

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Волхонов Михаил Михайлович

Должность: Владелец

Дата подписания: 26.09.2025 12:30:34

Уникальный программный ключ:

b2dc75470204b21ca085

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Утверждаю:

декан электроэнергетического факультета

Александр  
Валентинович  
Рожнов

Подписано цифровой  
подписью: Александр  
Валентинович Рожнов  
Дата: 2023.06.14 14:13:15  
+03'00'

/А.В. Рожнов/

14 июня 2023 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Теоретические основы электротехники»

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Направление подготовки   | <u>35.03.06 Агроинженерия</u>                  |
| Направленность (профиль) | <u>Электрооборудование и электротехнологии</u> |
| Квалификация выпускника  | <u>бакалавр</u>                                |
| Формы обучения           | <u>очная, заочная</u>                          |
| Сроки освоения ОПОП ВО   | <u>4 года, 4 г. 7 мес.</u>                     |

Фонд оценочных средств предназначен для оценивания сформированности компетенций по дисциплине «Теоретические основы электротехники».

Разработчик:  
старший преподаватель  
кафедры физики и автоматики  
Мелешко М. И.

Марина Ильинична Мелешко  
Подписано цифровой подписью:  
Марина Ильинична Мелешко  
Дата: 2023.05.11 15:42:50 +03'00'

Утвержден на заседании кафедры физики и автоматики, протокол № 8 от «11» мая 2023 года.

Заведующий кафедрой Рожнов А.В.  
Александр Валентинович Рожнов  
Подписано цифровой подписью:  
Александр Валентинович Рожнов  
Дата: 2023.05.11 15:43:02 +03'00'

Согласовано:  
председатель методической комиссии электроэнергетического факультета,  
протокол №5 от «13» июня 2023 года.

Алексей Сергеевич Яблоков  
Яблоков А.С.  
Подписано цифровой подписью:  
Алексей Сергеевич Яблоков  
Дата: 2023.06.13 13:55:00 +03'00'

## Паспорт фонда оценочных средств

**Таблица 1**

| Модуль дисциплины                                | Формируемые компетенции или их части   | Оценочные материалы и средства | Количество |
|--|--|--------------------------------|------------|
| Линейные электрические цепи постоянного тока     | ПК <sub>ос</sub> -1. Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Опрос                          | 20         |
|  |  | Защита ЛР (Собеседование)      | 20         |
|  |  | КНР                            | 70         |
|  |  | ТСк                            | 68         |
| Линейные электрические цепи синусоидального тока |  | Опрос                          | 30         |
|  |  | Защита ЛР (Собеседование)      | 30         |
|  |  | КНР                            | 81         |
|  |  | ТСк                            | 57         |
| Трехфазные цепи                                  |  | Опрос                          | 30         |
|  |  | Защита ЛР (Собеседование)      | 30         |
|  | КНР  | 41                             |            |
|  | ТСк  | 51                             |            |
| Цепи переменного тока                            | Опрос  | 55                             |            |
|  | Защита ЛР (Собеседование)  | 55                             |            |
|  | КНР  | 36                             |            |
|  | ТСк  | 38                             |            |
|  | Курсовая работа (1 часть)  | 30                             |            |
| Нелинейные цепи                                  | Опрос  | 30                             |            |
|  | Защита ЛР (Собеседование)  | 30                             |            |
|  | КНР  | 17                             |            |
|  | ТСк  | 47                             |            |
|  | Курсовая работа (2 часть)  | 30                             |            |
| Теория электромагнитного поля                    | Опрос  | 64                             |            |
|  | КНР  | 25                             |            |
|  | ТСк  | 64                             |            |

# 1 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Таблица 1.1 – Формируемые компетенции**

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)  | Оценочные материалы и средства |
|--|---|--------------------------------|
| ПК <sub>ос</sub> -1. Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | <b>Модуль 1. Линейные электрические цепи постоянного тока</b>   |                                |
|  | ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Опрос                          |
|  |   | Защита ЛР (Собеседование)      |
|  |   | Контрольная работа             |
|  |   | Тестирование                   |
|  | <b>Модуль 2. Линейные электрические цепи синусоидального тока</b>   |                                |
|  | ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Опрос                          |
|  |   | Защита ЛР (Собеседование)      |
|  |   | Контрольная работа             |
|  |   | Тестирование                   |
|  | <b>Модуль 3. Трехфазные цепи</b>  |                                |
|  | ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Опрос                          |
|  |   | Защита ЛР (Собеседование)      |
|  |   | Контрольная работа             |
|  |   | Тестирование                   |
|  | <b>Модуль 4. Цепи переменного тока</b>  |                                |
|  | ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Опрос                          |
|  |   | Защита ЛР (Собеседование)      |
|  |   | Контрольная работа             |
|  |   | Тестирование                   |
| ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей        | Курсовая работа Часть 1   |                                |
|  | <b>Модуль 5. Нелинейные цепи</b>  |                                |
| ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей        | Опрос   |                                |
|  | Защита ЛР (Собеседование)   |                                |
|  | Контрольная работа  |                                |
|  | Тестирование  |                                |
| ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей        | Курсовая работа Часть 2   |                                |
|  | <b>Модуль 6. Теория электромагнитного поля</b>  |                                |
| ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей        | Опрос   |                                |
|  | Контрольная работа  |                                |
|  | Тестирование  |                                |

## Оценочные материалы и средства для проверки сформированности компетенций

### Модуль 1. Линейные электрические цепи постоянного тока

#### Опрос и собеседование по модулю 1

Вопросы для опроса и собеседования:

1. Определите понятия электрическая цепь, электрический ток, напряжение, единицы измерения, направления.
2. Пассивные двухполюсники, направления токов и напряжений. Резистивный элемент, ВАХ, сопротивление и проводимость, мощность. Индуктивный и емкостный элементы, их характеристики, накопленная энергия.
3. Активные двухполюсники, ВАХ реального источника энергии, источник ЭДС и источник тока, схемы замещения реального источника энергии.
4. Электрическая схема и ее топологические элементы: узел, устранимый узел, ветвь, путь, контур.
5. Закон Ома для ветви с ЭДС (компонентные уравнения). Выбор условных положительных направлений токов и напряжений ветвей.
6. Сформулируйте первый закон Кирхгофа. Запишите в буквенном виде, сколько уравнений следует составлять по первому закону Кирхгофа.
7. Сформулируйте второй закон Кирхгофа. Запишите в буквенном виде, сколько уравнений следует составлять по второму закону Кирхгофа. Для второго закона Кирхгофа дайте две формулировки.
8. Выбор независимых контуров, для которых следует составлять уравнения по второму закону Кирхгофа. Почему ни в один из этих контуров не должен входить источник тока?
7. Поясните этапы построения потенциальной диаграммы.
9. Этапы расчета цепей методом законов Кирхгофа.
10. Охарактеризуйте основные этапы метода контурных токов МКТ. Число уравнений по МКТ.
11. Охарактеризуйте основные этапы метода узловых потенциалов МУП. Число уравнений по МУП.
12. Сформулируйте принцип и метод наложения.
13. Сформулируйте и докажите теорему компенсации.
14. Входные и взаимные проводимости, их определение аналитическим и опытным путем?
15. Метод двух узлов и МУП.
16. Метод преобразования схем, преобразования звезды в треугольник и треугольника в звезду.
17. Теорема взаимности.
18. Теорема об эквивалентном генераторе, условия применения и этапы расчета методом эквивалентного генератора.
19. Условие передачи максимальной мощности нагрузке. Согласованный режим цепи, его КПД и возможности использования.
20. Способы повышения КПД электрической цепи.

#### Компьютерное тестирование (ТСк)

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

**Совокупность устройств и объектов, образующих путь для электрического тока, электромагнитные процессы в которых могут быть описаны с помощью понятий об электродвижущей силе, электрическом токе и электрическом напряжении называется:**

+Электрической цепью

Ветвью электрической цепи

Узлом

Источником ЭДС

**Место соединения ветвей электрической цепи – это:**

Контур

+Узел

Независимый контур

Ветвь

**Любой замкнутый путь, образованный ветвями и узлами называется:**

Электрической ветвью

Схемой замещения

Принципиальной схемой

+Контуром

**Единицей измерения силы тока в электрической цепи является:**

Ом

Вольт

Ватт

+Ампер

**Величиной, представляющей силу тока, является:**

20 Ом

240 Вт

220 В

+5 А

**Если при неизменном напряжении ток на участке цепи увеличился в 2 раза, то сопротивление участка:**

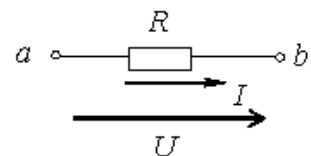
Увеличилось в 2 раза

Не изменилось

Увеличилось в 4 раза

+Уменьшилось в 2 раза

**Составленное по закону Ома выражение для данного участка цепи имеет вид**



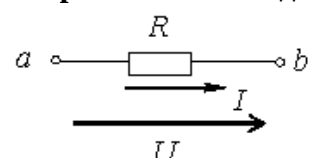
$$I = U \cdot R$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$+ I = \frac{U}{R}$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

**Если приложенное напряжение  $U = 20 \text{ В}$ , а сила тока в цепи составляет  $I = 5 \text{ А}$ , то сопротивление на данном участке имеет величину**



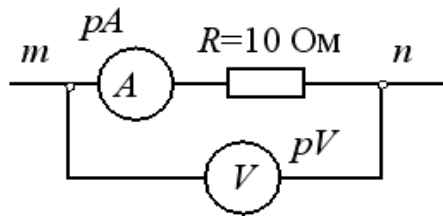
0,25 Ом

100 Ом

500 Ом

+4 Ом

Если показание амперметра  $pA$  составляет 2 А, то показание вольтметра  $pV$  при этом будет равно



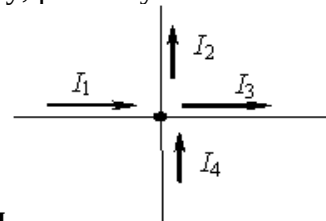
- 12 В
- 5 В
- 0,2 В
- +20 В

При неизменном сопротивлении участка цепи при увеличении тока падение напряжения на данном участке:

- Не изменится
- Уменьшится
- Будет равно нулю
- +Увеличится

**Второй закон Кирхгофа формулируется следующим образом:**

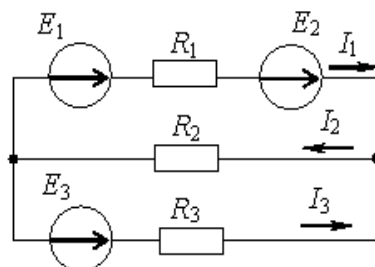
- сила тока в цепи прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению этой цепи
- арифметическая сумма напряжений вдоль контура равна нулю
- +алгебраическая сумма падений напряжений в замкнутом контуре равна алгебраической сумме ЭДС в том же контуре
- алгебраическая сумма токов в ветвях, подсоединенных к узлу, равна нулю



Уравнение по первому закону Кирхгофа будет иметь вид

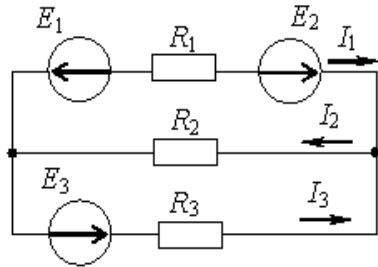
- $+I_1 - I_2 - I_3 + I_4 = 0$
- $-I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$
- $I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$
- $-I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$

Если токи в ветвях составляют  $I_1=2$  А, а  $I_2=5$  А, то ток  $I_3$  будет равен



- 7 А
- 10 А
- +3 А
- 2,5 А

Для одного из контуров справедливо уравнение по второму закону Кирхгофа



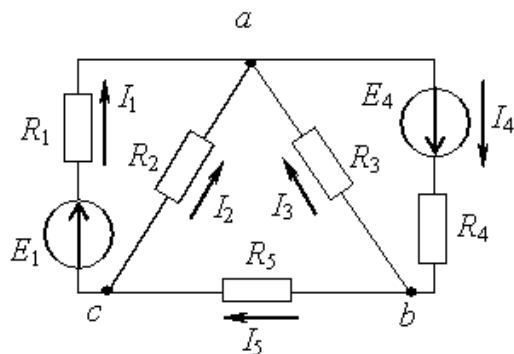
$$+I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 = E$$

$$I_2 \cdot R_2 - I_3 \cdot R_3 = E$$

$$I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 = E_1 + E_2 + E_3$$

$$I_1 \cdot R_1 - I_3 \cdot R_3 = E_1 + E_2 + E_3$$

Для контура, содержащего ветви  $R_2, R_3, R_5$ , уравнение по второму закону Кирхгофа будет иметь вид



$$I_2 + I_3 + I_5 = 0$$

$$I_2 - I_3 + I_5 = 0$$

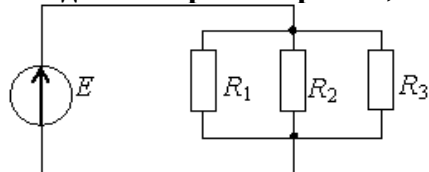
$$I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 + I_5 \cdot R_5 = 0$$

$$+I_2 \cdot R_2 - I_3 \cdot R_3 + I_5 \cdot R_5 = 0$$

Пять резисторов с сопротивлениями  $R_1 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 500 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 100 \text{ Ом}$  соединены параллельно. Ток будет:

- +наибольшим в сопротивлении  $R_2$
- наибольшим в сопротивлениях  $R_1$  и  $R_5$
- во всех сопротивлениях один и тот же
- наибольшим в сопротивлении  $R_4$

