в) $14,14 \text{ А}$

г) 20 А

3. Почему обрыв нейтрального провода четырехпроводной системы является аварийным режимом?

- а) На всех фазах приёмника энергии напряжение падает.
- б) На всех фазах приёмника энергии напряжение возрастает.
- в) Возникает короткое замыкание
- г) На одних фазах приёмника энергии напряжение увеличивается, на других уменьшается.

4. Выберите соотношение, которое соответствует фазным и линейным токам в трехфазной электрической цепи при соединении звездой.

- а) $I_L = I_\Phi$
- б) $I_L = \sqrt{3} I_\Phi$
- в) $I_\Phi = \sqrt{3} I_L$
- г) $I_\Phi = \sqrt{2} I_L$

5. Лампы накаливания с номинальным напряжением 220 В включают в трехфазную сеть с напряжением 220 В. Определить схему соединения ламп.

- а) Трехпроводной звездой.
- б) Четырехпроводной звездой
- в) Треугольником
- г) Шестипроводной звездой.

6. Каково соотношение между фазными и линейными напряжениями при соединении потребителей электроэнергии треугольником.

- а) $I_L = I_\Phi$
- б) $I_L = \sqrt{3} * I_\Phi$
- в) $I_\Phi = \sqrt{3} * I_L$
- г) $I_L = \sqrt{2} * I_\Phi$

7. В трехфазной цепи линейное напряжение 220 В, линейный ток 2А, активная мощность 380 Вт. Найти коэффициент мощности.

- а) $\cos \varphi = 0.8$
- б) $\cos \varphi = 0.6$
- в) $\cos \varphi = 0.5$
- г) $\cos \varphi = 0.4$

8. В трехфазную сеть с линейным напряжением 380 В включают трехфазный двигатель, каждая из обмоток которого рассчитана на 220 В. Как следует соединить обмотки двигателя?

- а) Треугольником
- б) Звездой
- в) Двигатель нельзя включать в эту сеть
- г) Можно треугольником, можно звездой

9. Линейный ток равен 2,2 А. Рассчитать фазный ток, если симметричная нагрузка соединена звездой.

- а) 2,2 А
- б) 1,27 А
- в) 3,8 А
- г) 2,5 А

10. В симметричной трехфазной цепи линейный ток 2,2 А. Рассчитать фазный ток, если нагрузка соединена треугольником.

- а) 2,2 А
- б) 1,27 А
- в) 3,8 А
- г) 2,5 А

11. Угол сдвига между тремя синусоидальными ЭДС, образующими трехфазную симметричную систему составляет:

- а) 150°
- б) 120°
- в) 240°
- г) 90°

12. Может ли ток в нулевом проводе четырехпроводной цепи, соединенной звездой быть равным нулю?

- а) Может
- б) Не может
- в) Всегда равен нулю
- г) Никогда не равен нулю.

13. Нагрузка соединена по схеме четырехпроводной цепи. Будут ли меняться фазные напряжения на нагрузке при обрыве нулевого провода: 1) симметричной нагрузки 2) несимметричной нагрузки?

- а) 1) да 2) нет
- б) 1) да 2) да
- в) 1) нет 2) нет
- г) 1) нет 2) да

Тест №5

1. По степени безопасности, обусловленной характером производства и состоянием окружающей среды, помещения с повышенной опасностью...

- а) Это помещения сухие, отапливаемые с токонепроводящими полами и относительной влажностью не более 60 %
- б) это помещения с высокой влажностью, более 75 %, токопроводящими полами и температурой выше + 30
- в) это помещение с влажностью, близкой к 100 %, химически активной средой
- г) все перечисленные признаки

2. Какие линии электропередач используются для передачи электроэнергии?

- а) Воздушные
- б) Кабельные
- в) Подземные
- г) Все перечисленные

3. Какие электрические установки с напряжением относительно земли или корпусов аппаратов и электрических машин считаются установками высокого напряжения?

- а) Установки с напряжением 60 В
- б) Установки с напряжением 100 В
- в) Установки с напряжением 250 В
- г) Установки с напряжением 1000 В

4. Укажите величины напряжения, при котором необходимо выполнять заземление электрооборудования в помещениях без повышенной опасности.

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

5. Для защиты электрических сетей напряжением до 1000 В применяют:

- а) автоматические выключатели
- б) плавкие предохранители
- в) те и другие
- г) ни те, ни другие

6. Какую опасность представляет резонанс напряжений для электрических устройств?

- а) Недопустимый перегрев отдельных элементов электрической цепи
- б) Пробой изоляции обмоток электрических машин и аппаратов
- в) Пробой изоляции кабелей и конденсаторов
- г) Все перечисленные аварийные режимы

7. Электрические цепи высокого напряжения:

- а) Сети напряжением до 1 кВ
- б) сети напряжением от 6 до 20 кВ
- в) сети напряжением 35 кВ
- г) сети напряжением 1000 кВ

8. Какое напряжение допустимо в особо опасных условиях?

- а) 660 В
- б) 36 В
- в) 12 В
- г) 380 / 220 В

9. В соответствии с требованиями к защите от воздействий окружающей среды электродвигатели выполняются:

- а) защищенными
- б) закрытыми
- в) взрывобезопасными
- г) все перечисленными

10. Какой ток наиболее опасен для человека при прочих равных условиях?

- а) Постоянный
- б) Переменный с частотой 50 Гц
- в) Переменный с частотой 50 мГц
- г) Опасность во всех случаях

11. Какое напряжение допустимо в помещениях с повышенной опасностью ?

- а) 660 В
- б) 36 В
- в) 12 В
- г) 180 / 220 В

12. Укажите наибольшее и наименьшее напряжения прикосновения, установленные правилами техники безопасности в зависимости от внешних условий:

- а) 127 В и 6 В
- б) 65 В и 12 В
- в) 36 В и 12 В
- г) 65 В и 6 В

13. Защитное заземление применяется для защиты электроустановок (металлических частей) ...

- а) не находящихся под напряжением
- б) Находящихся под напряжением

в) для ответа на вопрос не хватает данных

14. От чего зависит степень поражения человека электрическим током?

а) От силы тока

б) от частоты тока

в) от напряжения

г) От всех перечисленных факторов

15. Какая электрическая величина оказывает непосредственное физическое воздействие на организм человека?

а) Воздушные

б) Кабельные

в) Подземные

г) Все перечисленные

16. Сработает ли защита из плавких предохранителей при пробое на корпус двигателя: 1) в трехпроводной 2) в четырехпроводной сетях трехфазного тока?

а) 1) да 2) нет

б) 1) нет 2) нет

в) 1) да 2) нет

г) 1) нет 2) да

17. Какие части электротехнических устройств заземляются?

а) Соединенные с токоведущими деталями деталей

б) Изолированные от токоведущих

в) Все перечисленные

г) Не заземляются никакие

18. Опасен ли для человека источник электрической энергии, напряжением 36 В?

а) Опасен

б) Неопасен

в) Опасен при некоторых условиях

г) Это зависит от того, переменный

ток или

постоянный.

Тест №5

1. Какие трансформаторы используются для питания электроэнергией бытовых потребителей?

а) измерительные

б) сварочные

в) силовые

г) автотрансформаторы

2. Измерительный трансформатор тока имеет обмотки с числом витков 2 и 100. Определить его коэффициент трансформации.

а) 50

б) 0,02

в) 98

г) 102

3. Какой прибор нельзя подключить к измерительной обмотке трансформатора тока?

а) Амперметр

б) Вольтметр

в) Омметр

г) Токовые обмотки ваттметра

4. У силового однофазного трансформатора номинальное напряжение на входе 6000 В, на выходе 100 В. Определить коэффициент трансформации.

а) 60

б) 0,016

в) 6

г) 600

5. При каких значениях коэффициента трансформации целесообразно применять автотрансформаторы

а) $k > 1$

б) $k > 2$

в) $k \leq 2$

г) не имеет значения

6. почему сварочный трансформатор изготавливают на сравнительно небольшое вторичное напряжение? Укажите неправильный ответ.

а) Для повышения величины сварочного тока при заданной мощности.

б) Для улучшения условий безопасности сварщика

в) Для получения крутопадающей внешней характеристики

г)

Сварка происходит при низком напряжении.

7. Какой физический закон лежит в основе принципа действия трансформатора?

а) Закон Ома

б) Закон Кирхгофа

в) Закон самоиндукции

г) Закон электромагнитной индукции

8. На какие режимы работы рассчитаны трансформаторы 1) напряжения, 2) тока?

а) 1) Холостой ход 2) Короткое замыкание

б) 1) Короткое замыкание 2)

Холостой ход

в) оба на режим короткого замыкания

г) Оба на режим холостого хода

9. Как повлияет на величину тока холостого хода уменьшение числа витков первичной обмотки однофазного трансформатора?

а) Сила тока увеличится

б) Сила тока уменьшится

в) Сила тока не изменится

г) Произойдет короткое замыкание

10. Определить коэффициент трансформации измерительного трансформатора тока, если его номинальные параметры составляют $I_1 = 100 \text{ A}$; $I_2 = 5 \text{ A}$?

а) $k = 20$

б) $k = 5$

в) $k = 0,05$

г) Для решения недостаточно данных

11. В каком режиме работают измерительные трансформаторы тока (ТТ) и трансформаторы напряжения (ТН). Указать неправильный ответ:

а) ТТ в режиме короткого замыкания

б) ТН в режиме холостого хода

в) ТТ в режиме холостого хода

г) ТН в режиме короткого замыкания

12. К чему приводит обрыв вторичной цепи трансформатора тока?

а) К короткому замыканию

б) к режиму холостого хода

в) К повышению напряжения

г) К поломке трансформатора

13. В каких режимах может работать силовой трансформатор?

а) В режиме холостого хода

б) В нагрузочном режиме

в) В режиме короткого замыкания

г) Во всех перечисленных режимах

14. Какие трансформаторы позволяют плавно изменять напряжение на выходных зажимах?

а) Силовые трансформаторы

б) Измерительные трансформаторы

в) Автотрансформаторы

г) Сварочные трансформаторы

15. Какой режим работы трансформатора позволяет определить коэффициент трансформации?