Соединение резисторов  $R_1, R_2, R_3$



последовательное

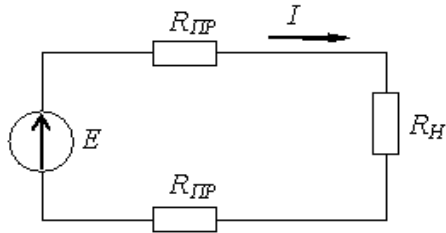
смешанное

звездой

+параллельное

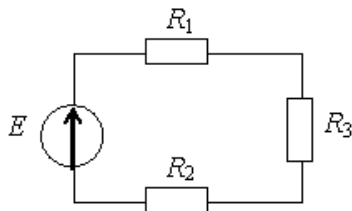


Если через нагрузку с сопротивлением  $R_H$  проходит постоянный ток 10 А, а сопротивление одного провода линии  $R_{ЛП} = 0,5$  Ом, то падение напряжения в линии составит



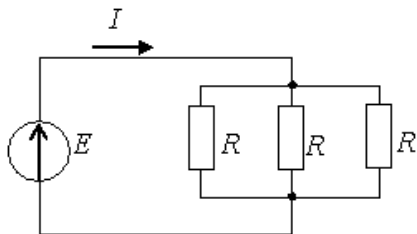
- 0,5 В
- 0,05 В
- 20 В
- +10 В

Если  $R_1 = 100$  Ом,  $R_2 = 20$  Ом,  $R_3 = 200$  Ом, то в резисторах будут наблюдаться следующие токи



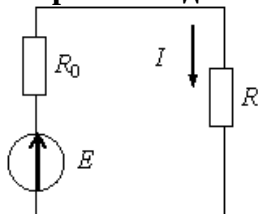
- в  $R_2 > \max$ , в  $R_1 > \min$
- +во всех один и тот же ток
- в  $R_2 > \max$ , в  $R_3 > \min$
- в  $R_1 > \max$ , в  $R_2 > \min$

Если  $R = 30$  Ом, а  $E = 20$  В, то сила тока через источник составит



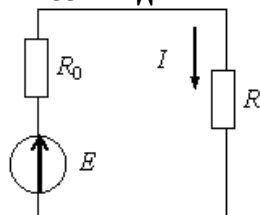
- 0,67 А
- +2 А
- 0,27 А
- 1,5 А

Выражение для мощности  $P$ , выделяющейся в нагрузке с сопротивлением  $R$ , имеет вид



- +  $P = R \cdot I^2$
- $P = E \cdot I$
- $P = R \cdot I$
- $P = R_0 \cdot I^2$

**Выражение для мощности  $P_0$ , выделяющейся во внутреннем сопротивлении источника  $R_0$ , имеет вид**



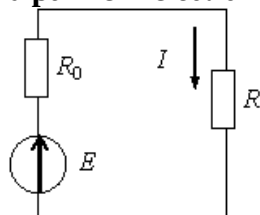
$$P = R \cdot I^2$$

$$+ P = R_0 \cdot I^2$$

$$P = E \cdot I$$

$$P = R \cdot I$$

**Уравнение баланса мощностей имеет вид**



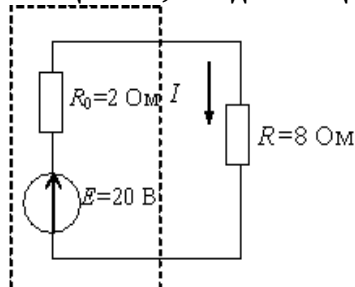
$$E \cdot I = I \cdot R - I \cdot R_0$$

$$E \cdot I = I^2 \cdot R_0 - I^2 \cdot R$$

$$E \cdot I = I^2 \cdot R - I^2 \cdot R_0$$

$$+ E \cdot I = I^2 \cdot R_0 + I^2 \cdot R$$

**Мощность, выделяющаяся во внутреннем сопротивлении источника ЭДС  $R_0$ , составит**



- 30 Вт
- 16 Вт
- 32 Вт
- +8 Вт

**Единицей измерения электрической мощности является:**

- Ампер
- Вольт
- Джоуль
- +Ватт

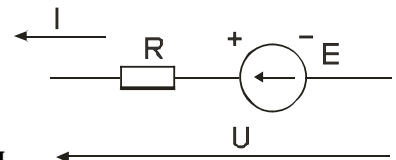
**Реальный источник постоянного напряжения имеет уравнение внешней характеристики:**

$$U = E$$

$$+ U = E - R_{\text{внут}} \cdot I$$

$$I = J - G_{\text{внут}} \cdot U$$

$$I = J$$



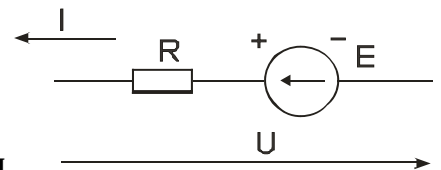
**Закон Ома для участка цепи, содержащей ЭДС, имеет вид**

$$+I = \frac{E + U}{R}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{E - U}{R}$$

$$I = \frac{E}{R}$$



**Закон Ома для участка цепи, содержащей ЭДС, имеет вид**

$$I = \frac{E + U}{R}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$+I = \frac{E - U}{R}$$

$$I = \frac{E}{R}$$

**Закон Ома для полной цепи:**

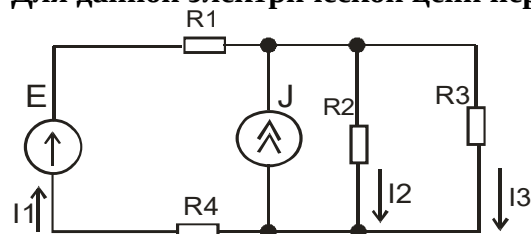
$$+I = \frac{E}{r_0 + R_H}$$

$$I = \frac{E - U}{r_0 + R_H}$$

$$I = \frac{U}{r_0 + R_H}$$

$$I = \frac{U}{R_H}$$

**Для данной электрической цепи первый закон Кирхгофа имеет вид**

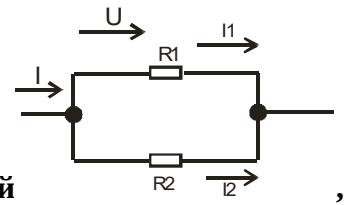


$$+I_1 + J - I_2 - I_3 = 0$$

$$-R_2 \cdot I_1 + R_3 \cdot I_3 = 0$$

$$R_1 \cdot I_1 + R_3 \cdot I_3 = E$$

$$R_2 \cdot I_1 + R_3 \cdot I_3 = 0$$



Ток  $I_1$  в цепи, состоящей из двух параллельных резисторных ветвей определяется по формуле:

$$I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

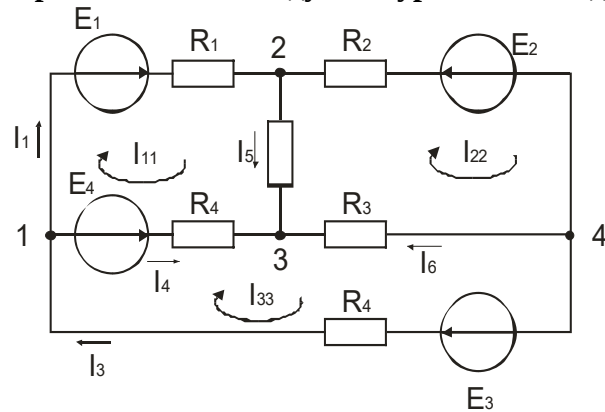
$$I_1 = I \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$+ I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Для расчета тока в одной ветви сложной цепи рекомендуется использовать:  
 принцип наложения  
 теорему взаимности (обратимости)  
 +теорему об эквивалентном генераторе  
 теорему о компенсации

Уравнение по методу контурных токов для первого контура



имеет вид:

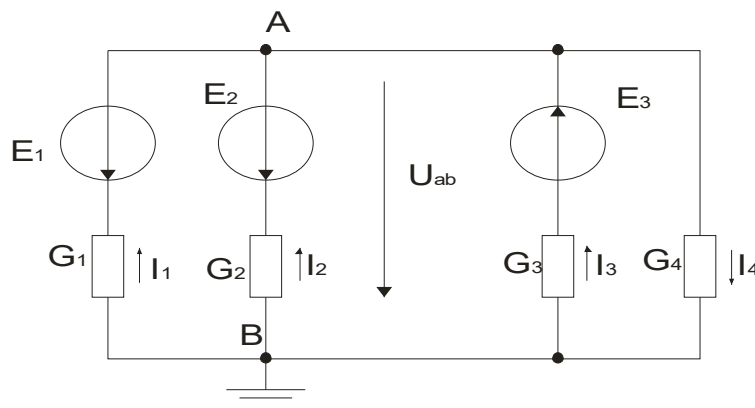
$$+ R_{11} \cdot I_{11} + R_{12} \cdot I_{22} + R_{13} \cdot I_{33} = E_{11}$$

$$R_{21} \cdot I_{11} + R_{22} \cdot I_{22} + R_{23} \cdot I_{33} = E_{22}$$

$$R_{31} \cdot I_{11} + R_{32} \cdot I_{22} + R_{33} \cdot I_{33} = E_{33}$$

$$- R_{31} \cdot I_{11} + R_{32} \cdot I_{22} + R_{33} \cdot I_{33} = E_{33}$$

Формула для определения узлового напряжения  $U_{AB}$



выглядит:

$$U_{ab} = \frac{E_1 \cdot g_1}{g_1 + g_2 + g_3}$$

$$U_{ab} = \frac{E_1 \cdot g_1}{g_4}$$

$$U_{ab} = \frac{(E_1 + E_2 + E_3) \cdot g_1}{g_4}$$

$$+U_{ab} = \frac{\sum_{j=1}^m E_j \cdot g_j}{\sum_{j=1}^m g_j}$$

**Первый закон Кирхгофа для электрических цепей постоянного тока:**

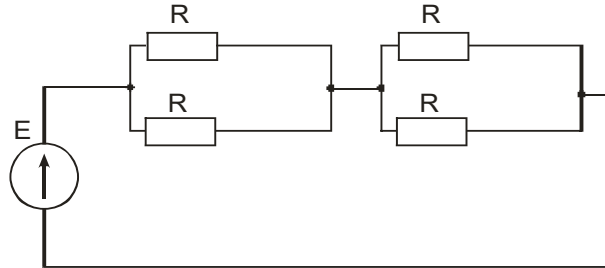
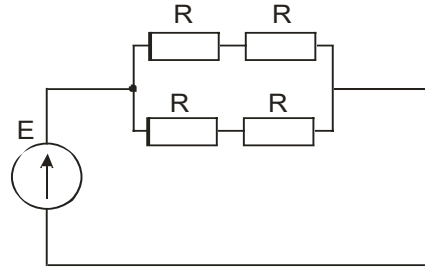
$$+\sum I_i = 0$$

$$\sum I_j \cdot R_j = \sum E_j$$

$$\sum I_n^2 \cdot R_n = \sum E_n \cdot I_n + \sum J_n \cdot U_n$$

$$\sum \varphi_i \cdot G_i = \sum E_i \cdot G_i$$

**Входные сопротивления  $R_{BX1}$  и  $R_{BX2}$  цепей при одинаковых  $R$  находятся в соотношении:**



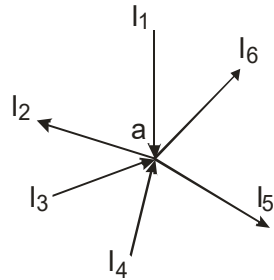
$R_{BX1}$  значительно больше  $R_{BX2}$

$R_{BX1}$  значительно меньше  $R_{BX2}$

$+R_{BX1}$  равно  $R_{BX2}$

$R_{BX1}$  незначительно больше  $R_{BX2}$

**Уравнение, записанное по первому закону Кирхгофа для узла «а», представлено:**



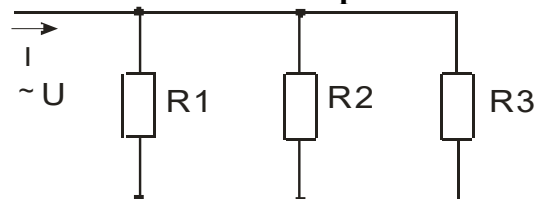
$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 - I_6 = 0$$

$$I_1 - I_2 + I_3 - I_4 + I_5 - I_6 = 0$$

$$+I_1 - I_2 + I_3 + I_4 - I_5 - I_6 = 0$$

$$I_1 + I_2 + I_4 = I_5 - I_6 = 0$$

**Эквивалентное сопротивление данной схемы определяется по формуле:**



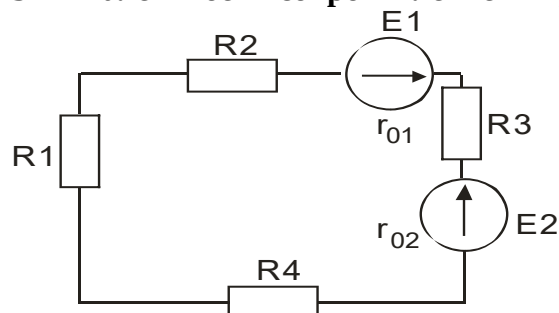
$$R_3 = R1 + R2 + R3$$

$$R_3 = \frac{(R1 \cdot R2 \cdot R3)}{(R1 + R2 + R3)}$$

$$+ \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

$$\frac{1}{R_3} = R1 + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

Эквивалентное сопротивление приведенной схемы определяется по формуле



$$+ R_3 = R1 + R2 + R3 + R4 + r_{01} + r_{02}$$

$$R_3 = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \frac{1}{R4} + \frac{1}{r_{01}} + \frac{1}{r_{02}}$$

$$R_3 = R1 + R2 + R3 + R4 - r_{01} - r_{02}$$

$$R_3 = R1 + R2 - R3 - R4 - r_{01} - r_{02}$$

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

+490 Ом

450 Ом

684 Ом

864 Ом

**Какой из проводов одинаково диаметра и длины сильнее нагревается, медный или стальной при одной и той же силе тока?**

Медный

+Стальной

Оба провода нагреваются одинаково

Никакой из проводов не нагревается

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

+Не изменится

Увеличится

Уменьшится

Для ответа недостаточно данных

**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.**

1 %

3 %

2 %

+4 %

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

Оба провода нагреваются одинаково

Сильнее нагревается провод с большим диаметром

+Сильнее нагревается провод с меньшим диаметром

Проводники не нагреваются

**В каких проводах высокая механическая прочность совмещается с хорошей электропроводностью?**

В стальных

В алюминиевых

В сталеалюминевых

+В медных

**Определить полное сопротивление цепи при параллельном соединении двух потребителей, сопротивление которых по 10 Ом?**

20 Ом

+5 Ом

10 Ом

0,2 Ом

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

КПД источников равны

+Источник с меньшим внутренним сопротивлением

Внутреннее сопротивление не влияет на КПД

Источник с большим внутренним сопротивлением

**В электрической схеме два резистивных элемента соединены последовательно. Чему равно напряжение на входе при силе тока  $I = 0,1$  А, если  $R_1 = 100$  Ом и  $R_2 = 200$  Ом?**