а) Режим нагрузки

б) Режим холостого хода

в) Режим короткого замыкания

г) Ни один из перечисленных

16. Первичная обмотка трансформатора содержит 600 витков, а коэффициент трансформации равен 20. Сколько витков во вторичной обмотке?

а) Силовые трансформаторы

б) Измерительные трансформаторы

в) Автотрансформаторы

г) Сварочные трансформаторы

17. Чем принципиально отличаются автотрансформаторы от трансформатора?

а) Малым коэффициентом трансформации

б) Возможностью изменения коэффициента трансформации

в) Электрическим соединением первичной и вторичной цепей

г) Мощностью

18. Какие устройства нельзя подключать к измерительному трансформатору напряжения?

а) вольтметр

б) амперметр

в) обмотку напряжения ваттметра

г) омметр

Тест №6

1. Частота вращения магнитного поля асинхронного двигателя 1000 об/мин. Частота вращения ротора 950 об/мин. Определить скольжение.

а) 50

б) 0,5

в) 5

г) 0,05

2. Какой из способов регулирования частоты вращения ротора асинхронного двигателя самый экономичный?

- а) Частотное регулирование полюсов
б) Регулирование измерением числа пар полюсов
в) Реостатное регулирование
г) Ни один из выше перечисленных

3.С какой целью при пуске в цепь обмотки фазного ротора асинхронного двигателя вводят дополнительное сопротивление?

- а) Для получения максимального начального пускового момента.
б) Для получения минимального начального пускового момента.
в) Для уменьшения механических потерь и износа колец и щеток
г) Для увеличения КПД двигателя

4.Определите частоту вращения магнитного поля статора асинхронного короткозамкнутого двигателя, если число пар полюсов равна 1, а частота тока 50 Гц.

- а) 3000 об/мин
б) 1000 об/мин
в) 1500 об/мин
г) 500 об/мин

5.Как изменить направление вращения магнитного поля статора асинхронного трехфазного двигателя?

- а) Достаточно изменить порядок чередования всех трёх фаз
б) Достаточно изменить порядок чередования двух фаз из трёх
в) Достаточно изменить порядок чередования одной фазы
г) Это сделать не возможно

6.Какую максимальную частоту вращения имеет вращающееся магнитное поле асинхронного двигателя при частоте переменного тока 50 Гц?

- а) 1000 об/мин
б) 5000 об/мин
в) 3000 об/мин
г) 100 об/мин

7.Перегрузочная способность асинхронного двигателя определяется так:

- а) Отношение пускового момента к номинальному
б) Отношение максимального момента к номинальному
в) Отношение пускового тока к номинальному току
г) Отношение номинального тока к пусковому

8.Чему равна механическая мощность в асинхронном двигателе при неподвижном роторе? ($S=1$)

- а) $P=0$
б) $P>0$
в) $P<0$
г) Мощность на валу двигателя

9.Почему магнитопровод статора асинхронного двигателя набирают из изолированных листов электротехнической стали?

- а) Для уменьшения потерь на перемагничивание
б) Для уменьшения потерь на вихревые токи
в) Для увеличения сопротивления
г) Из конструктивных соображений

10.При регулировании частоты вращения магнитного поля асинхронного двигателя были получены следующие величины: 1500; 1000; 750 об/мин. Каким способом осуществлялось регулирование частоты вращения?

- а) Частотное регулирование.
б) Полюсное регулирование.
в) Реостатное регулирование
г) Ни одним из выше перечисленного

11.Что является вращающейся частью в асинхронном двигателе?

- а) Статор
б) Ротор
в) Якорь
г) Станина

12.Ротор четырехполюсного асинхронного двигателя, подключенный к сети трехфазного тока с частотой 50 Гц, вращается с частотой 1440 об/мин. Чему равно скольжение?

- а) 0,56
б) 0,44
в) 1,3
г) 0,96

13.С какой целью асинхронный двигатель с фазным ротором снабжают контактными кольцами и щетками?

- а) Для соединения ротора с регулировочным реостатом
- б) Для соединения статора с регулировочным реостатом
- в) Для подключения двигателя к электрической сети
- г) Для соединения ротора со статором

14. Уберите несуществующий способ регулирования скорости вращения асинхронного двигателя.

- а) Частотное регулирование полюсов
- б) Регулирование изменением числа пар полюсов
- в) Регулирование скольжением
- г) Реостатное регулирование

15. Трехфазный асинхронный двигатель мощностью 1 кВт включен в однофазную сеть. Какую полезную мощность на валу можно получить от этого двигателя?

- а) Не более 200 Вт
- б) Не более 700 Вт
- в) Не менее 1 кВт
- г) Не менее 3 кВт

16. Для преобразования какой энергии предназначены асинхронные двигатели?

- а) Электрической энергии в механическую
- б) Механической энергии в электрическую
- в) Электрической энергии в тепловую
- г) Механической энергии во внутреннюю

17. Перечислите режимы работы асинхронного электродвигателя

- а) Режимы двигателя
- б) Режим генератора
- в) Режим электромагнитного тормоза
- г) Все перечисленные

18. Как называется основная характеристика асинхронного двигателя?

- а) Внешняя характеристика
- б) Механическая характеристика
- в) Регулировочная характеристика
- г) Скольжение

19. Как изменится частота вращения магнитного поля при увеличении пар полюсов асинхронного трехфазного двигателя?

- а) Увеличится
- б) Уменьшится
- в) Останется прежней
- г) Число пар полюсов не влияет на частоту вращения

20. определить скольжение трехфазного асинхронного двигателя, если известно, что частота вращения ротора отстает от частоты магнитного поля на 50 об/мин. Частота магнитного поля 1000 об/мин.

- а) $S=0,05$
- б) $S=0,02$
- в) $S=0,03$
- г) $S=0,01$

21. Укажите основной недостаток асинхронного двигателя.

- а) Сложность конструкции
- б) Зависимость частоты вращения от момента на валу
- в) Низкий КПД
- г) Отсутствие экономичных устройств для плавного регулирования частоты вращения ротора.

22. С какой целью при пуске в цепь обмотки фазного ротора асинхронного двигателя вводят дополнительное сопротивление?

- а) Для уменьшения тока в обмотках
- б) Для увеличения вращающего момента
- в) Для увеличения скольжения
- г) Для регулирования частоты вращения

Тест №7

1. Синхронизм синхронного генератора, работающего в энергосистеме невозможен, если:

- а) Вращающий момент турбины больше амплитуды электромагнитного момента.
- б) Вращающий момент турбины меньше амплитуды электромагнитного момента.
- в) Эти моменты равны
- г) Вопрос задан некорректно

2. Каким образом, возможно, изменять в широких пределах коэффициент мощности синхронного двигателя?

- а) Воздействуя на ток в обмотке статора двигателя
- б) Воздействуя на ток возбуждения двигателя
- в) В обоих этих случаях
- г) Это сделать не возможно

3. Какое количество полюсов должно быть у синхронного генератора, имеющего частоту тока 50 Гц, если ротор вращается с частотой 125 об/мин?

- а) 24 пары
- б) 12 пар
- в) 48 пар
- г) 6 пар

4. С какой скоростью вращается ротор синхронного генератора?

- а) С той же скоростью, что и круговое магнитное поле токов статора
- б) Со скоростью, большей скорости вращения поля токов статора
- в) Со скоростью, меньшей скорости вращения поля токов статора
- г) Скорость вращения ротора определяется заводом - изготовителем

5. С какой целью на роторе синхронного двигателя иногда размещают дополнительную короткозамкнутую обмотку?

- а) Для увеличения вращающего момента
- б) Для уменьшения вращающего момента
- в) Для раскручивания ротора при запуске
- г) Для регулирования скорости вращения

6. У синхронного трехфазного двигателя нагрузка на валу уменьшилась в 3 раза.

Изменится ли частота вращения ротора?

- а) Частота вращения ротора увеличилась в 3 раза
- б) Частота вращения ротора уменьшилась в 3 раза
- в) Частота вращения ротора не зависит от нагрузки на валу
- г)

Частота вращения ротора увеличилась

7. Синхронные компенсаторы, использующиеся для улучшения коэффициента мощности промышленных сетей, потребляют из сети

- а) индуктивный ток
- б) реактивный ток
- в) активный ток
- г) емкостный ток

8. Каким должен быть зазор между ротором и статором синхронного генератора для обеспечения синусоидальной формы индуцируемой ЭДС?

- а) Увеличивающимся от середины к краям полюсного наконечника
- б) Уменьшающимся от середины к краям полюсного наконечника
- в) Строго одинаковым по всей окружности ротора
- г) Зазор должен быть 1- 1,5 мм

9. С какой частотой вращается магнитное поле обмоток статора синхронного генератора, если в его обмотках индуцируется ЭДС частотой 50 Гц, а индуктор имеет четыре пары полюсов?

- а) 3000 об/мин
- б) 750 об/мин
- в) 1500 об/мин
- г) 200 об/мин

10. Синхронные двигатели относятся к двигателям:

- а) с регулируемой частотой вращения
- б) с нерегулируемой частотой вращения
- в) со ступенчатым регулированием частоты вращения
- г) с плавным регулированием частоты вращения

11. К какому источнику электрической энергии подключается обмотка статора синхронного двигателя?

- а) К источнику трёхфазного тока
- б) К источнику однофазного тока
- в) К источнику переменного тока
- г) К источнику постоянного тока

12. При работе синхронной машины в режиме генератора электромагнитный момент является:

- а) вращающим
- в) нулевыми
- б) тормозящими
- г) основной характеристикой

13. В качестве, каких устройств используются синхронные машины?

- а) Генераторы
- в) Синхронные компенсаторы
- б) Двигатели
- г) Всех перечисленных

14. Турбогенератор с числом пар полюсов $p=1$ и частотой вращения магнитного поля 3000 об/мин. Определить частоту тока.

- а) 50 Гц
- в) 25 Гц
- б) 500 Гц
- г) 5 Гц

15. Включения синхронного генератора в энергосистему производится:

- а) В режиме холостого хода
- в) В рабочем режиме
- б) В режиме нагрузки
- г) В режиме короткого замыкания

Тест №8

1. Какие диоды применяют для выпрямления переменного тока?

- а) Плоскостные
- в) Те и другие
- б) Точечные
- г) Никакие

2. В каких случаях в схемах выпрямителей используется параллельное включение диодов?

- а) При отсутствии конденсатора
- в) При отсутствии резисторов
- б) При отсутствии катушки
- г) При отсутствии трёхфазного трансформатора

3. Из каких элементов можно составить сглаживающие фильтры?

- а) Из резисторов
- в) Из катушек индуктивности
- б) Из конденсаторов
- г) Из всех вышеперечисленных

приборов

4. Для выпрямления переменного напряжения применяют:

- а) Однофазные выпрямители
- в) Мостовые выпрямители
- б) Многофазные выпрямители
- г) Все перечисленные

5. Какие направления характерны для совершенствования элементной базы электроники?

- а) Повышение надежности
- в) Миниатюризация
- б) Снижение потребления мощности
- г) Все перечисленные

6. Укажите полярность напряжения на эмиттере и коллекторе транзистора типа p-n-p.

- а) плюс, плюс
- в) плюс, минус
- б) минус, плюс
- г) минус, минус

7. Каким образом элементы интегральной микросхемы соединяют между собой?

- а) Напылением золотых или алюминиевых дорожек через окна в маске
- б) Пайкой лазерным лучом
- в) Термокомпрессией
- г) Всеми перечисленными способами

8. Какие особенности характерны как для интегральных микросхем (ИМС), так и для больших интегральных микросхем (БИС)?

- а) Миниатюрность
- в) Комплексная технология
- б) Сокращение внутренних соединительных линий
- г) Все перечисленные

9. Как называют средний слой у биполярных транзисторов?

- а) Сток
- в) База
- б) Исток
- г) Коллектор

10. Сколько p-n переходов содержит полупроводниковый диод?

- а) Один
- в) Три
- б) Два
- г) Четыре

11. Как называют центральную область в полевом транзисторе?

- а) Сток
- б) Канал
- в) Исток
- г) Ручей

12. Сколько р-п переходов у полупроводникового транзистора?

- а) Один
- б) Два
- в) Три
- г) Четыре

13. Управляемые выпрямители выполняются на базе:

- а) Диодов
- б) Полевых транзисторов
- в) Биполярных транзисторов
- г) Тиристоров

14. К какой степени интеграции относятся интегральные микросхемы, содержащие 500 логических элементов?

- а) К малой
- б) К средней
- в) К высокой
- г) К сверхвысокой

15. Электронные устройства, преобразующие постоянное напряжение в переменное, называются:

- а) Выпрямителями
- б) Инверторами
- в) Стабилитронами
- г) Фильтрами

16. Какими свободными носителями зарядов обусловлен ток в фоторезисторе?

- а) Дырками
- б) Электронами
- в) Протонами
- г) Нейтронами

Тест №9

1. Механическая характеристика двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

- а) Мягкая
- б) Жесткая
- в) Абсолютно жесткая
- г) Асинхронная

2. Электроприводы крановых механизмов должны работать при:

- а) Переменной нагрузке
- б) Постоянной нагрузке
- в) Безразлично какой
- г) Любой

3. Электроприводы насосов, вентиляторов, компрессоров нуждаются в электродвигателях с жесткой механической характеристикой. Для этого используются двигатели:

- а) Асинхронные с контактными кольцами
- б) Короткозамкнутые асинхронные
- в) Синхронные
- г) Все перечисленные

4. Сколько электродвигателей входит в электропривод?

- а) Один
- б) Два
- в) Несколько
- г) Количество электродвигателей зависит

от

типа электропривода

5. В каком режиме работают электроприводы кранов, лифтов, лебедок?

- а) В длительном режиме
- б) В кратковременном режиме
- в) В повторно- кратковременном режиме
- г) В повторно- длительном режиме

6. Какое устройство не входит в состав электропривода?

- а) Контролирующее устройство
- б) Электродвигатель
- в) Управляющее устройство
- г) Рабочий механизм

7. Электроприводы разводных мостов, шлюзов предназначены для работы:

- а) В длительном режиме
- б) В повторно- кратковременном режиме
- в) В кратковременном режиме
- г) В динамическом режиме

8. Какие функции выполняет управляющее устройство электропривода?

- а) Изменяет мощность на валу рабочего механизма
- б) Изменяет значение и частоту напряжения

- в) Изменяет схему включения электродвигателя, передаточное число, направление вращения
 г) Все функции перечисленные выше

9. При каком режиме работы электропривода двигатель должен рассчитываться на максимальную мощность?

- а) В повторно- кратковременном режиме
 б) В длительном режиме
 в) В кратковременном режиме
 г) В повторно- длительном режиме

10. Какие задачи решаются с помощью электрической сети?

- а) Производство электроэнергии
 б) Потребление электроэнергии
 в) Распределение электроэнергии
 г) Передача электроэнергии

Тест № 1:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
А	б	а	г	б	в	г	г	б	г	в	в	а	в	б	б	в	а	г	в

Тест 2:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Б	б	в	г	б	б	в	в	в	а	г	в	г	а	в	в	г	а	б	а

Тест 3:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Б	б	б	а	в	а	а	в	а	в	б	а	г

Тест 4:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Б	г	г	а	б	г	в	г	г	г	г	а	б	г	г	в	а	в

Тест 5:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
В	б	а	а	б	в	г	а	а	а	в	б	б	в	а	а	б	б

Раздел 6:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Г	б	а	а	б	в	б	а	б	в	б	б	а	в	в	а	г	б	б	а	г	г

Раздел 7:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
В	б	а	а	в	г	г	а	б	б	а	а	г	а	г

Раздел 8:

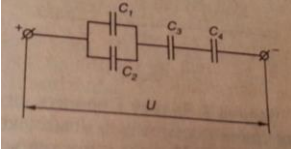
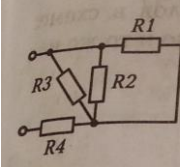
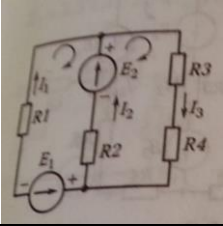
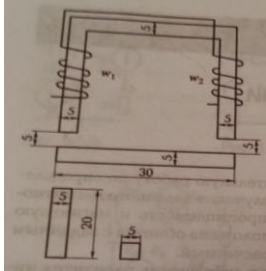
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
В	г	г	г	г	а	г	г	в	а	б	б	г	в	б	б

Раздел 9:

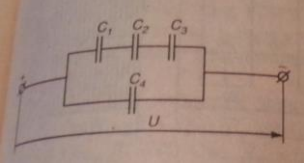
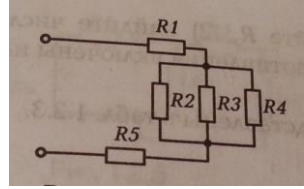
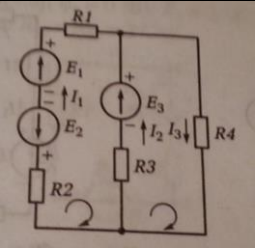
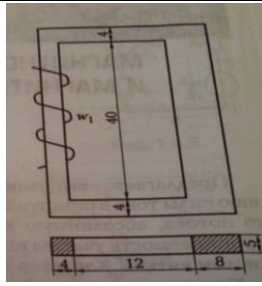
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	а	в	а	в	а	в	в	б	г

Решение задач

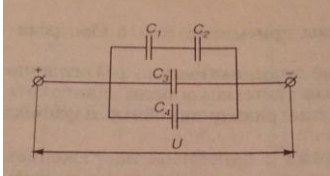
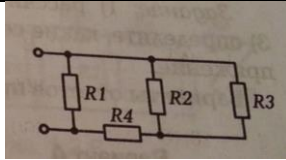
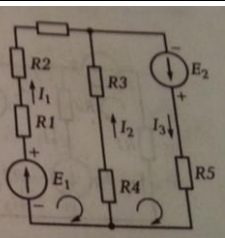
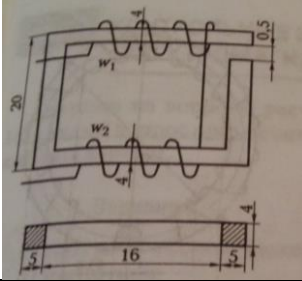
Вариант – 1

1.	<p>В цепи $C_1=8$ мкФ, $C_2=4$ мкФ, $C_3=6$ мкФ, $C_4=4$ мкФ, $U=36$ В. Определите эквивалентную емкость цепи, а также заряд и энергию электрического поля каждого конденсатора и всей цепи.</p>	
2.	<p>В цепи $R_1=7$ Ом, $R_2=10$ Ом, $R_3=2$ Ом, $R_4=3$ Ом. Рассчитайте эквивалентное сопротивление. Найдите число узлов в схеме. Определите, какие сопротивления включены на одно и то же напряжение.</p>	
3.	<p>В сложной электрической цепи $E_1=60$ В, $E_2=80$ В, $R_1=4$ Ом, $R_2=4$ Ом, $R_3=6$ Ом, $R_4=10$ Ом. Определите токи в ветвях цепи.</p>	
4.	<p>Дано: $w_1=500$, $w_2=300$, $\Phi=1,0 \cdot 10^{-3}$ Вб, материал сердечника – чугун. Размеры цепи даны в сантиметрах. Обмотки включены согласно. Определите силу тока в обмотках данной цепи для получения заданного магнитного потока Φ, абсолютную магнитную проницаемость μ_{a1} и магнитную проницаемость μ_1 участка цепи, где расположена обмотка с числом витков w_1.</p>	
5.	<p>Прямолинейный проводник длиной 0,5 м, по которому проходит ток $I=10$ А, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B=1,5$ Тл. Определите силу, действующую на проводник, если он расположен: перпендикулярно полю, параллельно полю.</p>	
6.	<p>Аналитические выражения для тока и напряжения имеют вид $i=5,64\sin(2512t+\pi/6)$, $u=179\sin(2512t+\pi/3)$. Определите амплитуду и действующее значение тока и напряжения, период, круговую и циклическую частоту, начальные фазы и фазовый сдвиг.</p>	
7.	<p>Определите ток в цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора сопротивлением $R=11$ Ом, катушки индуктивностью $L=9,55$ мГн, конденсатора емкостью $C=200$ мкФ. Частота переменного тока $f=100$ Гц, напряжение на конденсаторе 15 В. Определите напряжение цепи, активную, реактивную и полную мощности. Постройте векторную диаграмму.</p>	
8.	<p>Определите напряжение на катушке с активным сопротивлением $R=3$ Ом и индуктивным $X_L=4$ Ом, если ток в ней $I=(5+j10)$, А. Определите полную, активную и реактивную мощности катушки.</p>	