10 В

300 В

3 В

+30 В

**Какое из приведенных свойств не соответствует параллельному соединению ветвей?**

Общая проводимость равна сумме проводимостей всех ветвей схемы

Отношение токов обратно пропорционально отношению сопротивлений на ветвях схемы

Напряжение на всех ветвях схемы одинаковы

+Ток во всех ветвях одинаков

**Какие приборы способны измерить напряжение в электрической цепи?**

Амперметры

Ваттметры

+Вольтметры

Омметры

**Какой способ соединения источников позволяет увеличить напряжение?**

+Последовательное соединение

Параллельное соединение

Смешанное соединение

Никакой

**Какое из приведенных свойств не соответствует последовательному соединению ветвей при постоянном токе?**

Ток во всех элементах цепи одинаков

Напряжение на зажимах цепи равно сумме напряжений на всех его участках

+Напряжение на всех элементах цепи одинаково и равно по величине входному напряжению

Отношение напряжений на участках цепи равно отношению сопротивлений на этих участках цепи

**Какими приборами можно измерить силу тока в электрической цепи?**

+Амперметром

Вольтметром

Психрометром

Ваттметром

**Что называется электрическим током?**

+Упорядоченное движение заряженных частиц

Движение разряженных частиц

Количество заряда, переносимое через поперечное сечение проводника за единицу времени  
Равноускоренное движение заряженных частиц

**Расшифруйте аббревиатуру «ЭДС»**

Электронно-динамическая система

Электрическая движущая система

+Электродвижущая сила

Электронно-действующая сила

**Элементом электрической цепи являются:**

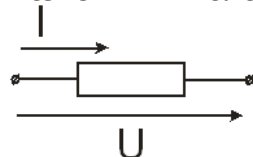
Источники электромагнитной энергии

Элементы передачи электромагнитной энергии

Приемники энергии

+Все ответы верны

**Резистивный элемент описывает**

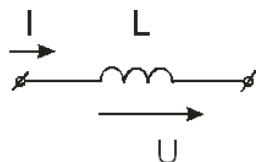


+Вольт-Амперная характеристика

Вебер-Амперная характеристика

Кулон-Вольтная характеристика

Все ответы верны



**Индуктивный элемент**

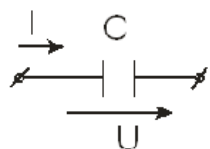
Вольт-Амперная характеристика

+Вебер-Амперная характеристика

Кулон-Вольтная характеристика

Все ответы верны

**описывает**



**Емкостный элемент**

Вольт-Амперная характеристика

Вебер-Амперная характеристика

+Кулон-Вольтная характеристика

Все ответы верны

**описывает**

**К компонентным уравнениям относятся:**

+Закон Ома

Первый закон Кирхгофа

Второй закон Кирхгофа

Все ответы верны

**К топологическим уравнениям относятся:**

Закон Ома

+Законы Кирхгофа

Все ответы неверны

Все ответы верны

**Контур независим, если:**

+Имеет ветвь, не вошедшую в другие контуры

Имеет ветвь, вошедшую в другие контуры

Оба ответа неверны

Оба ответа верны

**Число уравнений, составленных по первому закону Кирхгофа равно:**



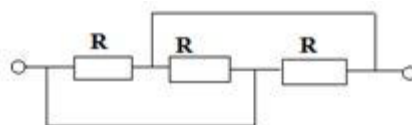
- +Число узлов ( $U$ ) без одного ( $U-1$ )
- Число узлов ( $U$ )
- Число ветвей ( $B$ ) без одной ( $B-1$ )
- Число ветвей ( $B$ )

**Принцип суперпозиции – это:**

- +Метод наложения
- Метод контурных токов
- Метод узловых потенциалов
- Метод эквивалентного генератора

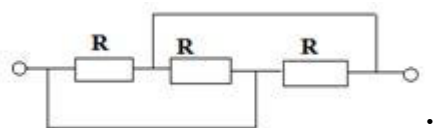
**Ламповый реостат состоит из пяти электрических лампочек сопротивлением  $r=350$  Ом, включенных параллельно. Найти сопротивление реостата.**

- +70 Ом
- 50 Ом
- 35 Ом
- 175 Ом



**Определить сопротивление цепи**

- + $R/3$  Ом
- $3R$  Ом
- $R$  Ом
- Нет решения



**Соединение**

- +Параллельное
- Последовательное
- Звезда
- Треугольник

**Число уравнений, составленных по законам Кирхгофа равно:**

- Число узлов ( $U$ ) без одного ( $U-1$ )
- Число узлов ( $U$ )
- Число ветвей ( $B$ ) без одной ( $B-1$ )
- +Число ветвей ( $B$ )

Таблица 1.2 – Критерии оценки сформированности компетенций

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)  | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)   |
|---|--|
|   | на базовом уровне  |
|   | соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла  |
| ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент показывает хорошие знание и понимание тем модуля, разбирается в понятиях «электрическая цепь», «электрический ток», «напряжение», в топологических элементах цепи, знает законы Ома и Кирхгофа, знает методы решения задач; способен самостоятельно осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |

## Модуль 2. Лине́йные электрические цепи синусоидального тока

### Опрос и собеседование по модулю 2

Вопросы для опроса и собеседования:

1. Величины, характеризующие синусоидально изменяющуюся функцию. Определение амплитуды, периода, частоты, фазы, начальной фазы.
2. Среднее и действующее значения синусоидальной величины.
3. Синусоидальный ток, его комплексное изображение, комплексное действующее значения тока и напряжения. Векторные диаграммы.
4. Синусоидальный ток в резистивном элементе, закон Ома, векторная диаграмма, мгновенная и активная мощность.
5. Синусоидальный ток в индуктивности, закон Ома, векторная диаграмма, мгновенная и реактивная мощность.
6. Синусоидальный ток в емкости, закон Ома, векторная диаграмма, мгновенная и реактивная мощность.
7. Синусоидальный ток в  $RL$ -цепи закон Ома, комплексное сопротивление, векторная диаграмма, мгновенная, активная и реактивная мощности.
8. Синусоидальный ток в параллельной  $RC$ -цепи, закон Ома, комплексная проводимость, векторная диаграмма, мгновенная, активная и реактивная мощности.
9. Синусоидальный ток в цепи  $R L C$ , закон Ома в комплексной форме, комплексное сопротивление, векторная диаграмма, мгновенная, активная и реактивная мощности.
10. Синусоидальный ток в цепи с параллельным соединением  $R, L, C$ , комплексная проводимость, векторная диаграмма.
11. Две схемы замещения пассивного двухполюсника в цепях синусоидального тока, комплексное сопротивление и комплексная проводимость, алгебраическая и показательная форма их записи.
12. Комплексный метод расчета цепей синусоидального тока. На каком основании все методы расчета цепей постоянного тока применимы к цепям синусоидального тока?
13. Дайте определение векторной и топографической диаграммам. Как определить напряжение между двумя точками схемы по топографической диаграмме?
14. Физическая интерпретация активной, реактивной и полной мощности:  $P, Q, S$ . Единицы их измерения.
15. Выразите комплексную мощность  $\tilde{S}$  через комплексы напряжения и тока. Сформулируйте теорему о балансе активных и реактивных мощностей.
16. Условие и особенности режима резонанса напряжений двухполюсника.
17. Частотные характеристики последовательного контура, добротность, полоса пропускания.
18. Условие и особенности режима резонанса токов. Частотные характеристики параллельного контура.
19. Коэффициент мощности и пути его повышения.
20. Какой должна быть взята нагрузка, присоединяемая к активному двухполюснику, чтобы в ней выделялась максимальная мощность?
21. Индуктивно связанные элементы цепи, взаимная индукция, само- и взаимная индуктивности, единицы их измерения, одноименные зажимы, направления напряжений взаимной индукции и токов их индуцирующих.
22. Последовательное соединение индуктивно связанных элементов цепи, согласное и встречное соединение, сопротивления, векторные диаграммы.
23. Параллельное соединение индуктивно связанных элементов цепи.
24. Расчет цепей при наличии индуктивных связей.
25. Развязка индуктивных связей. Целью ее осуществления.
26. Мощность, переносимая магнитным путем из одной ветви в другую, с ней магнитно-связанную.
27. Воздушный трансформатор, вносимое сопротивление, смысл вносимого сопротивления в трансформаторе.

28. Эквивалентная схема трансформатора.
29. Определение идеального трансформатора.
30. Входное сопротивление идеального трансформатора, если сопротивление нагрузки  $\underline{Z}_H$ .

### Компьютерное тестирование (ТСк)

Выберите один правильный вариант и нажмите кнопку «Далее»

**Угловая частота  $\omega$  определяется в соответствии с выражением:**

$$\omega = 2 \cdot f \cdot T$$

$$\omega = \frac{1}{T}$$

$$+ \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot T$$

**Мгновенное значение однофазного синусоидального тока  $i(t)$  записывается:**

$$+ i(t) = I_m \sin(\omega \cdot t + \psi_i)$$

$$i(t) = I_m s(\omega \cdot t + \psi_i)$$

$$i(t) = U_m(t + \psi_i)$$

$$i(t) = U_m \sin(t + \psi_i)$$

**Угол сдвига фаз  $\varphi$  между напряжением  $u(t) = U_m \sin(\omega \cdot t + \psi_u)$  и током  $i(t) = I_m \sin(\omega \cdot t + \psi_i)$  определяется как:**

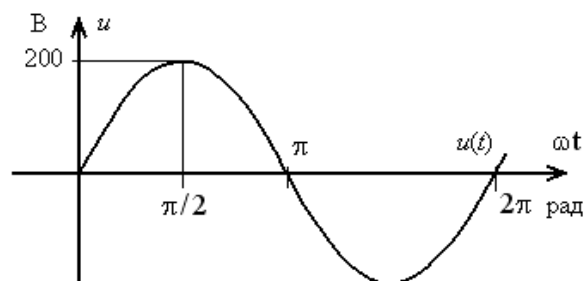
$$\varphi = -\psi_u - \psi_i$$

$$\varphi = \psi_i - \psi_u$$

$$+ \varphi = \psi_u - \psi_i$$

$$\varphi = \psi_u + \psi_i$$

**Амплитуда синусоидального напряжения  $u(t)$ , заданного графически, составляет**



282 В

2 В

141 В

+200 В

**Действующее значение синусоидального электрического тока  $i(t) = I_m \sin(\omega \cdot t + \psi_i)$  определяется как:**

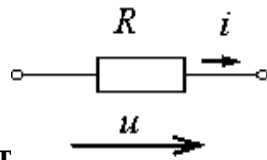
$$I_m \cdot \sin(\psi_i)$$

$$\frac{I_m}{\sin(\psi_i)}$$

$$+ \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$\sqrt{2} \cdot I_m$$

Мгновенное значение тока  $i(t)$  при напряжении  $u(t) = 100 \cdot \sin(314 \cdot t)$  В и величине R, равной



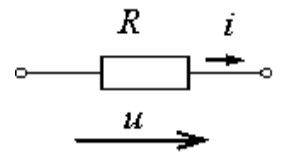
50 Ом, составит

$$0.5 \cdot \sin(314) \text{ A}$$

$$+ 2 \cdot \sin(314 \cdot t) \text{ A}$$

$$150 \cdot \sin(314 \cdot t + \frac{\pi}{2}) \text{ A}$$

$$5000 \cdot \sin(314 \cdot t + \frac{\pi}{2}) \text{ A}$$



Начальная фаза тока  $i(t)$  при напряжении  $u(t) = 100 \cdot \sin(314 \cdot t + \frac{\pi}{4})$  В

составит

$$-\frac{\pi}{4} \text{ рад}$$

$$0 \text{ рад}$$

$$+\frac{\pi}{4} \text{ рад}$$

$$\frac{3\pi}{4} \text{ рад}$$

Индуктивное сопротивление  $X_L$  равно:

$$\frac{1}{\omega \cdot L}$$

$$\omega \cdot C$$

$$\frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$+ \omega \cdot L$$

Емкостное сопротивление  $X_C$  равно:

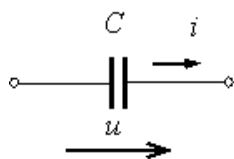
$$\omega \cdot C$$

$$+ \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$\omega \cdot L$$

$$\frac{1}{\omega \cdot L}$$

Емкостное сопротивление  $X_C$  при величине  $C = 100$  мкФ и угловой частоте  $\omega = 314$  рад/с



равно

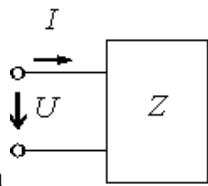
$$31400 \text{ Ом}$$

$$+ 32 \text{ Ом}$$

$$314 \text{ Ом}$$

$$100 \text{ Ом}$$

Комплексное сопротивление  $Z$  при комплексных напряжении  $\underline{U}$  и токе  $\underline{I}$  на входе



пассивного двухполюсника равно

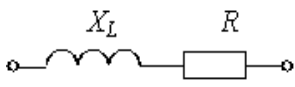
$$+ \frac{\underline{U}}{\underline{I}}$$

$$\frac{\underline{I}}{\underline{U}}$$

$$\underline{U} \cdot \underline{I}$$

$$\underline{U} - \underline{I}$$

Угол сдвига фаз  $\varphi$  между напряжением током на входе приведенной цепи синусоидального

тока  равен

$$\arctg\left(\frac{L}{R}\right)$$

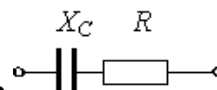
$$\frac{R}{\omega \cdot L}$$

$$\frac{\omega \cdot L}{R}$$

$$+ \arctg\left(\frac{\omega \cdot L}{R}\right)$$

$$+ \arctg\left(\frac{\omega \cdot L}{R}\right)$$

Комплексное сопротивление приведенной цепи  $Z$  равно



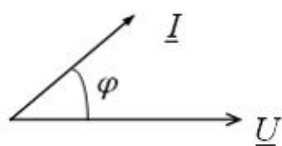
$$+ R - \frac{j}{(\omega \cdot C)}$$

$$R + C$$

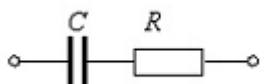
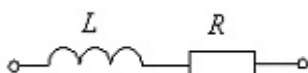
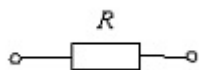
$$R + j \cdot \omega \cdot C$$

$$R - (j \cdot \omega \cdot C)$$

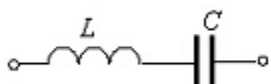
Векторной диаграмме

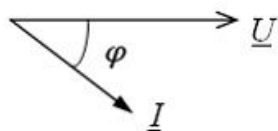


соответствует схема



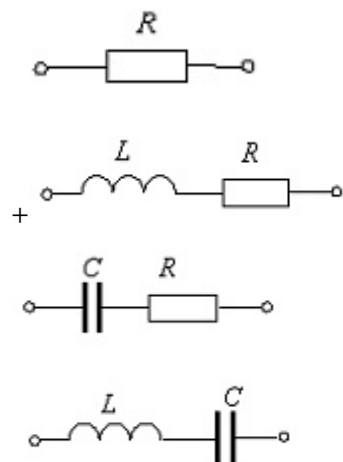
+



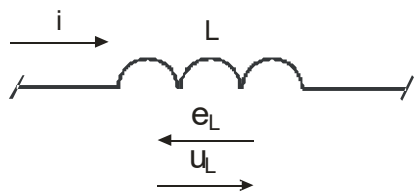


Векторной диаграмме

соответствует схема



Для катушки индуктивности, включенной в цепь переменного тока



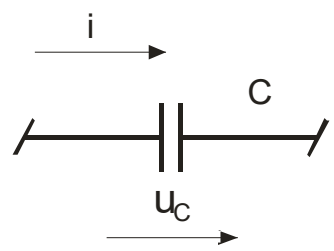
, справедливо отношение

$$u_L = L \cdot \int iLdt$$

$$+u_L = L \frac{diL}{dt}$$

$$u_L = Li_L$$

$$u_L = L \frac{diL}{dt} + L \int iLdt$$



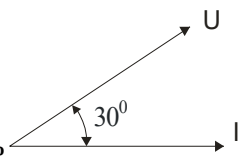
Для конденсатора, включенного в цепь переменного тока справедливо отношение:

$$+u_c = \frac{1}{C} \int i_c dt$$

$$u_c = C \frac{diC}{dt}$$

$$u_c = Ci_c$$

$$u_c = C \frac{di_c}{dt} + \frac{1}{C} \int i_c dt$$



Если напряжение опережает ток на  $30^\circ$ , то характер нагрузки:

- +активно-индуктивный
- активно-емкостной
- индуктивный
- емкостной

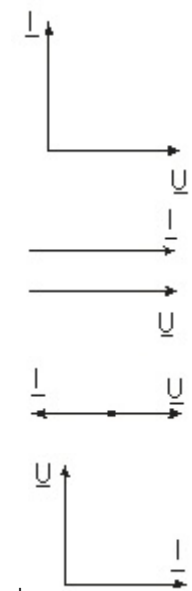
**В ветви, содержащей чисто индуктивный элемент  $L$ :**

- ток отстает от напряжения по фазе на угол  $\varphi$
- ток опережает напряжения по фазе на угол  $\varphi$
- напряжение отстает от тока по фазе на угол  $\pi/2$
- +ток отстает от напряжения по фазе на угол  $\pi/2$

**В ветви, содержащей чисто емкостный элемент  $C$ :**

- ток отстает от напряжения по фазе на угол  $\varphi$
- ток опережает напряжения по фазе на угол  $\varphi$
- +напряжение отстает от тока по фазе на угол  $\pi/2$
- ток отстает от напряжения по фазе на угол  $\pi/2$

**Включению индуктивной катушки в цепь синусоидального тока соответствует векторная диаграмма:**



**Активная составляющая комплексной проводимости по комплексному сопротивлению ветви определяется по формуле:**

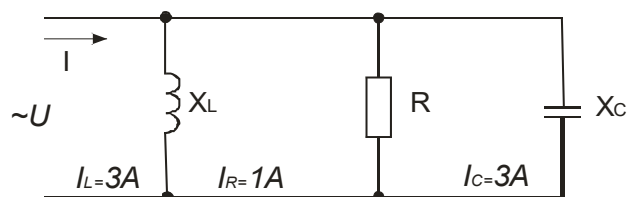
$$g = \frac{R}{Z^2}$$

$$b = \frac{X}{Z^2}$$

$$Z = R + jX_L - jX_C$$

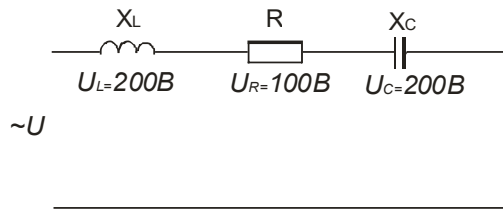
$$Y = g - jb$$

Общий ток в данной цепи



равен:

- 0 A
- +1 A
- 2 A
- 3 A



Общее напряжение в данной цепи

равно:

- 0 B
- +100 B
- 200 B
- 300 B

Полное сопротивление участка цепи, содержащей резистор, индуктивность и емкость, определяют по формуле:

$$Z = R + X_L + X_C$$

$$Z = R + X_L - X_C$$

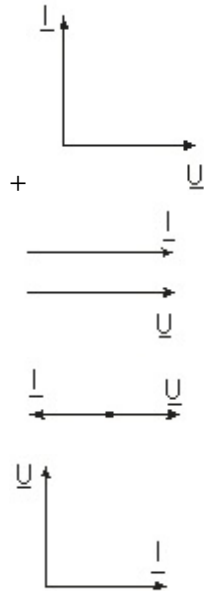
$$Z = R - X_L - X_C$$

$$+Z = R + j(X_L - X_C)$$

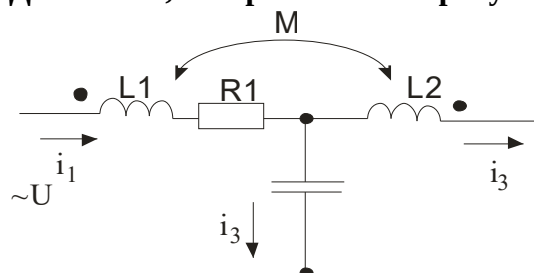
Резонанс токов в электрической цепи возникает:

- в контуре с параллельным соединением индуктивной катушки и конденсатора
- в контуре с последовательным соединением индуктивной катушки и конденсатора
- при равенстве нулю полного входного реактивного сопротивления контура
- +при равенстве нулю полной входной реактивной проводимости контура

Включению емкости в цепь синусоидального тока соответствует векторная диаграмма:



Для схемы, изображенной на рисунке, справедливо уравнение:





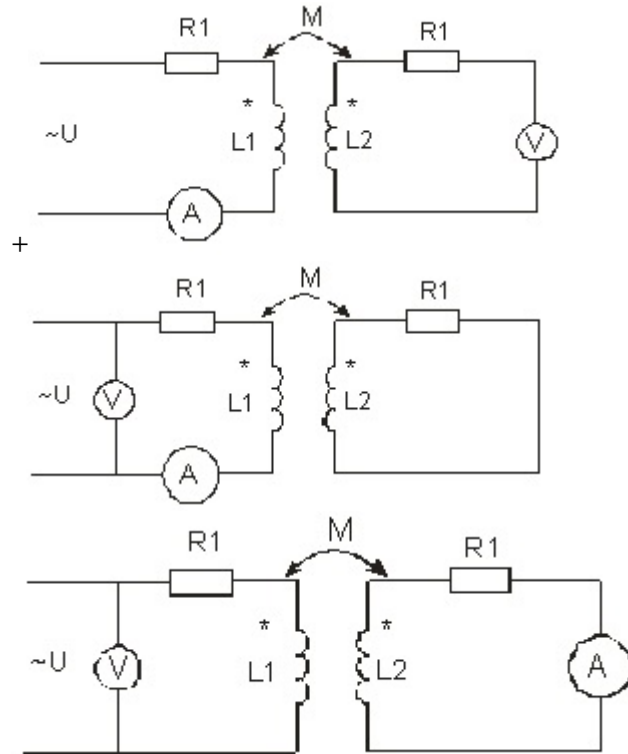
$$+u = i_1 \cdot R_1 + L_1 \cdot \frac{di_1}{dt} + \frac{1}{c} \cdot \int i_2 dt - M \frac{di_3}{dt}$$

$$u = i_1 \cdot R_1 + L_1 \cdot \frac{di_1}{dt} + \frac{1}{c} \cdot \int i_2 dt + M \frac{di_3}{dt}$$

$$u = i_1 \cdot R_1 + L_1 \cdot \frac{di_1}{dt} + \frac{1}{c} \cdot \int i_2 dt + M \frac{di_2}{dt}$$

$$u = i_1 \cdot R_1 + L_1 \cdot \frac{di_2}{dt} + \frac{1}{c} \cdot \int i_2 dt - M \frac{di_2}{dt}$$

При определении взаимной индуктивности М методом амперметра-вольтметра измерения выполняют по схеме:



Заданы ток и напряжение:  $i = I_m \cdot \sin(\omega \cdot t)$ ,  $u = U_m \cdot \sin(\omega \cdot t + 30^\circ)$ . Определите угол сдвига фаз

0°

+30°

60°

90°

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

+I= 1 A; U=220 B

I= 0,7 A; U=156 B

I= 0,7 A; U=220 B

I= 1 A; U=156 B

Амплитуда синусоидального напряжения 100 В, начальная фаза = - 60°, частота 50 Гц. Запишите уравнение мгновенного значения этого напряжения.

$u = 100 \cdot \cos(-60 \cdot t)$

$u = 100 \cdot \sin(60 \cdot t - 60^\circ)$

$+u = 100 \cdot \sin(314 \cdot t - 60^\circ)$

$u = 100 \cdot \cos(314 \cdot t + 60^\circ)$

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

$$\cos \varphi = 0.6$$

$$\cos \varphi = 0.3$$

$$\cos \varphi = 0.1$$

$$+ \cos \varphi = 0.7$$

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

При пониженном

+При повышенном

Безразлично

Значение напряжения утверждено ГОСТом

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

400 с

1,4 с

+0.0025 с

40 с

**Обычно векторные диаграммы строят для:**

Амплитудных значений ЭДС, напряжений и токов

+Действующих значений ЭДС, напряжений и токов

Мгновенных значений ЭДС, напряжений и токов

Действующих и амплитудных значений

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

Уменьшится в два раза

Увеличится в два раза

+Не изменится

Уменьшится в четыре раза

**Мгновенное значение тока  $i = 16 \cdot \sin(157 \cdot t)$ . Определите амплитудное и действующее значение тока.**

16 А; 157 А

157 А; 16 А

11.3 А; 16 А

+16 А; 11.3 А

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

магнитного поля

электрического поля

+тепловую

магнитного и электрического полей

**Параметр переменного тока, от которого зависит индуктивное сопротивление катушки:**

Действующее значение тока

Начальная фаза тока

+Период переменного тока

Максимальное значение тока

**Конденсатор емкостью  $C$  подключен к источнику синусоидального тока. Как изменится ток в конденсаторе, если частоту синусоидального тока уменьшить в 3 раза?**

Ток в конденсаторе не зависит от частоты синусоидального тока.