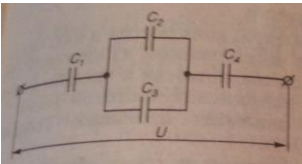
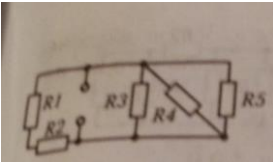
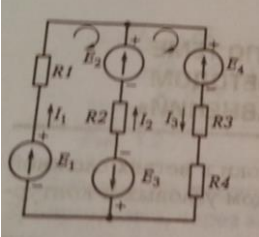
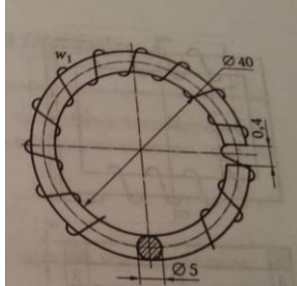
Вариант – 2

1.	<p>В цепи $C_1=80$ пФ, $C_2=80$ пФ, $C_3=40$ пФ, $C_4=30$ пФ, $U=100$ В. Определите эквивалентную емкость цепи, заряд и энергию электрического поля каждой емкости и всей цепи.</p>	
2.	<p>В цепи $R_1=1$ Ом, $R_2=2$ Ом, $R_3=3$ Ом, $R_4=3$ Ом, $R_5=4$ Ом. Рассчитайте эквивалентное сопротивление. Найдите число узлов в схеме. Определите, какие сопротивления включены на одно и то же напряжение.</p>	
3.	<p>В сложной электрической цепи $E_1=20$ В, $E_2=100$ В, $E_3=60$ В, $R_1=4$ Ом, $R_2=4$ Ом, $R_3=2$ Ом, $R_4=20$ Ом. Определите токи в ветвях цепи.</p>	
4.	<p>Дано: $w_1=100$, $\Phi=3,0 \cdot 10^{-3}$ Вб, материал сердечника – электротехническая сталь (1211). Размеры цепи даны в сантиметрах. Определите силу тока в обмотках данной цепи для получения заданного магнитного потока Φ, абсолютную магнитную проницаемость μ_{al} и магнитную проницаемость μ_1 участка цепи, где расположена обмотка с числом витков w_1.</p>	
5.	<p>Контур площадью 100 см^2 находится в однородном магнитном поле индукцией 10 Тл. Определите магнитный поток, пронизывающий контур, если угол между направлением вектора магнитной индукции и нормалью к поверхности контура составляет 60°.</p>	
6.	<p>Аналитические выражения для тока и напряжения имеют вид $i=3,56\sin(314t+\pi/2)$, $u=210\sin(2512t+\pi/6)$. Определите амплитуду и действующее значение тока и напряжения, период, круговую и циклическую частоту, начальные фазы и фазовый сдвиг.</p>	
7.	<p>Определите ток в цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора сопротивлением $R=3$ Ом, конденсатора емкостью $C=200$ мкФ, катушки индуктивностью $L=0,0191$ Гн. Напряжение цепи $u=141\sin 628t$. Определите падение напряжения на резисторе, конденсаторе и катушке, активную, реактивную и полную мощности. Постройте векторную диаграмму.</p>	
8.	<p>Определите напряжение на катушке с активным сопротивлением $R=5$ Ом и индуктивным $X_L=9$ Ом, если ток в ней $I=(9-j10)$, А. Определите полную, активную и реактивную мощности катушки.</p>	

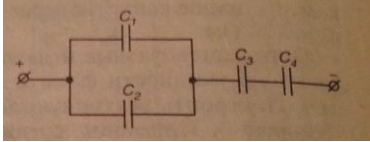
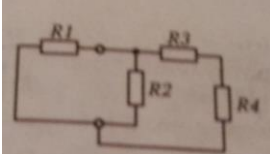
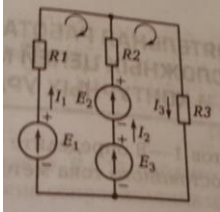
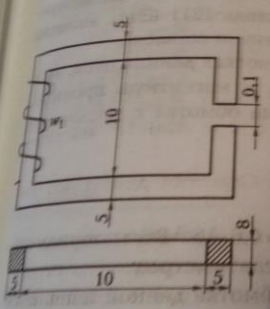
Вариант 3

1.	<p>В цепи $C_1=0,1$ мкФ, $C_2=0,15$ мкФ, $C_3=0,3$ мкФ, $C_4=0,2$ мкФ, $U=100$ В.</p> <p>Определите эквивалентную емкость цепи, а также заряд и энергию электрического поля каждого конденсатора и всей цепи.</p>	
2.	<p>В цепи $R_1=10$ Ом, $R_2=5$ Ом, $R_3=2$ Ом, $R_4=3$ Ом.</p> <p>Рассчитайте эквивалентное сопротивление. Найдите число узлов в схеме. Определите, какие сопротивления включены на одно и то же напряжение.</p>	
3.	<p>В сложной электрической цепи $E_1=50$ В, $E_2=100$ В, $R_1=10$ Ом, $R_2=10$ Ом, $R_3=4$ Ом, $R_4=5$ Ом, $R_6=6$ Ом.</p> <p>Определите токи в ветвях цепи.</p>	
4.	<p>Дано: $w_1=1200$, $w_2=600$, $\Phi=1,6 \cdot 10^{-3}$ Вб, материал сердечника – чугун. Размеры цепи даны в сантиметрах. Обмотки включены согласно. Определите силу тока в обмотках данной цепи для получения заданного магнитного потока Φ, абсолютную магнитную проницаемость μ_{a1} и магнитную проницаемость μ_1 участка цепи, где расположена обмотка с числом витков w_1.</p>	
5.	<p>Контур площадью 50 см² находится в однородном магнитном поле индукцией 5 Тл. Определите магнитный поток, пронизывающий контур, если угол между направлением вектора магнитной индукции и поверхностью контура составляет 30°.</p>	
6.	<p>Аналитические выражения для тока и напряжения имеют вид $i=7,18\sin(628t-\pi/3)$, $u=310\sin(628t+\pi/2)$. Определите амплитуду и действующее значение тока и напряжения, период, круговую и циклическую частоту, начальные фазы и фазовый сдвиг.</p>	
7.	<p>Определите ток в цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора сопротивлением $R_1=8$ Ом, катушки индуктивностью $L=0,0383$ Гн, сопротивлением $R_2=8$ Ом. Напряжение $u=564\sin\omega t$, частота $f=50$ Гц.</p> <p>Определите активную, реактивную и полную мощности. Постройте векторную диаграмму.</p>	
8.	<p>Определите напряжение цепи с активным сопротивлением $R=3$ Ом, индуктивным $X_L=8$ Ом и емкостным $X_C=4$ Ом, если ток в ней $I=(5-j10)$, А.</p> <p>Определите полную, активную и реактивную мощности цепи.</p>	

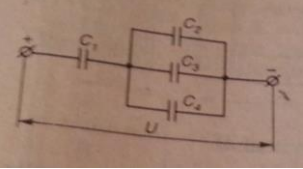
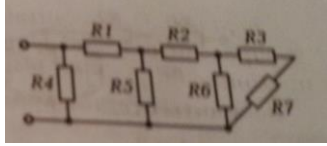
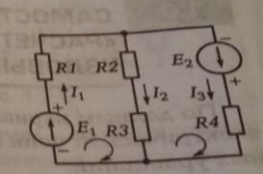
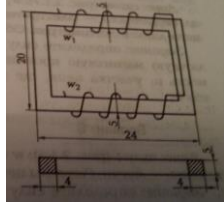
Вариант 4

1.	<p>В цепи $C_1=30$ мкФ, $C_2=15$ мкФ, $C_3=5$ мкФ, $C_4=60$ мкФ, $U_1=30$ В. Определите эквивалентную емкость цепи, заряд и энергию электрического поля каждого конденсатора и всей цепи.</p>	
2.	<p>В цепи $R_1=2$ Ом, $R_2=10$ Ом, $R_3=4$ Ом, $R_4=6$ Ом, $R_5=1$ Ом. Рассчитайте эквивалентное сопротивление. Найдите число узлов в схеме. Определите, какие сопротивления включены на одно и то же напряжение.</p>	
3.	<p>В сложной электрической цепи $E_1=20$ В, $E_2=10$ В, $E_3=60$ В, $E_4=40$ В, $R_1=20$ Ом, $R_2=40$ Ом, $R_3=20$ Ом, $R_4=100$ Ом. Определите токи в ветвях цепи.</p>	
4.	<p>Дано: $w_1=2000$, $\Phi=2,8 \cdot 10^{-3}$ Вб, материал сердечника – литая сталь (Ст2). Размеры цепи даны в сантиметрах. Определите силу тока в обмотках данной цепи для получения заданного магнитного потока Φ, абсолютную магнитную проницаемость μ_{a1} и магнитную проницаемость μ_1 участка цепи, где расположена обмотка с числом витков w_1.</p>	
5.	<p>Проводник длиной 2 м движется под углом 30° к линиям индукции однородного магнитного поля со скоростью 4 м/с. На концах проводника возникает разность потенциалов 40 мВ. Какова величина индукции магнитного поля?</p>	
6.	<p>Аналитические выражения для тока и напряжения имеют вид $i=1,41\sin(2512t+\pi/6)$, $u=179\sin(2512t+\pi/3)$. Определите амплитуду и действующее значение тока и напряжения, период, круговую и циклическую частоту, начальные фазы и фазовый сдвиг.</p>	
7.	<p>Определите ток в цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора сопротивлением $R=12$ Ом, катушки индуктивностью $L=9,55$ мГн, конденсатора емкостью $C=265$ мкФ. Напряжение $u=169\sin 628t$. Определите полное сопротивление, падение напряжения на катушке, активную, реактивную и полную мощности. Постройте векторную диаграмму.</p>	
8.	<p>Определите напряжение на катушке с активным сопротивлением $R=5$ Ом и индуктивным $X_L=4$ Ом, если ток в ней $I=(9+j7)$, А. Определите полную, активную и реактивную мощности катушки.</p>	

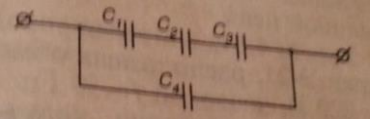
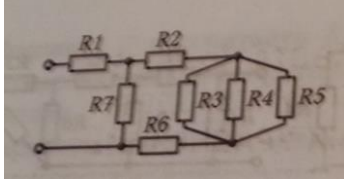
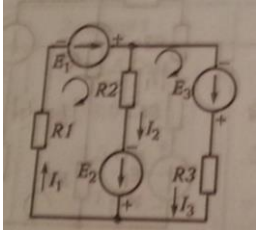
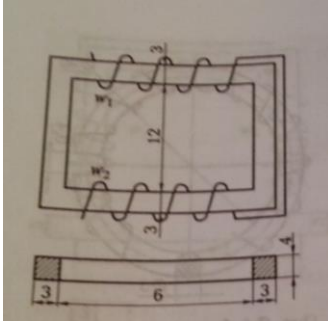
Вариант 5

1.	<p>В цепи $C_1=4$ мкФ, $C_2=6$ мкФ, $C_3=10$ мкФ, $C_4=20$ мкФ, $U=20$ В. Определите эквивалентную емкость цепи, заряд и энергию электрического поля каждого конденсатора и всей цепи.</p>	
2.	<p>В цепи $R_1=5$ Ом, $R_2=7$ Ом, $R_3=3$ Ом, $R_4=10$ Ом. Рассчитайте эквивалентное сопротивление. Найдите число узлов в схеме. Определите, какие сопротивления включены на одно и то же напряжение.</p>	
3.	<p>В сложной электрической цепи $E_1=80$ В, $E_2=100$ В, $E_3=60$ В, $R_1=40$ Ом, $R_2=18$ Ом, $R_3=10$ Ом. Определите токи в ветвях цепи.</p>	
4.	<p>Дано: $w_1=400$, $\Phi=4,0 \cdot 10^{-3}$ Вб, материал сердечника – чугун. Размеры цепи даны в сантиметрах. Определите силу тока в обмотках данной цепи для получения заданного магнитного потока Φ, абсолютную магнитную проницаемость μ_{a1} и магнитную проницаемость μ_1 участка цепи, где расположена обмотка с числом витков w_1.</p>	
5.	<p>С какой скоростью надо перемещать проводник длиной 1,4 м под углом 45° к линиям магнитной индукции в однородном магнитном поле индукцией 0,2 Тл для возбуждения в нём ЭДС индукции 0,5 В?</p>	
6.	<p>Аналитические выражения для тока и напряжения имеют вид $i=3,115\sin(942t+\pi/3)$, $u=119\sin(942t+\pi/6)$. Определите амплитуду и действующее значение тока и напряжения, период, круговую и циклическую частоту, начальные фазы и фазовый сдвиг.</p>	
7.	<p>Определите ток в цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора сопротивлением $R=2$ Ом, катушки индуктивностью $L=9,6$ мГн, конденсатора емкостью $C=266$ мкФ. Напряжение $u=113\sin 628t$. Определите активную, реактивную и полную мощности. Постройте векторную диаграмму.</p>	
8.	<p>Определите напряжение цепи с активным сопротивлением $R=15$ Ом и емкостным $X_c=20$ Ом, если ток в ней $I=(69-j19)$, А. Определите полную, активную и реактивную мощности катушки.</p>	

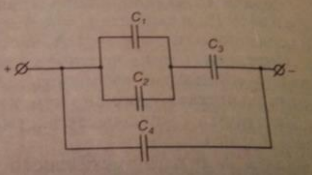
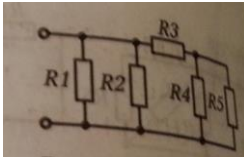
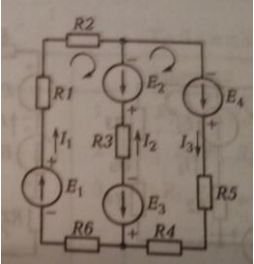
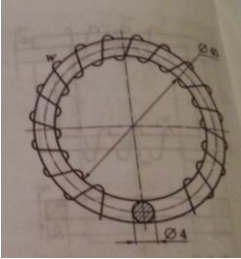
Вариант 6

1.	<p>В цепи $C_1=3$ пФ, $C_2=1$ пФ, $C_3=2$ пФ, $C_4=3$ пФ, $U_2=20$ В. Определите эквивалентную емкость цепи, заряд и энергию электрического поля каждого конденсатора и всей цепи.</p>	
2.	<p>В цепи $R_1=4$ Ом, $R_2=2$ Ом, $R_3=1$ Ом, $R_4=6$ Ом, $R_5=10$ Ом, $R_6=1$ Ом, $R_7=2$ Ом. Рассчитайте эквивалентное сопротивление. Найдите число узлов в схеме. Определите, какие сопротивления включены на одно и то же напряжение.</p>	
3.	<p>В сложной электрической цепи $E_1=140$ В, $E_2=120$ В, $R_1=1$ Ом, $R_2=12$ Ом, $R_3=100$ Ом, $R_4=80$ Ом. Определите токи в ветвях цепи.</p>	
4.	<p>Дано: $w_1=600$, $w_2=200$, $\Phi=1,6 \cdot 10^{-3}$ Вб, материал сердечника – сталь литая (Ст2). Размеры цепи даны в сантиметрах. Обмотки действуют встречно. Определите силу тока в обмотках данной цепи для получения заданного магнитного потока Φ, абсолютную магнитную проницаемость μ_{a1} и магнитную проницаемость μ_1 участка цепи, где расположена обмотка с числом витков w_1.</p>	
5.	<p>В катушке, содержащей 300 витков проволоки, в течении 6 мс происходит равномерное изменение магнитного потока. На какую величину и как изменился (увеличился или уменьшился) магнитный поток, пронизывающий катушку, если в ней возникла ЭДС индукции, равная 2 В? Постройте график изменения магнитного потока от времени в интервале от 0 до 6 мс.</p>	
6.	<p>Аналитические выражения для тока и напряжения имеют вид $i=3,32\sin(1256t-\pi/6)$, $u=98\sin(1256t-\pi/3)$. Определите амплитуду и действующее значение тока и напряжения, период, круговую и циклическую частоту, начальные фазы и фазовый сдвиг.</p>	
7.	<p>Определите ток в цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора сопротивлением $R=5$ Ом, конденсатора емкостью $C=159$ мкФ, катушки индуктивностью $L=19,1$ мГн. Напряжение $u=294\sin 314t$. Определите падение напряжения на катушке, активную, реактивную и полную мощности. Постройте векторную диаграмму.</p>	
8.	<p>Определите напряжение цепи с активным сопротивлением $R=8$ Ом, емкостным $X_c=10$ Ом и индуктивным $X_L=4$ Ом, если ток в ней $I=(15+j4)$, А. Определите полную, активную и реактивную мощности катушки.</p>	

Вариант 7

1.	<p>В цепи $C_1=40$ пФ, $C_2=40$ пФ, $C_3=20$ пФ, $C_4=15$ пФ, $U=100$ В. Определите эквивалентную емкость цепи, заряд и энергию электрического поля каждого конденсатора и всей цепи.</p>	
2.	<p>В цепи $R_1=1$ Ом, $R_2=2$ Ом, $R_3=4$ Ом, $R_4=6$ Ом, $R_5=R_6=1$ Ом, $R_7=10$ Ом. Рассчитайте эквивалентное сопротивление. Найдите число узлов в схеме. Определите, какие сопротивления включены на одно и то же напряжение.</p>	
3.	<p>В сложной электрической цепи $E_1=40$ В, $E_2=120$ В, $E_3=60$ В, $R_1=10$ Ом, $R_2=40$ Ом, $R_3=80$ Ом. Определите токи в ветвях цепи.</p>	
4.	<p>Дано: $w_1=400$, $w_2=600$, $\Phi=1,8 \cdot 10^{-3}$ Вб, материал сердечника – электротехническая сталь 1211 (Э11). Размеры цепи даны в сантиметрах. Обмотки действуют согласно. Определите силу тока в обмотках данной цепи для получения заданного магнитного потока Φ, абсолютную магнитную проницаемость μ_{a1} и магнитную проницаемость μ_1 участка цепи, где расположена обмотка с числом витков w_1.</p>	
5.	<p>В катушке, содержащей 500 витков провода, магнитный поток равномерно убывает от 20 до 5 мВб за 5 мс. Какова величина ЭДС индукции в катушке? Постройте график зависимости ЭДС индукции от времени в интервале от 0 до 5 мс.</p>	
6.	<p>Аналитические выражения для тока и напряжения имеют вид $i=1,69\sin(314t+\pi)$, $u=16,92\sin(2512t+\pi/3)$. Определите амплитуду и действующее значение тока и напряжения, период, круговую и циклическую частоту, начальные фазы и фазовый сдвиг.</p>	
7.	<p>Определите ток в цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора сопротивлением $R=12$ Ом, конденсатора емкостью $C=531$ мкФ, катушки индуктивностью $L=19,1$ мГн. Напряжение $u=564\sin 628t$. Определите активную, реактивную и полную мощности. Постройте векторную диаграмму.</p>	
8.	<p>Определите напряжение на катушке с активным сопротивлением $R=9$ Ом и емкостным $X_c=8$ Ом, если ток в ней $I=(3-j12)$, А. Определите полную, активную и реактивную мощности катушки.</p>	