+Уменьшится в 3 раза

Увеличится в 3 раза

Останется неизменной

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

Период не изменится

+Период увеличится в 3 раза

Период уменьшится в 3 раза

Период изменится в 6 раз

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

Увеличится в 3 раза

+ Уменьшится в 3 раза

Не изменится

Изменится в 6 раз

**Действующее значение периодического тока – это:**

+ Среднее квадратичное значение тока за период

Среднее значение тока за период

Среднее квадратичное значение тока за полпериода

Среднее значение тока за полпериода

**Топографической диаграммой называется:**

+ Векторная диаграмма напряжений

Векторная диаграмма токов

Оба ответа верны

Нет правильных ответов

**Комплексное сопротивление ветви – это:**

$$\underline{Z} = R + j \cdot \left( \omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C} \right)$$

$$+ X = \omega L - 1/(\omega C)$$

R

Нет правильного ответа

**Реактивное сопротивление – это:**

$$\underline{Z} = R + j \cdot \left( \omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C} \right)$$

$$+ X = \omega L - 1/(\omega C)$$

R

Нет верного ответа

**Средняя мощность за период определяет:**

+ Активную мощность

Реактивную мощность

Полную мощность

Нет верного ответа

**Активная мощность – это:**

+ Средняя мощность за период

Средняя мощность за полпериода

Средняя квадратичная мощность за полпериода

Средняя квадратичная мощность за период

**Формула для расчёта активной мощности:**

$$+ P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

$$S = UI$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

**Формула для расчёта реактивной мощности:**

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$+ Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

$$S = UI$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

**Формула для расчёта полной мощности:**

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

$$+ S = UI$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

**Коэффициент мощности – это:**

$$g = \frac{R}{Z^2}$$

$$b = \frac{X}{Z^2}$$

$$Y = g - jb$$

$$+ \cos \varphi = \frac{P}{S}$$

**При резонансе напряжений:**

Сдвиг фаз между током и напряжением отсутствует  $\varphi = 0$

Реактивное сопротивление равно нулю,  $X_L - X_C = 0$

Входное сопротивление равно активному  $Z = r$

+ Все ответы верны

**Резонанс напряжений в электрической цепи возникает:**

в контуре с параллельным соединением индуктивной катушки и конденсатора

в контуре с последовательным соединением индуктивной катушки и конденсатора

+ при равенстве нулю полного входного реактивного сопротивления контура

при равенстве нулю полной входной реактивной проводимости контура

**Как изменится показание амперметра в последовательной R, L цепи, если вместо переменного тока через цепь пропустить постоянный ток при неизменном показателе вольтметра на зажимах цепи?  $R = X_L$**

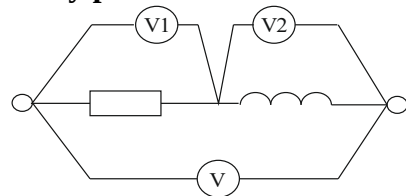
Уменьшится

+ Увеличится

Не изменится

Нет верного ответа

**Чему равно показание вольтметра V, если вольтметры V1 и V2 показывают 4 В и 3 В?**



7 В

+ 5 В

1 В

Нет верного ответа

Таблица 1.3 – Критерии оценки сформированности компетенций

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)  | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)   |
|---|--|
|   | на базовом уровне  |
|   | соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла  |
| ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент хорошо знает идеальные элементы цепей переменного тока, умеет рассчитывать комплексные сопротивления и проводимости ветвей, разбирается в резонансах напряжения и токов, умеет определять индуктивно связанные элементы цепи; способен самостоятельно осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |

### Модуль 3. Трёхфазные цепи

#### Опрос и собеседование по модулю 3

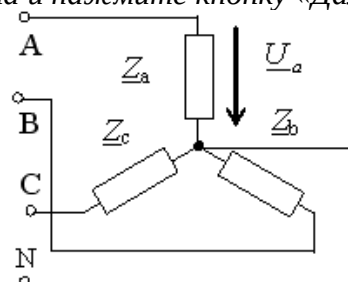
Вопросы для опроса и собеседования:

- Трёхфазные симметричные системы ЭДС прямой, обратной и нулевой последовательности.
- Соединение звездой и треугольником. Линейные и нулевой проводы, линейные и фазные напряжения и токи.
- Как вы объясните, что напряжения, которые получают от трехфазных цепей, могут быть представлены следующим рядом: 127, 220, 380, 660 В?
- Каковы функции нулевого провода в системе «звезда»-«звезда» при несимметричной нагрузке?
- При каких способах соединения генератора с нагрузкой линейный ток равняется фазному току?
- При каких способах соединения генератора с нагрузкой линейное напряжение равняется фазному току?
- Расчет симметричной цепи при соединении звезда-звезда.
- Расчет симметричной цепи при соединении треугольник-звезда.
- Расчет несимметричной цепи при соединении звезда-звезда.
- Расчет несимметричной цепи при соединении треугольник-треугольник.
- Расчет несимметричной цепи при соединении треугольник-звезда.
- Соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при соединении несимметричной нагрузки звездой.
- Соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при соединении несимметричной нагрузки треугольником.
- Соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при соединении симметричной нагрузки звездой.
- Соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при соединении симметричной нагрузки треугольником.
- Как экспериментально определить зажимы фаз А, В, С симметричной трехфазной системы напряжений?
- Активная, реактивная и полная мощности трехфазной системы?
- Почему при симметричной нагрузке расчет можно вести на одну фазу?
- Почему активную мощность трехфазной системы при наличии нулевого провода нельзя измерять с помощью схемы с двумя ваттметрами?
- Охарактеризуйте условия получения трехфазного кругового вращающегося магнитного поля.

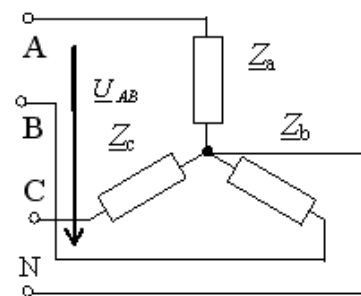
21. Выражение несимметричной трехфазной системы векторов через составляющие прямой, обратной и нулевой последовательности.
22. Свойства трехфазных цепей в отношении симметричных составляющих токов и напряжений.
23. Разложение несимметричной трехфазной системы на симметричные составляющие прямой, обратной и нулевой последовательности.
24. Почему сопротивление на фазу элементов трехфазных систем (линии передачи, трехстержневого трансформатора, асинхронного двигателя) неодинаково для различных последовательностей?
25. Сопротивления симметричной трехфазной цепи для токов различных последовательностей.
26. Расчет симметричной трехфазной цепи при несимметричной системе напряжений методом симметричных составляющих.
27. Расчет трехфазной цепи методом симметричных составляющих при продольной несимметрии.
28. Метод симметричных составляющих при поперечной несимметрии в трехфазной цепи.
29. Дополнительные уравнения к уравнениям Кирхгофа – причина их необходимости.
30. Необходимость применения теоремы о компенсации при расчете цепей методом симметричных составляющих.

### Компьютерное тестирование (ТСк)

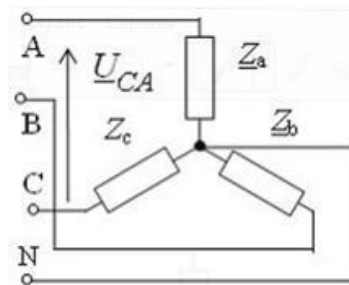
Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»



Напряжение  $\underline{U}_a$  в представленной схеме называется: называется:  
 среднеквадратичными напряжением  
 средним напряжением  
 +фазным напряжением  
 линейным напряжением

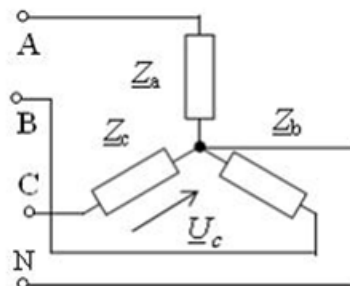


Напряжение  $\underline{U}_{AB}$  в представленной схеме называется: называется:  
 +линейным напряжением  
 среднеквадратичными напряжением  
 фазным напряжением  
 средним напряжением



Напряжение  $\underline{U}_{CA}$  в представленной схеме называется:  
 среднеквадратичным напряжением  
 средним напряжением  
 +линейным напряжением  
 фазным напряжением

называется:



Напряжение  $\underline{U}_c$  в представленной схеме называется:  
 линейным напряжением  
 среднеквадратичным напряжением  
 средним напряжением  
 +фазным напряжением

называется:

**Трехфазная нагрузка называется симметричной, если:**

$$Z_a = Z_b = Z_c \text{ и } \varphi_a \neq \varphi_b \neq \varphi_c$$

$$\underline{Z}_a \neq \underline{Z}_b \neq \underline{Z}_c$$

$$+ \underline{Z}_a = \underline{Z}_b = \underline{Z}_c$$

$$\underline{Z}_a \neq \underline{Z}_b \neq \underline{Z}_c \text{ и } \varphi_a = \varphi_b = \varphi_c$$

**В трехфазную цепь электрического тока по схеме «звезда-звезда» вводится четвертый провод для:**

- согласования фаз генератора с соответствующими фазами нагрузки
- +выравнивания фазных напряжений при несимметричной нагрузке
- выравнивания фазных напряжений при симметричной нагрузке
- подключения предохранителя

**Соотношения для токов и напряжений трехфазной симметричной нагрузки, соединенной в звезду, имеют вид:**

$$+ I_l = I_\phi; U_l = \sqrt{3} \cdot U_\phi$$

$$I_l = \sqrt{3} \cdot I_\phi; U_l = U_\phi$$

$$U = I \cdot (-j \cdot X_C)$$

$$U = I \cdot j \cdot X_L$$

**Для токов и напряжений трехфазной симметричной нагрузки, соединенной в треугольник, справедливы соотношения:**

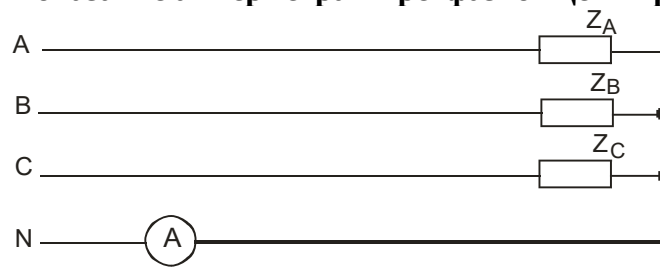
$$I_l = I_\phi; U_l = \sqrt{3} \cdot U_\phi$$

$$+ I_l = \sqrt{3} \cdot I_\phi; U_l = U_\phi$$

$$U = I \cdot (-j \cdot X_C)$$

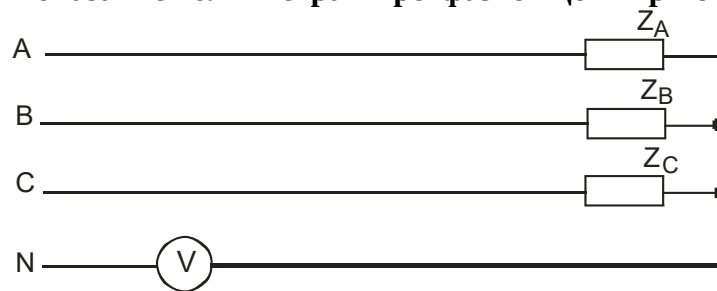
$$U = I \cdot j \cdot X_L$$

**Показание амперметра в трехфазной цепи при симметричной нагрузке должно быть равно:**



- 3 A
- +0 A
- 32 A
- 41 A

**Показание вольтметра в трехфазной цепи при симметричной нагрузке должно быть равно:**



- 300 В
- +0 В
- 220 В
- 110 В

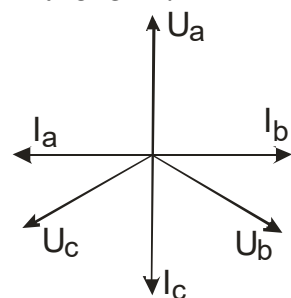
**Соотношение между линейными токами симметричного приемника, соединенного в звезду и треугольник при питании от одного и того же симметричного источника, равно:**

$$I_{\Delta} = I_{\text{Л}} \\ + I_{\Delta} = 3 \cdot I_{\text{Л}} \\ I_{\Delta} = \sqrt{3} \cdot I_{\text{Л}} \\ I_{\Delta} = \frac{1}{2} \cdot I_{\text{Л}}$$

**Соотношение между активными мощностями одинаковых симметричных приемников, соединенных в звезду и треугольник при питании от одного и того же симметричного источника, составит:**

$$P_{\Delta} = P_{\text{Л}} \\ + P_{\Delta} = 3 \cdot P_{\text{Л}} \\ P_{\Delta} = \sqrt{3} \cdot P_{\text{Л}} \\ P_{\Delta} = \frac{1}{2} \cdot P_{\text{Л}}$$

**Из векторной диаграммы следует, что в фазу С трехфазной четырехпроводной цепи включены:**



резисторы R



+резисторы R и конденсаторы C  
 резисторы R и катушки индуктивности L  
 конденсаторы C

**Симметричной трехфазной системой ЭДС (напряжений, токов) называется такая система, которую можно записать в виде:**

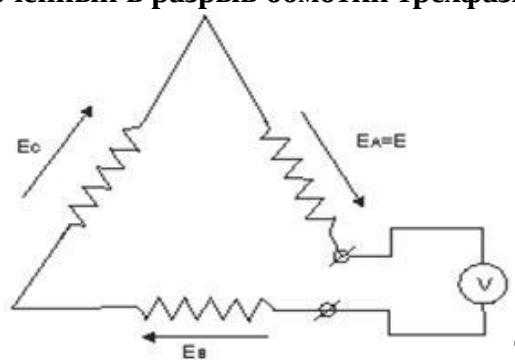
$$u_1 = 10 \cdot \sin(50 \cdot t); u_2 = 10 \cdot \sin(100 \cdot t - \frac{2 \cdot \pi}{3}); u_3 = 10 \cdot \sin(150 \cdot t - \frac{2 \cdot \pi}{3})$$

$$+ u_1 = 10 \cdot \sin(314 \cdot t); u_2 = 20 \cdot \sin(314 \cdot t - 120^\circ); u_3 = 30 \cdot \sin(314 \cdot t - 240^\circ)$$

$$i_1 = I e^{-j \frac{2 \cdot \pi}{3}}; i_2 = I e^{j \frac{2 \cdot \pi}{3}}; i_3 = I$$

$$E_1 = E; E_2 = E e^{-j 90^\circ}; E_3 = E e^{j 90^\circ}$$

**Что покажет вольтметр, включенный в разрыв обмотки трехфазного генератора,**



**соединенного треугольником**

**В фазах генерируется симметричная система синусоидальных ЭДС**

$$U = 3 \cdot E$$

$$U = \sqrt{3} \cdot E$$

$$U = 3 \cdot \sqrt{2} \cdot E$$

$$+ U = 0$$

**Трехфазный приемник симметричен, если его сопротивления, выраженные в Омах, равны:**

$$Z_1 = 5; Z_2 = 3 + j \cdot 4; Z_3 = 3 - j \cdot 4$$

$$Z_1 = 5; Z_2 = 3 e^{-j \frac{2 \cdot \pi}{3}}; Z_3 = 3 e^{j \frac{2 \cdot \pi}{3}}$$

$$Z_1 = 5; Z_2 = -j \cdot 5; Z_3 = j \cdot 5$$

$$+ Z_1 = 5 - j \cdot 2; Z_2 = 5 - j \cdot 2; Z_3 = 5 - j \cdot 2$$

**Линейное напряжение в многофазной цепи это:**

Разность потенциалов точек в начале и конце провода линии

+Напряжение между двумя линейными проводами

Произведение тока в линии на полное сопротивление фазы нагрузки

Напряжение между началом и концом фазы нагрузки

**Численное соотношение между фазными и линейными напряжениями при соединении симметричного приемника звездой:**

$$U_{\text{л}} = \sqrt{2} \cdot U_{\text{ф}}$$

$$U_{\text{л}} = \sqrt{6} \cdot U_{\text{ф}}$$

$$+ U_{\text{л}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{ф}}$$

$$U_{\text{л}} = U_{\text{ф}}$$

**При соединении несимметричной нагрузки треугольником комплекс фазного тока равен:**

$$I_{\text{ф}} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\text{ф}}}$$

$$I_{\text{ф}} = I_{\text{л}}$$

$$+I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi}}$$

$$I_{\phi} = \frac{I_{\phi}}{\sqrt{3}}$$

Действующее значение тока в нулевом проводе при симметричной нагрузке равно ( $I_{\phi}$  – ток в линейном проводе, система линейных напряжений синусоидальна и симметрична):

$$I_0 = 3 \cdot I_{\phi}$$

$$I_0 = I_{\phi}$$

$$I_0 = \sqrt{3} \cdot I_{\phi}$$

$$+I_0 = 0$$

Симметричный трехфазный потребитель, соединенный в треугольник, подключен к трехфазной сети напряжением 220 В. Определить линейный ток, если сопротивление фазы потребителя равно 11 Ом.

$$20 \text{ A}$$

$$+34.6 \text{ A}$$

$$11.56 \text{ A}$$

$$0 \text{ A}$$

Симметричный трехфазный потребитель, соединенный в звезду, питается от трехфазной сети с линейным напряжением  $U$  вольт. Определить линейный ток, если сопротивление фазы потребителя равно  $z$  Ом

$$I = \frac{U}{z}$$

$$I = \frac{\sqrt{3} \cdot U}{z}$$

$$+I = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot z}$$

$$I = 0$$

Симметричный трехфазный потребитель, соединенный в звезду, подключен к четырехпроводной трехфазной сети с линейным напряжением 380 В. Определить ток нулевого провода, если сопротивление фазы приемника равно 9.5 Ом

$$I_0 = 40 \text{ A}$$

$$I_0 = 120 \text{ A}$$

$$I_0 = 13.33 \text{ A}$$

$$+I_0 = 0 \text{ A}$$

Задано сопротивление  $z$  одной фазы симметричного трехфазного потребителя и его линейный ток  $I$ . Определить линейное напряжение питающей сети, если известно, что потребитель соединен в треугольник

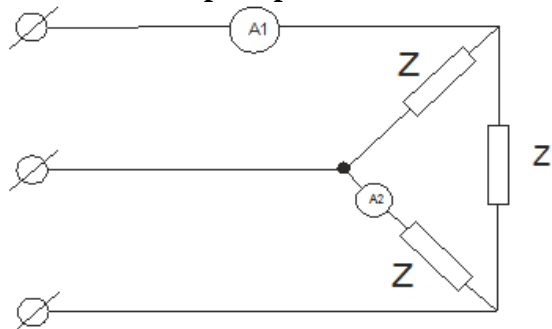
$$U = \sqrt{3} \cdot I \cdot z$$

$$+U = \frac{I \cdot z}{\sqrt{3}}$$

$$U = 3 \cdot I \cdot z$$

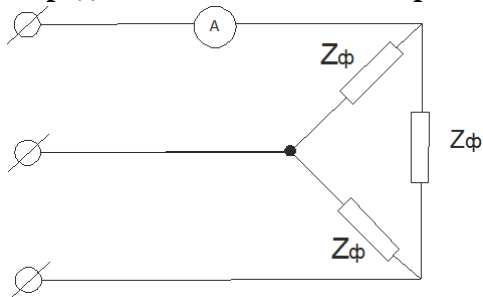
$$U = I \cdot z$$

Амперметр  $A_1$ , включенный в цепь симметричного потребителя, показывает 34,6 А. Что покажет амперметр  $A_2$



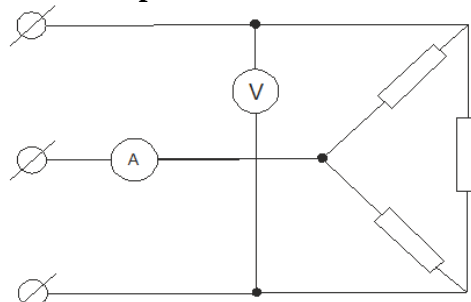
- 34.6 А
- 17.3 А
- +20 А
- 10 А

Система синусоидальных линейных напряжений, питающая цепь, симметрична. Определить показание амперметра, если известно, что  $U_{л} = 100$  В;  $Z_{\phi} = 10$  Ом



- +17.32 А
- 10 А
- 14.1 А
- 5 А

Сопротивление фазы симметрично трехфазного потребителя равно 10 Ом. Что покажет вольтметр, если амперметр показывает 17.3 А



- + $U = 100$  В
- $U = 173$  В
- $U = 300$  В
- $U = 50$  В

Во сколько раз изменится линейный ток, если симметричную нагрузку, соединенную звездой без нейтрали, пересоединить в треугольник при неизменном линейном напряжении? Нагрузка питается симметричной системой напряжений.

- Увеличится в  $\sqrt{3}$  раз
- Уменьшится в  $\sqrt{3}$  раз
- Уменьшится в три раза
- +Увеличится в три раза

Во сколько раз изменится величина активной мощности, если симметричную нагрузку, соединенную звездой без нейтрали, пересоединить в треугольник при неизменном линейном напряжении?

Увеличится в  $\sqrt{3}$  раз

Уменьшится в  $\sqrt{3}$  раз

+ Увеличится в три раза

Уменьшится в три раза

Сопротивления фаз двух чисто активных симметричных трехфазных потребителей одинаковы. Первый из них соединен в треугольник, а второй – в звезду, причем оба потребителя подключены к общей сети. Определить отношение линейного тока первого потребителя к линейному току второго.

$$+ \frac{I_1}{I_2} = 3$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \sqrt{3}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = 2 \cdot \sqrt{3}$$

Симметричный трехфазный потребитель, соединенный в треугольник, имеет сопротивление фазы  $z_1 = 15$  Ом. Другой симметричный потребитель соединен в звезду и подключен к той же сети. Каково сопротивление фазы  $z_2$  второго потребителя, если известно, что линейные токи обоих потребителей одинаковы.

$$z_2 = 15 \text{ Ом}$$

$$z_2 = 15 \cdot \sqrt{3} \text{ Ом}$$

$$z_2 = 45 \text{ Ом}$$

$$+ z_2 = 5 \text{ Ом}$$

Симметричный трехфазный потребитель, соединенный в звезду, имеет сопротивление фазы  $z_2 = 9$  Ом. Другой симметричный потребитель соединен треугольником и подключен к той же сети. Каково сопротивление фазы  $z_1$  второго потребителя, если известно, что линейные токи обоих потребителей одинаковы.

$$z_1 = 9 \text{ Ом}$$

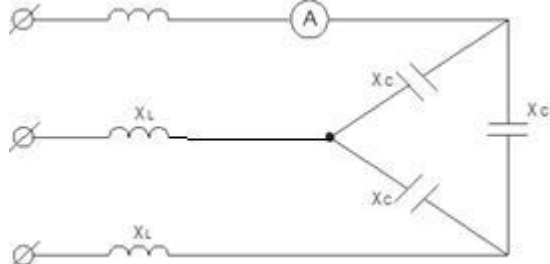
$$z_1 = 15.6 \text{ Ом}$$

$$+ z_1 = 27 \text{ Ом}$$

$$z_1 = 3 \text{ Ом}$$

К трехфазной цепи, изображенной на рисунке, приложена симметричная система

линейных напряжений  $U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = 220 \text{ В}$ ,  $X_L = 10$  Ом,  $X_C = 60$  Ом. Определить показание амперметра



$$22 \text{ А}$$

$$11 \text{ А}$$

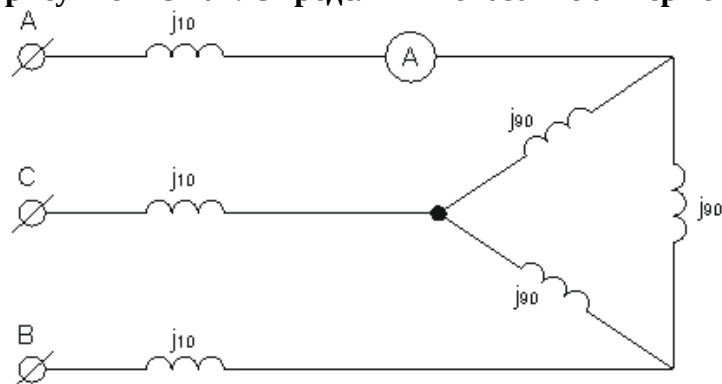
4.23 А

+Другой ответ

**К трехфазной цепи приложена симметричная система линейных напряжений**

$U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = 380V$  Активными сопротивлениями проводов можно пренебречь.

**Величина идеальных индуктивных сопротивлений, включенных в цепь, указана на рисунке в Омах. Определить показание амперметра**



9.5 А

4.75 А

2 А

+5.5 А

**Суммарная мгновенная мощность трехфазного приемника при симметричном режиме:**

Зависит от времени и изменяется по косинусоидальному закону с частотой, вдвое большей частоты тока

Не зависит от времени и равна полной мощности приемника

+Не зависит от времени и равна активной мощности

Не зависит от времени и равна реактивной мощности приемника

**Полная мощность симметричного трехфазного приемника независимо от способа его соединения равна:**

$$-S = 3 \cdot U_L \cdot I_L$$

$$+S = 3 \cdot U_\phi \cdot I_\phi$$

$$S = U_\phi \cdot I_\phi$$

$$S = U_L \cdot I_L$$

**Определить коэффициент мощности симметричного потребителя, соединенного звездой, если известно его фазное напряжение  $U_\phi = 380V$ , линейный ток  $I_1 = 10A$  и потребляемая мощность  $P = 9.12кВт$ .**

$$+ \cos \varphi = 0.8$$

$$\cos \varphi = 0.6$$

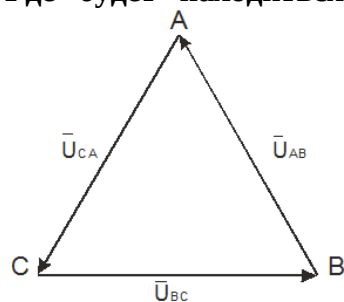
$$\cos \varphi = 0.722$$

Задачу решить нельзя

**Режим трехфазной четырехпроводной (с нулевым проводом) цепи симметричен.**

**Сопротивлением проводов и внутренними сопротивлениями генератора можно пренебречь.**

**Где будет находиться нейтральная точка на топографической векторной диаграмме**



**в случае обрыва фазы А?**

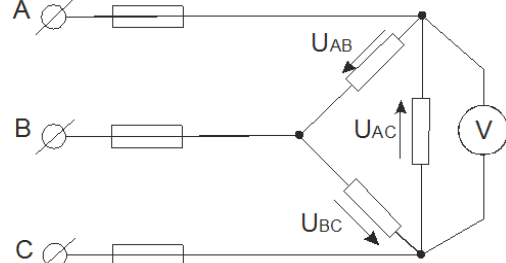
+В центре тяжести треугольника линейных напряжений

В точке С

В середине отрезка ВС

В точке В

**Трехфазная сеть, питающая симметричный потребитель, имеет линейное напряжение  $U$ . Что покажет вольтметр, подключенный к фазе АС, после перегорания предохранителя в проводе С?**



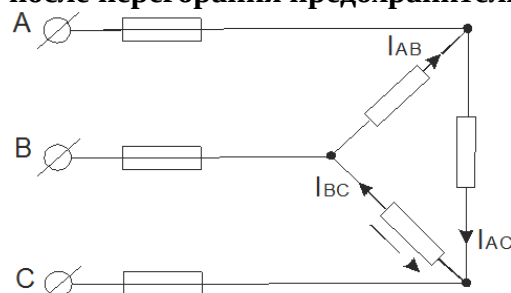
$$U_{AC} = U$$

$$U_{AC} = \frac{U}{3}$$

$$U_{AC} = 2 \cdot U$$

$$+U_{AC} = \frac{U}{2}$$

**Фазные токи симметричного трехфазного потребителя равны 15 А. Каким станет ток  $I_{AC}$  после перегорания предохранителя в проводе А**



$$I_{AC} = 0$$

$$I_{AC} = 5A$$

$$+I_{AC} = 7.5A$$

$$I_{AC} = 15A$$

**Трехфазная цепь работала в симметричном режиме. Нагрузка соединена звездой без нулевого провода. После обрыва фазы А напряжения  $U_B$  и  $U_C$  :**

+Будут равны половине линейного напряжения

Будут равны линейному напряжению

Останутся неизменными

Уменьшатся в  $\sqrt{3}$  раз

**Трехфазная цепь работала в симметричном режиме. Нагрузка соединена звездой без нулевого провода. После короткого замыкания фазы А напряжения  $U_B$  и  $U_C$  :**

Останутся неизменными

Увеличатся в  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  раз

Уменьшатся в два раза

+Увеличатся в  $\sqrt{3}$  раз

**Для измерения активной мощности в трехфазной линии без нейтрального провода при несимметричном режиме нужно иметь однофазных ваттметров:**

Один

+Два

Три

Однофазными ваттметрами мощность измерить нельзя

**Для измерения активной мощности в трехфазной линии с нейтральными проводами при несимметричном режиме необходимо и достаточно иметь однофазных ваттметров:**

Один

+Три

Четыре

Однофазными ваттметрами мощность измерить нельзя

**Для измерения активной мощности трехфазного потребителя при симметричном режиме необходимо и достаточно иметь однофазных ваттметров:**

+Один

Два

Три

Другой ответ

**Линейное напряжение в многофазной цепи это:**

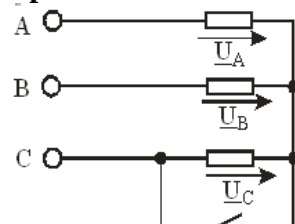
Разность потенциалов точек в начале и конце провода линии.