Вариант 8

1.	<p>В цепи $C_1=10^4$ пФ, $C_2=3\cdot 10^4$ пФ, $C_3=4\cdot 10^4$ пФ, $C_4=5\cdot 10^4$ пФ, $U=100$ В. Определите эквивалентную емкость цепи, заряд и энергию электрического поля каждого конденсатора и всей цепи.</p>	
2.	<p>В цепи $R_1=10$ Ом, $R_2=5$ Ом, $R_3=1$ Ом, $R_4=2$ Ом, $R_5=6$ Ом. Рассчитайте эквивалентное сопротивление. Найдите число узлов в схеме. Определите, какие сопротивления включены на одно и то же напряжение.</p>	
3.	<p>В сложной электрической цепи $E_1=40$ В, $E_2=60$ В, $E_3=20$ В, $E_4=80$ В, $R_1=10$ Ом, $R_2=10$ Ом, $R_3=4$ Ом, $R_4=6$ Ом. Определите токи в ветвях цепи.</p>	
4.	<p>Дано: $w=1000$, $\Phi=0,6\cdot 10^{-3}$ Вб, материал сердечника – чугун. Размеры цепи даны в сантиметрах. Определите силу тока в обмотках данной цепи для получения заданного магнитного потока Φ, абсолютную магнитную проницаемость μ_{a1} и магнитную проницаемость μ_1 участка цепи, где расположена обмотка с числом витков w_1.</p>	
5.	<p>Чему равно значение ЭДС индукции, возникающей в контуре, при равномерном изменении магнитного потока, пронизывающего контур, от 10 мВб до нуля за 1 мс?</p>	
6.	<p>Аналитические выражения для тока и напряжения имеют вид $i=8,46\sin(2512t+\pi/4)$, $u=179\sin(2512t+\pi/2)$. Определите амплитуду и действующее значение тока и напряжения, период, круговую и циклическую частоту, начальные фазы и фазовый сдвиг.</p>	
7.	<p>Определите ток в цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора сопротивлением $R=3$ Ом, катушки индуктивностью $L=19,1$ мГн, конденсатора емкостью $C=530$ мкФ. Частота переменного тока $f=50$ Гц, напряжение на резисторе 20 В. Определите напряжение, активную, реактивную и полную мощности. Постройте векторную диаграмму.</p>	
8.	<p>Определите напряжение на катушке с активным сопротивлением $R=11$ Ом и индуктивным $X_L=4$ Ом, если ток в ней $I=(2+j6)$, А. Определите полную, активную и реактивную мощности катушки.</p>	

Перечень лабораторных работ

- a. Проверка свойств цепи с последовательным соединением проводников.
- b. Проверка свойств цепи с параллельным соединением проводников.
- 1. Определение удельного сопротивления проводника.
- 2. Проверка законов Кирхгофа.
- 3. Исследование неразветвленной цепи переменного тока.
- 4. Исследование разветвленной цепи переменного тока.
- 5. Исследование резонанса токов.
- 6. Исследование резонанса напряжений.
- c. Исследование трехфазной цепи при соединении приемников энергии звездой.
- d. Исследование трехфазной цепи при соединении приемников энергии треугольником.
- 7. RL и RC фильтры.
- 12. Полосовые фильтры.
- e. Исследование вольт-амперной характеристики электрической цепи с последовательным и параллельным соединением нелинейных элементов.
- f. Исследование переходных процессов в электрических цепях с индуктивностью.
- g. Исследование переходных процессов в электрических цепях с ёмкостью.
- 13. Исследование конструкции полупроводниковых диодов.
- h. Вольт-амперная характеристика полупроводниковых диодов.
- 14. Исследование характеристик биполярного транзистора.
- i. Исследование вольт-амперной характеристики полевого транзистора.
- 15. Чтение и расшифровка ИМС.
- j. Исследование выпрямителя и определение входных и выходных сигналов.
- k. Исследование формы сигналов стабилизатора с обратной связью.
- 16. Исследование транзисторного усилителя.
- 17. Исследование генератора при помощи осциллографа.
- 18. Исследование однофазного трансформатора.
- l. Определение КПД трансформатора по методу холостого хода и короткого замыкания.
- 19. Измерение скорости двигателя постоянного тока.
- 20. Исследование нагрузки двигателя переменного тока.
- m. Включение синхронного генератора в постоянную работу.

Образец:

Лабораторная работа №5. Исследование неразветвленной цепи переменного тока

Цель: определить параметры цепи, построить векторную диаграмму.

Оборудование: ЛАТР, вольтметр, амперметр, ваттметр, резистор, катушка индуктивности, соединительные провода.

Краткие теоретические сведения

Реальная катушка в отличие от идеальной имеет не только индуктивное сопротивление X_L , но и активное сопротивление R , поэтому при прохождении переменного тока в ней сопровождается не только изменением энергии в магнитном поле, но и преобразованием электрической энергии в другой вид. В частности, в проводе катушки электрическая энергия преобразуется в тепло.



Рисунок 8.1 – Цепь реальной катушки

Полное напряжение цепи U определяется по теореме Пифагора из векторной диаграммы (рисунок 8.2).

$$U = \sqrt{U_A^2 + U_L^2} \quad (1)$$

где U_a – напряжение на активном сопротивлении, В;
 U_L - напряжение на индуктивном сопротивлении, В

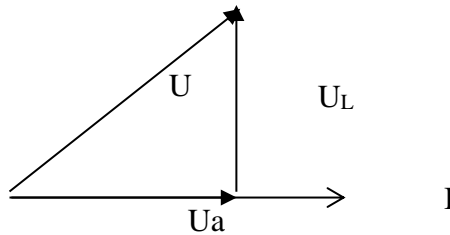


Рисунок 8.2 – Векторная диаграмма тока и напряжений цепи

При построении за базисный вектор принимают вектор той величины, которая одинакова для всех сопротивлений, при последовательном соединении это вектор тока. Напряжение на активном сопротивлении совпадает с током по фазе, на индуктивности – опережает ток на 90° .

Закон Ома для этой цепи имеет вид

$$I = \frac{U}{Z}, A \quad (2)$$

где Z – полное сопротивление цепи, Ом.

Если каждую из сторон треугольника напряжений разделить на ток, то получим треугольник сопротивлений.

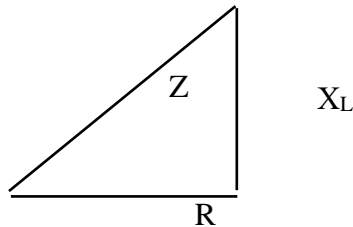


Рисунок 8.3 – Треугольник сопротивлений

Из треугольника сопротивлений

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}, Ом \quad (3)$$

Если каждую из сторон треугольника напряжений умножить на ток, то получим треугольник мощностей.

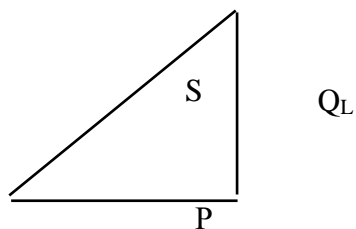


Рисунок 8.4 – Треугольник мощностей

Из треугольника мощностей

$$S = \sqrt{P^2 + Q_L^2}, \text{ ВА}$$

Порядок выполнения работы

1 Собрать цепь согласно рисунку 8.5.

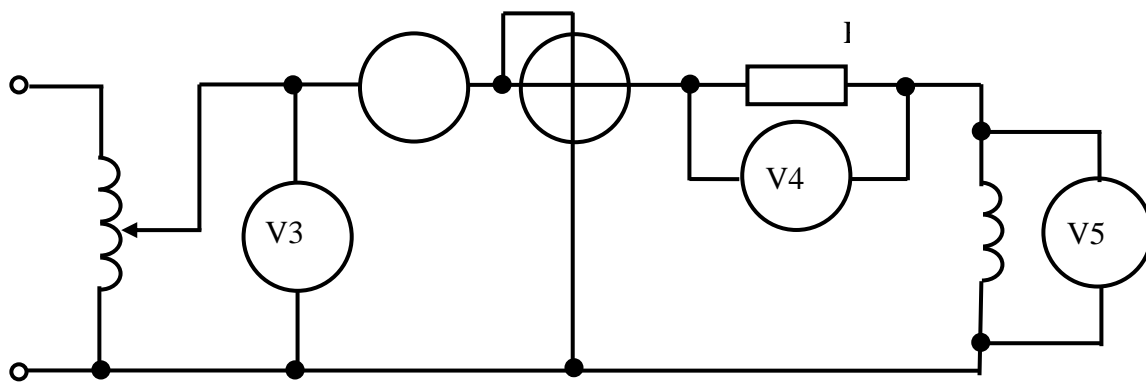


рисунок 8.5 - Схема соединения приборов

2 Изменяя ЛАТРОМ напряжение источника питания (три разных значения), с помощью измерительных приборов определить ток I , напряжение U и активную мощность цепи P , напряжения на активном сопротивлении U_a и на индуктивности U_L . Показания приборов занести в таблицу 8.1

Таблица 8.1 - Результаты измерений и расчётов

Измерено					Вычислено						
U	U _a	U _L	I	P	Z	R	X _L	L	Q	S	cosφ
В			А	Вт	Ом			Гн	вар	ВА	

3 В расчётной части работы, используя формулы, определить параметры цепи, указанные в таблице 8.1:

-полное сопротивление цепи

$$Z = \frac{U}{I}, \text{ Ом}; \quad (8.5)$$

где U – измеренное значение напряжения цепи;

I – измеренное значение тока цепи;

-активное сопротивление

$$R = \frac{U_a}{I}, \text{ Ом}; \quad (8.6)$$

где U_a – измеренное значение напряжения на активном сопротивлении;
 -индуктивное сопротивление

$$X_L = \frac{U_L}{I}, \text{ Ом}; \quad (8.7)$$

где U_L – измеренное значение напряжения на индуктивном сопротивлении;
 -индуктивность катушки

$$L = \frac{X_L}{2\pi \cdot f}, \text{ Гн}; \quad (8.8)$$

где f – частота переменного тока, 50 Гц;
 -реактивную мощность

$$Q = U_L \cdot I, \text{ вар} \quad (8.9)$$

-полную мощность

$$S = U \cdot I, \text{ ВА} \quad (8.10)$$

-коэффициент мощности цепи

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (8.11)$$

4 В графической части в масштабе построить векторную диаграмму тока и напряжений для одного из опытов.

5 Указать, как изменяются параметры цепи при изменении напряжения на зажимах.