+Напряжение между двумя линейными проводами.

Произведение тока в линии на полное сопротивление фазы нагрузки.

Напряжение между началом и концом фазы нагрузки.

**Задано линейное напряжение  $U$  трехфазной сети, питающей симметричный трехфазный приемник. Каким станет напряжение  $U_B$ , если сопротивление фазы С замкнуть?**



Будет равно половине линейного напряжения

+Будет равно линейному напряжению

Останется неизменным

Уменьшится в  $\sqrt{3}$  раз

**Фазный ток симметричного приемника, соединенного по схеме «треугольник», равен 10 А.**

**Определить линейный ток.**

22 А

10 А

+17.3 А

Другой ответ

**Симметричный приемник, соединенный в звезду, фазное сопротивление которого  $Z_\phi=22$  Ом, присоединен к источнику линейного напряжения 380 В. Определить линейный ток.**

22 А

+10 А

17.3 А

Другой ответ

**Почему обрыв нейтрального провода четырехпроводной трехфазной цепи является аварийным режимом?**

На всех фазах приемника энергии напряжение падает

+На одних фазах приемника энергии напряжение увеличивается, на других – падает

На всех фазах приемника энергии напряжение возрастает

На всех фазах приемника энергии напряжение отсутствует

## Можно ли подключать в нейтральный провод четырехпроводной трехфазной цепи предохранители, расцепители?

Можно

Нежелательно

+Нельзя

Желательно

Таблица 1.4 – Критерии оценки сформированности компетенций

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)                                 | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)   |
|--|--|
|  | на базовом уровне  |
|  | соответствует оценке «зачтено»<br>50-100% от максимального балла   |
| ИД-1ПКос-1<br>Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент показывает хорошие знание и понимание тем модуля: знает соединения «звездой» и «треугольником», умеет считать фазные и линейные токи и напряжения, хорошо разобрался в расчетах симметричных режимов трехфазной цепи, усвоил свойства трехфазных цепей, разобрался в теории вращающегося магнитного поля; способен самостоятельно осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |

### Модуль 4. Цепи переменного тока

#### Опрос и собеседование по модулю 4

Вопросы для опроса и собеседования:

1. Случаи возникновения несинусоидальных токов и напряжений в электрических цепях.
2. Разложение периодических несинусоидальных функций в ряд Фурье.
3. Гармонический состав разложения функции в ряд Фурье при наличии симметрии несинусоидальных кривых.
4. Характеристики формы периодических несинусоидальных кривых.
5. Методика расчета линейных цепей при периодических несинусоидальных воздействиях.
6. Действующее значение несинусоидального тока и его физический смысл.
7. Всегда ли самым коротким расчетным путем при определении действующего значения несинусоидального тока  $I$  является нахождение его по гармоническому составу?
8. Укажите системы приборов для измерения: а) действующего значения несинусоидального тока; б) постоянной составляющей; в) действующего значения переменной составляющей.
9. Как складываются действующие значения токов различных частот?
10. Активная, реактивная и полная мощности периодического несинусоидального тока, коэффициент мощности.
11. Гармонический состав несинусоидального тока и коэффициент мощности.
12. При каких условиях несинусоидальные токи и напряжения приближенно могут быть заменены эквивалентными синусоидальными?
13. Чем можно объяснить, что при равномерной нагрузке трехфазной системы «звезда» — «звезда» для протекания токов третьих гармоник необходим нулевой провод?
14. Как зависит комплексное сопротивление ветви от номера гармоники?
15. Причины отличия формы кривой тока от формы кривой напряжения в цепи несинусоидального тока.
16. Дайте определение переходному процессу, коммутации.
17. Сформулируйте законы (правила) коммутации.



18. Дайте определение зависимым и независимым начальным условиям. Методы их нахождения.
19. Принужденные и свободные токи и напряжения.
20. Способы составления характеристического уравнения.
21. Объясните, почему при составлении характеристического уравнения путем приравнивания нулю входного сопротивления  $Z(p)=N(p)/M(p)$  в общем случае нельзя сокращать числитель и знаменатель дроби на общий множитель.
22. Чем определяется число корней характеристического уравнения?
23. Сущность классического метода расчета и принцип составления уравнений для определения постоянных интегрирования.
24. Зависимость характера свободного процесса от корней характеристического уравнения.
25. Алгоритм расчета переходного процесса классическим методом.
26. Включение цепи  $RL$  на постоянное напряжение.
27. Включение цепи  $RL$  на синусоидальное напряжение.
28. Замыкание цепи  $RC$ .
29. Запишите соотношения между  $f(t)$  и  $F(p)$ , а также теоремы операторного метода и предельные соотношения.
30. Операторные уравнения и операторные эквивалентные схемы цепи.
31. Теорема разложения.
32. Охарактеризуйте этапы расчета операторным методом.
33. Свойства единичной функции  $l(t)$  и свойства дельта-функции  $\delta(t)$ .
34. Определите переходную и импульсную переходную проводимости (сопротивления) и функции. Укажите, с какой целью они используются.
35. Охарактеризуйте идею расчета с помощью интеграла Дюамеля.
36.  $Y, Z, A$  – формы записи уравнений четырехполюсника, покажите для них положительные направления токов и напряжений и поясните, в каких случаях каждая форма записи имеет преимущества перед остальными.
37. Какие четырехполюсники называют симметричными и несимметричными?
38. Как опытным путем определить коэффициенты четырехполюсника?
39. Каким образом, зная коэффициенты одной формы записи, определить коэффициенты другой формы?
40. Схемы замещения пассивных четырехполюсников.
41. Соединения четырехполюсников и различные формы записи их уравнений.
42. Что понимают под характеристическим сопротивлением четырехполюсника?
43. Что понимают под постоянной передачи симметричного четырехполюсника?
44. В каких единицах измеряют затухание? Как эти единицы связаны между собой?
45. Условия обращения к цепям с распределенными параметрами, первичные параметры длинной линии.
46. Телеграфные уравнения для мгновенных значений тока и напряжения, переход к уравнениям для комплексных значений, вид решения.
47. Представление напряжения и тока в линии бегущими волнами, затухание и скорость.
48. Вторичные параметры линии, физический смысл постоянной распространения и волнового сопротивления  $ZB$ ?
49. Из каких условий определяют постоянные  $A1$  и  $A2$  в волновом решении уравнений длинной линии?
50. Представление решения уравнений длинной линии уравнениями четырехполюсника
51. Как определить  $ZB$  и опытным путем?
52. Указать условия, когда сигнал, проходя по линии, не изменяет своей формы?
53. Почему в линии передачи информации стремятся брать  $ZH=ZB$ ?
54. Линии без искажений.
55. Линии без потерь.

## Компьютерное тестирование (ТСк)

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

**Действующий несинусоидальный ток при известных действующих значениях токов 1-й, 3-й и 5-й гармоник ( $I_1, I_3, I_5$ ) равен:**

$$I = I_1 + I_3 + I_5$$

$$I = I_1 + I_3 - I_5$$

$$+ I = \sqrt{I_1^2 + I_3^2 + I_5^2}$$

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_3^2 - I_5^2}$$

**Мгновенное значение тока в ветви равно  $i = 3 + 4 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega \cdot t)$ , А. Амперметр электромагнитной системы, включенный в эту ветвь, показывает:**

7 А

+5 А

3 А

4 А

**Мгновенное значение тока в ветви равно  $i = 3 + 4 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega \cdot t)$ , А. Амперметр индукционной системы, включенный в эту ветвь, показывает:**

+4 А

5 А

7 А

3 А

**Мгновенное значение тока в ветви равно  $i = 3 + 4 \cdot \sin(\omega \cdot t)$ , А. Амперметр магнитоэлектрической системы, включенный в эту ветвь, показывает:**

7 А

5 А

+3 А

$$\sqrt{\left(\frac{3}{\sqrt{2}}\right)^2 + 4^2} \text{ А}$$

**В ветвь электрической цепи включены последовательно три амперметра: магнитоэлектрической, индукционной и электромагнитной систем. Первый амперметр показал 8А, второй 6А. Что показывает амперметр электромагнитной системы**

14 А

6 А

8 А

+10 А

**В ветвь электрической цепи включены последовательно три амперметра: магнитоэлектрической, индукционной и электромагнитной систем. Первый амперметр показал 8А, третий 10А. Что показывает амперметр индукционной системы?**

+6 А

18 А

2 А

14 А

**В ветвь электрической цепи включены последовательно три амперметра: магнитоэлектрической, индукционной и электромагнитной систем. Второй амперметр показал 4А, третий 5А. Что показывает амперметр магнитоэлектрической системы?**

+3 А

2 А

1 А

9 А

Мгновенное значение напряжения на участке электрической цепи равно  $u = 15 + 10 \cdot \sin(\omega \cdot t) + 5 \cdot \sin(3\omega \cdot t)$ , В. Определить показание вольтметра магнитоэлектрической системы, подключенному к этому участку цепи.

$$\frac{15}{\sqrt{2}} \text{ В}$$

$$+15 \text{ В}$$

$$\sqrt{15^2 + \left(\frac{10}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{5}{\sqrt{2}}\right)^2} \text{ В}$$

$$30 \text{ В}$$

Мгновенное значение напряжения на участке электрической цепи равно  $u = 15 + 10 \cdot \sin(\omega \cdot t) + 5 \cdot \sin(3\omega \cdot t)$ , В. Определить показание вольтметра электромагнитной системы, подключенному к этому участку цепи.

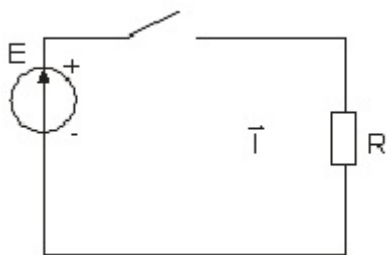
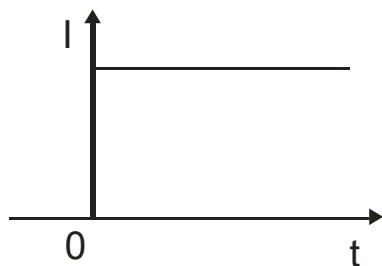
$$\frac{15}{\sqrt{2}} \text{ В}$$

$$15 \text{ В}$$

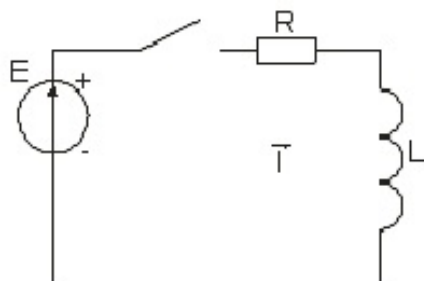
$$+ \sqrt{15^2 + \left(\frac{10}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{5}{\sqrt{2}}\right)^2} \text{ В}$$

$$30 \text{ В}$$

График изменения тока при  $t \geq 0$  соответствует цепи:



+



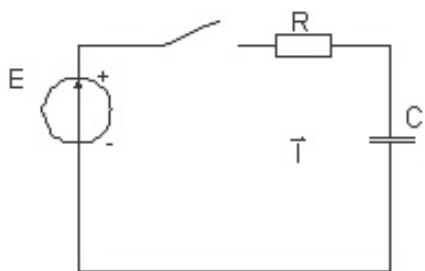
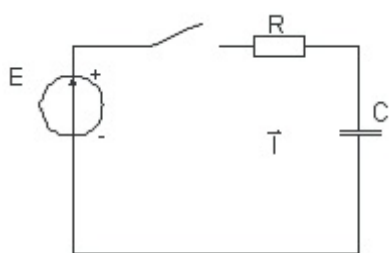
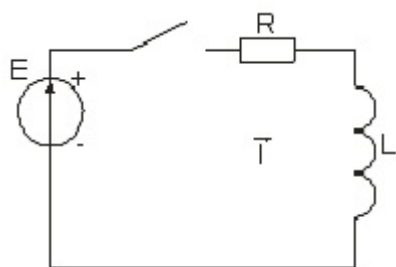
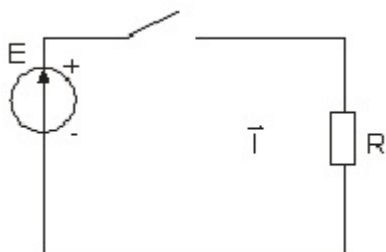
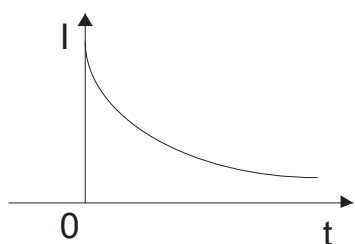


График изменения тока соответствует цепи:



+

**К первому закону коммутации относится соотношение:**

$$i_L(0-) \neq i_L(0+)$$

$$U_C(0-) = U_C(0+)$$

$$+i_L(0-) = i_L(0+)$$

$$U_C(0-) \neq U_C(0+)$$

**Ко второму закону коммутации относится соотношение:**

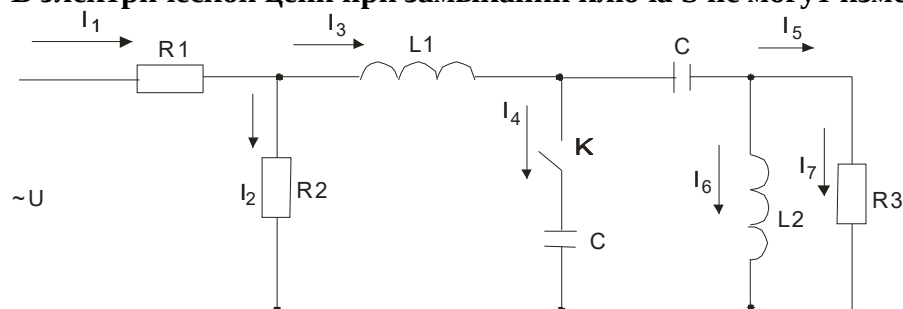
$$i_L(0-) \neq i_L(0+)$$

$$+U_C(0-) = U_C(0+)$$

$$i_L(0-) = i_L(0+)$$

$$U_C(0-) \neq U_C(0+)$$

**В электрической цепи при замыкании ключа S не могут измениться скачком токи:**



$I_1, I_2, I_7$

$I_4, I_5$

+ $I_3, I_6$

$I_1, I_4, I_5, I_7$

**Чем объяснить возникновение переходных процессов при любом изменении режима работы цепи, содержащей резистивное сопротивление, индуктивность и (или) емкость**