Содержание отчета

1. Тема и цель занятия.
2. Оборудование.
3. Схема электрической цепи.
4. Таблица результатов измерений и расчетов.
5. Расчетная часть, содержащая формулы и примеры расчета по ним.
6. Графическая часть, содержащая векторную диаграмму.
7. Вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы

- 1 Какое сопротивление называется активным?
- 2 Поясните, почему ток на индуктивности отстает на 90° от напряжения?
- 3 Какой вектор принимают за базисный при построении векторной диаграммы и почему?
- 4 Чем определяется наличие индуктивного сопротивления в катушке индуктивности?
- 5 Как изменить индуктивность катушки, единицы ее измерения?
- 6 Объясните принцип построения векторной диаграммы.
- 7 Какая катушка индуктивности называется реальной?
- 8 Для чего при построении векторной диаграммы вектор напряжения индуктивности откладывается от конца вектора напряжения на активном сопротивлении?
- 9 Какой угол сдвига по фазе между током и напряжением на активном сопротивлении?

Перечень практических работ

1. Расчет характеристик электрического поля.
2. Расчет цепей постоянного тока с различными видами соединений проводников.
3. Исследование зависимости сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала.
4. Расчет цепей методом свертывания.
5. Расчет параметров плоского конденсатора.
6. Расчет электрических цепей различными способами.
7. Расчет сечения проводов по допустимому нагреву.
8. Расчет линейных цепей переменного тока.
9. Расчет h -параметров транзисторов.
10. Расчет и составление схем выпрямителей.
11. Изучение работы электронных транзисторных усилителей.
12. Расчет параметров усилителей, выпрямителей и стабилизаторов.
13. Изучение устройства электронных приборов.
14. Исследование основных логических элементов.
15. Исследование шифраторов и дешифраторов.
16. Решение задач по теме «Электронные устройства».
17. Исследование работы однофазного трансформатора.
18. Решение задач на расчет параметров однофазного трансформатора.
19. Решение задач на расчет параметров трехфазного трансформатора.
20. Сравнительная характеристика трансформаторов и автотрансформаторов.
21. Решение задач по теме «Трансформаторы».
22. Расчет основных параметров машин постоянного тока.
23. Исследование нагрузки двигателя постоянного тока.
24. Расчет основных параметров машин переменного тока.
25. Способы управления генератором переменного тока.
26. Расчет мощности и выбор электродвигателя.
27. Решение задач по теме «Электрические машины».

Образец:

Практическая работа №5.

Расчет параметров плоского конденсатора

Цель: выяснить влияние физических параметров плоского конденсатора на его электрическую емкость.

Оборудование: методические указания, учебник [1], микрокалькулятор.

Краткие теоретические сведения

Конденсатор – это элемент электрической цепи, состоящий из двух электродов (обкладок), разделенных диэлектриком и обладающих способностью накапливать электрическую энергию.

Емкость конденсатора есть отношение накапливаемого в нем электрического заряда к приложенному напряжению. Она зависит от материала диэлектрика, формы и взаимного расположения электродов.

Плоский конденсатор представляет собой систему из двух металлических электродов — пластин (обкладок), расположенных на небольшом расстоянии друг от друга. Пластины (обкладки) конденсатора имеют площадь S , находятся на расстоянии d друг от друга (рисунок 1). Между пластинами находится воздух или какой-либо другой изолятор (слода, керамика, парафинированная бумага и т. д.) с относительной диэлектрической проницаемостью ϵ .

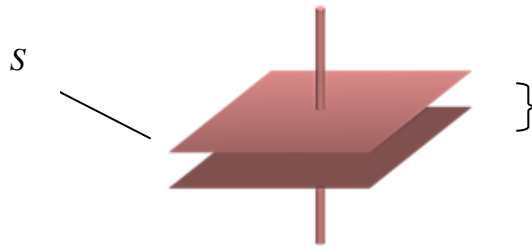


Рисунок 1.1 – Плоский конденсатор

Если конденсатор присоединить к источнику постоянного тока, то на его пластинах появятся равные по модулю и противоположные по знаку электрические заряды. Способность конденсатора накапливать электрический заряд определяется электрической емкостью конденсатора.

Емкость плоского конденсатора зависит от площади пластин, расстояния между ними и типа изолирующего материала. Ее вычисляют по формуле

$$C = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{S}{d}, \Phi \quad (1.1)$$

где ε — диэлектрическая проницаемость среды между пластинами конденсатора,
 ε_0 — электрическая постоянная (диэлектрическая проницаемость вакуума $8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м),
 S — площадь пластины конденсатора, мм²,
 d — расстояние между пластинами конденсатора, м.

Единицей электрической емкости в системе СИ является фарад. На практике применяют дольные единицы электрической емкости:

1 мкФ (микрофарад) = 10^{-6} Ф,

1 нФ (нанофарад) = 10^{-9} Ф,

1 пФ (пикофарад) = 10^{-12} Ф.

Порядок выполнения расчета

1 Выписать исходные данные согласно варианту из таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Исходные данные для расчета

Вариант	$C, \text{нФ}$	$U_n, \text{кВ}$	K	Материал диэлектрика
1	2	3	4	5
1	200	3	2	Миканит
2	220	3,5	2,7	Бумага конденсаторная
3	185	4	2,2	Слюда
4	260	3,6	2,4	Электрофарфор
5	280	3,1	2,6	Гетинакс
6	320	2,8	2,8	Слюда
7	290	2,6	2,3	Эбонит
8	270	2,5	2,1	Полиэтилен
9	250	3,3	1,8	Полистирол
10	230	2,4	1,7	Миканит
11	210	2,1	3,1	Электрокартон
12	310	3,8	1,9	Миканит
13	200	2,7	2,5	Бумага конденсаторная
14	250	2,3	2	Слюда
15	305	4,1	2,4	Электрофарфор
16	190	3	1,8	Гетинакс
17	330	2	2,2	Электрофарфор
18	300	3,6	3	Эбонит
19	260	3,5	2,9	Полиэтилен
20	240	2,3	2,8	Полистирол
21	200	3,4	2,7	Миканит
22	190	4,2	2,5	Электрокартон
23	180	2	3	Миканит
24	220	2,5	1,8	Бумага парафинированная

25	240	3	2,2	Лакоткань
26	170	2,6	2,3	Резина
27	275	1,9	2,6	Текстолит
28	200	2,2	3	Мрамор
29	260	3,7	2,3	Стекло
30	190	2,5	2,1	Полихлорвинил

2 Выполнить расчет площади S пластин и расстояния между ними d для воздушного конденсатора емкостью C , рассчитанного на работу при номинальном напряжении U_n с учетом запаса электрической прочности K .

Допустимая напряженность электрического поля между пластинами конденсатора с учетом необходимого запаса электрической прочности диэлектрика

$$E_{\text{ДОП1}} = \frac{E_{\text{ПР1}}}{K}, \frac{\text{кВ}}{\text{мм}} \quad (1.2)$$

где $E_{\text{ПР1}}$ - пробивная напряженность (электрическая прочность) воздуха (таблица 1.2);
 K - коэффициент запаса электрической прочности (таблица 1.1).

Расстояние между пластинами конденсатора

$$d_1 = \frac{U_n}{E_{\text{ДОП1}}}, \text{мм} \quad (1.3)$$

Площадь пластин конденсатора

$$S_1 = \frac{C \cdot d_1}{\epsilon_{a1}}, \text{м}^2 \quad (1.4)$$

где ϵ_{a1} - абсолютная диэлектрическая проницаемость;
 $\epsilon_{a1} = \epsilon_1 \cdot \epsilon_0$ (1.5)

ϵ_1 - относительная диэлектрическая проницаемость среды – воздуха (таблица 1.2);
 ϵ_0 - диэлектрическая проницаемость вакуума.

3 Рассчитать параметры конденсатора той же емкости, с тем же запасом прочности при смене диэлектрика.

$$E_{\text{ДОП2}} = \frac{E_{\text{ПР2}}}{K}, \frac{\text{кВ}}{\text{мм}} \quad (1.6)$$

где $E_{\text{ПР2}}$ - пробивная напряженность (электрическая прочность) заданного диэлектрика (таблица 1.2);

$$d_2 = \frac{U_n}{E_{\text{ДОП2}}}, \text{мм} \quad (1.7)$$

$$S_2 = \frac{C \cdot d_2}{\epsilon_{a2}}, \text{м}^2 \quad (1.8)$$

где ϵ_2 - относительная диэлектрическая проницаемость заданного диэлектрика (таблица 1.2);

4 В заключении указать, как изменяются площадь пластин плоского конденсатора и расстояние между ними при замене воздуха на другой диэлектрик.

Контрольные вопросы

- 1 Поясните устройство и назначение конденсатора.
- 2 Укажите параметры, от которых зависит емкость плоского конденсатора.
- 3 Как изменяется емкость плоского конденсатора при увеличении (уменьшении) расстояния между пластинами?
- 4 Как изменяется емкость плоского конденсатора при увеличении (уменьшении) площади пластин?

Таблица 1.2 – Характеристики электроизоляционных материалов

Наименование	Относительная диэлектрическая проницаемость ϵ	Пробивная напряженность $E_{пр}$, кВ/мм
1	2	3
Бумага конденсаторная	3,55	27,5
Бумага парафинированная	4,3	17,5
Воздух	1	3
Гетинакс	6,5	15
Лакоткань	3,5	26
Миканит	5,1	27,5

Мрамор	8,3	3,5
Полистирол	2,5	27,5
Полихлорвинил	3,6	26,5
Полиэтилен	2,3	47,5
Резина	4,5	20
Слюда	6,5	135
Стекло	8	12,5
Текстолит	7	13
Электрокартон	3,25	9
Электрофарфор	6,25	25
Эбонит	3,1	17,5

Вопросы для экзамена

1. Понятие об электрическом поле. Основные свойства электрического поля: силовая и энергетическая характеристики. Энергия электрического поля. Закон Кулона.
2. Величины, характеризующие электрическое поле. Напряженность, электрическое напряжение, потенциал – определения, обозначения, единицы измерения, формулы расчета этих величин.
3. Электрическая емкость. Обозначение, единицы измерения. Формула емкости для провода.
4. Конденсаторы: определение, условное обозначение на схемах, назначение; формула емкости плоского конденсатора.
5. Соединение конденсаторов: последовательное, параллельное, смешанное. Схема, свойства, формулы расчёта.
6. Электрический ток: определение, обозначение, единицы измерения, направление тока.
7. Плотность электрического тока: обозначение, ед. измерения, формула.
8. Электрическая проводимость: обозначение, ед. измерения, формулы расчета.
9. Электрическое сопротивление: обозначение, единицы измерения. Зависимость сопротивления:
 - a. от геометрических размеров: формула, ее чтение
 - b. от температуры.
10. Закон Джоуля – Ленца, формула, чтение. Преобразование электрической энергии.
11. Электрическая цепь: определение; элементы электрической цепи: активные и пассивные, их назначение.
12. Источники электрической энергии. Источник ЭДС - определение, параметры реального источника ЭДС, схема замещения, напряжение на зажимах источника, работа, мощность, КПД источника (обозначения, единицы измерения, формулы).
13. Закон Ома для всей цепи, для участка цепи: формулы, чтение.
14. Режимы работы электрической цепи: холостой ход, короткое замыкание, рабочий режим, внешняя характеристика, номинальные значения, режим согласованной нагрузки.
15. Потери напряжения и мощности в проводах.
16. Структурный анализ схемы электрической цепи: понятие ветви, узла, контура.
17. Законы Кирхгофа: чтение, составление уравнений по заданной схеме.
18. Два режима работы источника ЭДС.
19. Электрические цепи с одним источником:
 - a. последовательное соединение резисторов: схема, свойства цепи, формулы.
 - b. параллельное соединение элементов: схема, свойства, формулы.
20. смешанное соединение элементов, метод свертывания (решение задач).
21. Магнитное поле, его физические свойства.
22. Основные магнитные величины: магнитная индукция, напряжённость магнитного поля - физический смысл, обозначения, единицы измерения, формулы расчёта.
23. Магнитная проницаемость физический смысл; виды магнитной проницаемости, обозначение, единицы измерения формулы.
24. Основное уравнение связи магнитных величин, их характеристики.
25. Магнитные цепи. Определение, разветвленные, неразветвлённые, однородные, неоднородные магнитные цепи.
26. Основные законы магнитных цепей.
27. Расчёт неразветвлённых магнитных цепей.
28. Закон электромагнитной индукции.
29. Основные понятия переменного тока: параметры величин переменного тока (перечислить, обозначения, единицы измерения, формулы).
30. Способы изображения величин переменного тока: аналитический с помощью формул; графический в виде развернутых диаграмм; графический в виде векторных диаграмм.
31. Параметры цепей переменного тока: название, обозначение, физический смысл, условное изображение на схемах.
32. Особенности цепей переменного тока: схема, формулы, векторная диаграмма, сдвиг фаз между током и напряжением, мощности.

- 33 Цепь с активным сопротивлением; схема, свойства цепи, векторная диаграмма, формулы расчёта.
- 34 Цепь с индуктивностью; схема, свойства цепи, векторная диаграмма, формулы расчёта. Индуктивное сопротивление
- 35 Цепь с емкостью; схема, свойства цепи, векторная диаграмма, формулы расчёта. Емкостное сопротивление.
- 36 Схема замещения реальной катушки; схема, свойства цепи, векторная диаграмма, формулы расчёта.
- 37 Схема замещения цепи с активным сопротивлением и конденсатором;
- 38 Неразветвленная цепь RLC, от чего зависит характер нагрузки этой цепи, как добиваются различных режимов работы этой цепи.
- 39 Резонансные явления; виды резонансов.
- 40 Резонанс напряжений и его свойства.
- 41 Частотные характеристики. Анализ работы электрической цепи при изменении частоты.
- 42 Многофазная система Э.Д.С., получение трехфазной системы Э.Д.С.
- 43 Трехфазные системы: схема, зависимость между линейными и фазными напряжениями и токами, векторные диаграммы:
 - a. соединение потребителей звездой: трех- и четырех проводные системы, назначение нулевого провода; ток в нулевом проводе.
 - b. соединение треугольником.
- 44 Мощности в трехфазных цепях.
- 45 Трансформатор: определение, назначение, устройство, схема замещения, режимы работы.
- 46 Потери мощности в трансформаторе.
- 47 Электрические машины: классификация, принцип действия, устройство, характеристики.
- 48 Асинхронный двигатель, особенности конструкции ротора.
- 49 Скольжение асинхронного двигателя.
- 50 Конструктивные особенности машин постоянного тока.
- 51 Характеристики генератора постоянного тока.
- 52 Характеристики двигателя постоянного тока.
- 53 Электронные приборы, их классификация, обозначения, применение, параметры, маркировка:
 - a. полупроводниковые диоды (выпрямительные, импульсные, стабилитроны, фотодиоды, светодиоды)
 - b. биполярные транзисторы;
 - c. полевые транзисторы;
 - d. тиристоры
 - e. полупроводниковые резисторы, конденсаторы, оптоэлектронные приборы.
- 54 Электронные устройства:
 - a. выпрямители: виды выпрямителей, схемы, форма сигнала (графики);
 - b. усилители: назначение, виды усилителей;
 - c. генераторы.

ПАКЕТ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА		
Объекты оценки	Критерии оценки результата	Отметка о выполнении
У1 – выбирать наиболее подходящие приборы; выполнять расчеты параметров электрических сетей;	Студент умеет верно:	
	выполнять расчеты параметров электрических сетей.	
У2 – выбирать наиболее эффективные и оптимальные способы расчета простых электрических цепи;	выбирать наиболее эффективные и оптимальные способы расчета простых электрических цепи	
У3 – использовать информационные технологии для поиска и решения профессионально значимых задач. использовать техническую и справочную литературу;	использовать техническую и справочную литературу	
У4 – планировать свое профессиональное развитие в области электротехники;	планировать свое профессиональное развитие в области электротехники.	
У5 – Использовать различные способы коммуникации; информационные технологии для поиска и решения профессионально значимых задач;	Использовать различные способы коммуникации.	
У6 – пользоваться технической и справочной литературой;	пользоваться технической и справочной литературой.	
У7 – Находить наиболее эффективные и оптимальные способы решения задач поставленных задач.	Находить наиболее эффективные и оптимальные способы решения задач поставленных задач	
З1 – физические принципы работы и назначение электросетей; формулы для расчета параметров электрических цепей и сигналов; определения, характеристики, условно-графические обозначения;	Студент знает:	
	физические принципы работы и назначение электросетей; формулы для расчета параметров электрических цепей и сигналов.	
З2 – основные методы измерений параметров электрических цепей и сигналов.	основные методы измерений параметров электрических цепей и сигналов	
З3 – искать информацию об электронных устройствах и приборах;	верно искать информацию об электронных устройствах и приборах.	
З4 – сравнивать и анализировать параметры и характеристики электрических цепей сигналов.	сравнивать и анализировать параметры и характеристики электрических цепей сигналов.	
З5 – способы и методы сбора, анализа и систематизации данных посредством информационных технологий.	способы и методы сбора, анализа и систематизации данных посредством информационных технологий.	
З6 – сравнивать и анализировать параметры и характеристики электрических цепей сигналов;	сравнивать и анализировать параметры и характеристики электрических цепей сигналов.	
З7 – методы самоконтроля в решении профессиональных задач методы самоконтроля и саморазвития коммуникационных способностей.	методы самоконтроля в решении профессиональных задач методы самоконтроля и саморазвития коммуникационных способностей.	

Список использованной литературы

Для реализации программы библиотечный фонд организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы, рекомендуемые для использования в образовательном процессе.

Печатные издания:

1. Люшинский, А. В., Специальные методы сварки : учебник / А. В. Люшинский. — Москва : КноРус, 2022. — 332 с. — ISBN 978-5-406-09056-5. — URL: <https://book.ru/book/942129> (дата обращения: 29.03.2024)
2. Берикашвили, В. Ш., Твердотельная электроника и микроэлектроника : учебник / В. Ш. Берикашвили, С. А. Воробьев. — Москва : КноРус, 2023. — 301 с. — ISBN 978-5-406-08490-8. — URL: <https://book.ru/book/945902> (дата обращения: 29.03.2024).
3. Дедюх, Р. И. Материаловедение и технологии конструкционных материалов. Технология сварки плавлением : учебное пособие для вузов / Р. И. Дедюх. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17163-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537270> (дата обращения: 29.03.2024).
4. Арсеньев, Г. Н. Основы теории цепей : учебное пособие / Г.Н. Арсеньев, В.Н. Бондаренко, И.А. Чепурнов ; под ред. Г.Н. Арсеньева. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 448 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0799-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1979055> (дата обращения: 29.03.2024).

Дополнительные источники:

5. Сибикин, Ю. Д. Электрические подстанции : учебное пособие для высшего и среднего профессионального образования / Ю. Д. Сибикин. - 3-е изд., стер. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2022. - 414 с. - ISBN 978-5-4499-0767-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1870864> (дата обращения: 29.03.2024).
6. Марченко, А. Л. Электротехника и электроника : учебник : в 2 томах. Том 1. Электротехника / А. Л. Марченко, Ю. Ф. Опадчий. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 574 с. - ISBN 978-5-16-009061-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2020596> (дата обращения: 29.03.2024).
7. Марченко, А. Л. Электротехника и электроника : учебник : в 2 томах. Том 2. Электроника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опадчий. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 391 с. — DOI 10.12737/textbook_5d2573fcd26f36.00961920. - ISBN 978-5-16-014295-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2006854> (дата обращения: 29.03.2024).
8. Электротехника и электроника: лабораторный практикум : учебное пособие / А.Е. Поляков, М.С. Иванов, Е.А. Рыжкова, Е.М. Филимонова ; под ред. проф. А.Е. Полякова. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 378 с.— DOI 10.12737/1214583. - ISBN 978-5-16-019359-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2084334> (дата обращения: 29.03.2024).
9. Султангараев, И. С., Электротехника. Практикум (с примерами решения задач) : учебное пособие / И. С. Султангараев. — Москва : КноРус, 2023. — 180 с. — ISBN 978-5-406-11241-0. — URL: <https://book.ru/book/948696> (дата обращения: 29.03.2024).
10. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника : учебник для среднего профессионального образования / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 433 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17711-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537125> (дата обращения: 29.03.2024).

Интернет-ресурсы:

11. www.texdplsnegr.narod.ru - программы по расчету ТЭЦ.
12. www.radiosoft.ru - справочные материалы по электротехнике.
13. www.elektronika.newmail.ru - конструкторы программ для расчета.
14. www.programing1.narod.ru - программы по электротехнике.