Изменением мощности источника энергии

Скачкообразным изменением напряжения на емкости

+Изменением запаса энергии емкостных и индуктивных элементов

Изменением тока в цепи

**Каким образом определяются независимые начальные условия при расчете переходных процессов классическим методом**

+По режиму работы схемы до коммутации

По установившемуся режиму после коммутации

По величине напряжения источника ЭДС

По величине тока от источника

**Какие типы переходных процессов возможны в цепи, содержащей индуктивность, емкость и резистивное сопротивление**

Только апериодические

Только колебательные

+Апериодические и колебательные

Линейные

**Каким образом определяются постоянные интегрирования при расчете переходных процессов классическим методом**

По независимым начальным условиям и их производным при  $t = 0$

+По зависимым начальным условиям и их производным при  $t = 0$

По независимым начальным условиям и их производным при  $t = \infty$

По зависимым начальным условиям и их производным при  $t = \infty$

**Чему соответствует принужденная составляющая в решении уравнения для переходного процесса**

+Установившемуся состоянию послекоммутационной цепи

Установившемуся состоянию докоммутационной цепи

Затухающей составляющей переходного процесса

Независимым начальным условиям

**Какой характер будет иметь переходной процесс при наличии пары комплексно сопряженных корней характеристического уравнения цепи с источником постоянной ЭДС**

Апериодический

+Колебательный затухающий

Колебательный незатухающий

Предельный апериодический

**Какие величины целесообразно выбрать в качестве переменной при составлении уравнения для определения переходного процесса**

Ток через емкость

Напряжение на индуктивности

+Ток через индуктивность и напряжение на емкости

Ток через активное сопротивление

**Ток, который в действительности протекает по той или иной ветви цепи при переходном процессе и отображается на осциллограмме, называется:**

+Полным

Принужденным

Свободным

Установившимся

**Физический смысл постоянной времени  $\tau$ :**

Это время, за которое переходный процесс закончится

+Это время, в течение которого свободная составляющая уменьшается в  $e$  раз по сравнению со своим предыдущим значением

Это время, в течение которого свободная составляющая увеличивается в  $e$  раз по сравнению со своим предыдущим значением

Нет правильного ответа

**В линейных электрических цепях принужденная составляющая токов (напряжений) изменяется во времени следующим образом:**

Изменяется с частотой, равной удвоенной частоте, действующей в схеме принуждающей ЭДС

Изменяется с частотой, не равной частоте, действующей в схеме принуждающей ЭДС

+Изменяется с частотой, равной частоте, действующей в схеме принуждающей ЭДС

Другой ответ

**Полный ток электрической цепи состоит из:**

+Суммы принужденной и свободной составляющих токов

Принужденной составляющей

Свободной составляющей

Докоммутационного тока

**Через какой промежуток времени  $t$ , кратный постоянной времени  $\tau$ , переходный процесс считается практически законченным**

$$t = (4 \div 5) \cdot \tau$$

$$t = (2 \div 3) \cdot \tau$$

$$t = (1 \div 2) \cdot \tau$$

$$+ t = (3 \div 4) \cdot \tau$$

**По законам коммутации переходные процессы отсутствуют в цепях, содержащих следующие элементы:**

+Только активные сопротивления

Только индуктивности

Только емкости

Индуктивности и емкости

**Какой из этапов не относится к основным этапам расчета переходного процесса классическим методом**

Определение независимых начальных условий

+Составление характеристического уравнения и определение его корней

Определение зависимых начальных условий

Определение принужденной составляющей

**В схеме имеют место нулевые начальные условия, если к началу переходного процесса непосредственно перед коммутацией:**

+Все токи и все напряжения на пассивных элементах схемы равны нулю

Все токи и все напряжения на пассивных элементах схемы не равны нулю

Только токи на пассивных элементах схемы равны нулю

Только напряжения на пассивных элементах схемы равны нулю

**Индуктивность подобна разрыву электрической цепи в месте ее включения в момент коммутации, если:**

Ток в индуктивности в момент коммутации имеет ненулевое значение

+Ток в индуктивности в момент коммутации имеет нулевое значение

Если индуктивность подключена последовательно с емкостью

Другой ответ

**По закону Ома в операторной форме для участка цепи, содержащего ЭДС, при ненулевых начальных условиях операторное изображение тока:**

+Прямо пропорционально операторному значению суммы всех источников ЭДС ветви и обратно пропорционально операторному сопротивлению всей схемы

Прямо пропорционально операторному сопротивлению всей схемы и обратно пропорционально операторному значению суммы всех источников ЭДС ветви

Прямо пропорционально операторному значению суммы всех источников ЭДС ветви и обратно пропорционально операторной проводимости всей схемы

Прямо пропорционально операторной проводимости всей схемы и обратно пропорционально операторному значению суммы всех источников ЭДС ветви

**По первому закону коммутации в любой электрической ветви:**

Ток (магнитный поток), протекающий через индуктивность, в момент коммутации не сохраняет значение, которое было непосредственно перед коммутацией

+Ток (магнитный поток), протекающий через индуктивность, в момент коммутации сохраняет значение, которое было непосредственно перед коммутацией

Напряжение (заряд) на емкости в момент коммутации сохраняет значение, которое было непосредственно перед коммутацией

Напряжение (заряд) на емкости в момент коммутации не сохраняет значение, которое было непосредственно перед коммутацией

**По второму закону коммутации в любой электрической ветви:**

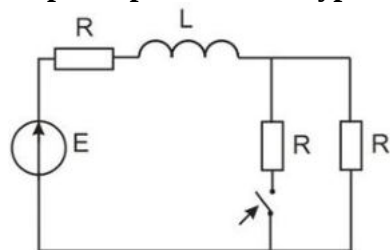
Ток (магнитный поток), протекающий через индуктивность, в момент коммутации не сохраняет значение, которое было непосредственно перед коммутацией

Ток (магнитный поток), протекающий через индуктивность, в момент коммутации сохраняет значение, которое было непосредственно перед коммутацией

+Напряжение (заряд) на емкости в момент коммутации сохраняет значение, которое было непосредственно перед коммутацией

Напряжение (заряд) на емкости в момент коммутации не сохраняет значение, которое было непосредственно перед коммутацией

**Характеристическое уравнение схемы выглядит как...**



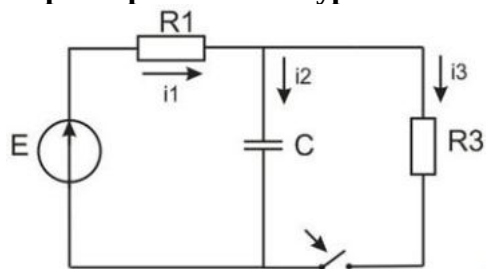
$$+ p \cdot L + R + \frac{R}{2} = 0$$

$$p \cdot L + 3 \cdot R = 0$$

$$\frac{1}{p \cdot C} + 3 \cdot R = 0$$

$$\frac{1}{p \cdot C} + R + \frac{R}{2} = 0$$

Характеристическое уравнение схемы выглядит как



$$+\frac{1}{p \cdot C} + \frac{R1 \cdot R3}{R1 + R3} = 0$$

$$\frac{1}{p \cdot C} + \frac{R1 + R3}{R1 \cdot R3} = 0$$

$$\frac{1}{p \cdot C} + \frac{R1 + R3}{R1 + R3} = 0$$

$$p \cdot L \cdot R1 \cdot R3 = 0$$

Мгновенное значение напряжения на участке электрической цепи  $u=(40+30\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t+30^\circ))$

**В. Определить показание вольтметра электромагнитной системы, подключённого к этому участку цепи**

+50 В

70 В

30 В

40 В

Мгновенное значение напряжения на участке электрической цепи  $u=(40+30\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t+30^\circ))$

**В. Определить показание вольтметра магнитоэлектрической системы, подключённого к этому участку цепи**

50 В

70 В

30 В

+40 В

Мгновенное значение напряжения на участке электрической цепи  $u=(40+30\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t+30^\circ))$

**В. Определить показание вольтметра индукционной системы, подключённого к этому участку цепи**

50 В

70 В

+30 В

40 В

Таблица 1.5 – Критерии оценки сформированности компетенций

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)   | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)   |
|--|--|
|  | на базовом уровне  |
| ИД-1 <sub>ПКос-1</sub><br>Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла<br>Студент самостоятельно умеет раскладывать периодические несинусоидальные функции в ряд Фурье, умеет находить действующие значения несинусоидальных токов и напряжений, знает законы коммутации, уверенно умеет рассчитывать переходные процессы классическим и операторным методами; студент способен самостоятельно осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |



## Модуль 5. Нелинейные цепи

### Опрос и собеседование по модулю 5

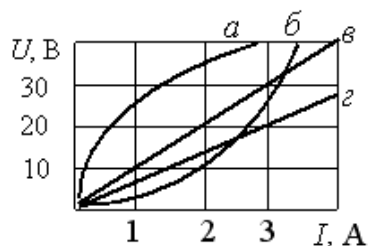
Вопросы для опроса и собеседования:

1. Дайте определения следующим понятиям: нелинейный резистор (НР), нелинейная электрическая цепь, статическое сопротивление, дифференциальное сопротивление.
2. Определение управляемых током, управляемых напряжением и неуправляемых нелинейных резисторов.
3. Качественно изобразите ВАХ неуправляемых и управляемых нелинейных резисторов.
4. Изобразите ВАХ нелинейного резистора, с отрицательным дифференциальным сопротивлением.
5. Может ли для реальных нелинейных резисторов статическое сопротивление быть отрицательным?
6. В чем заключается препятствие, затрудняющее применять метод контурных токов или метод узловых потенциалов для расчета сложных разветвленных нелинейных цепей?
7. Как заменить несколько параллельных ветвей с нелинейными резисторами и источниками ЭДС на одну эквивалентную? Определите характеристики элементов эквивалентной ветви.
8. Этапы расчета нелинейных цепей (НЦ) методом двух узлов.
9. Этапы расчета нелинейных цепей (НЦ) методом эквивалентного генератора.
10. Дайте определения  $\vec{B}$ ,  $\vec{J}$ ,  $\vec{H}$ ,  $\Phi$ . Как они связаны между собой и в каких единицах выражаются?
11. В чем отличие начальной, основной и безгистерезисной кривых намагничивания?
12. Что понимают под частным и предельным циклами, остаточной индукцией, коэрцитивной силой, магнитомягкими и магнитотвердыми материалами?
13. Чем физически объясняются потери на гистерезис? Как их определить, располагая петлей гистерезиса?
14. Сформулируйте закон полного тока.
15. Дайте определение следующим понятиям: магнитная цепь, магнитопровод, ветвь магнитной цепи, магнитный поток, магнитное напряжение, МДС.
16. Как определить направление МДС?
17. С какой целью стремятся выполнить магнитную цепь с возможно меньшим воздушным зазором?
18. Как выбирают направление магнитных потоков в ветвях?
19. Сформулируйте первый и второй законы Кирхгофа для магнитных цепей.
20. Поясните, как построить вебер-амперную характеристику участка цепи.
21. Перечислите этапы расчета магнитной цепи методом двух узлов.
22. В чем принципиальное отличие феррорезонанса напряжений и токов от соответствующих резонансов в линейных цепях?
23. Объясните скачки тока в последовательной схеме с индуктивностью со стальным сердечником и емкостью.
24. Возможны ли скачки тока в последовательной схеме с индуктивностью со стальным сердечником и емкостью, если источником питания схемы будет не источник ЭДС, а источник тока?
25. Можно ли ожидать возникновения скачков тока или напряжения в параллельной схеме с индуктивностью со стальным сердечником и емкостью, если на входе ее будет источник ЭДС?
26. Дайте определение понятий: индуктивность рассеяния, намагничивающий ток, ток потерь.
27. Схема замещения и векторная диаграмма нелинейной индуктивной катушки.
28. Причины потерь в катушке со стальным сердечником и способы их уменьшения.
29. Схема замещения трансформатора со стальным сердечником.
30. Векторная диаграмма трансформатора со стальным сердечником при активно-емкостной нагрузке.

## Компьютерное тестирование (ТСк)

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

На рисунке представлены вольтамперные характеристики приемников, из них нелинейные



элементы

б, в, г

+а, б

все

в, г

Электрическая цепь, у которой электрические напряжения и электрические токи связаны друг с другом нелинейными зависимостями, называется

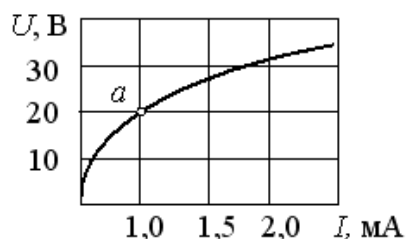
+нелинейной электрической цепью

схемой замещения

принципиальной схемой

линейной электрической цепью

При заданной вольтамперной характеристике статическое сопротивление нелинейного элемента в точке «а» составляет



+20 кОм

20 Ом

30 кОм

100 Ом

Если сопротивление элемента зависит от тока или приложенного напряжения, то такой элемент называется

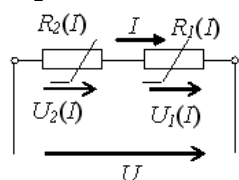
активным

линейным

+нелинейным

пассивным

При последовательном соединении двух нелинейных элементов верно выражение



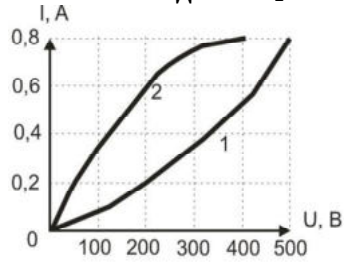
$$I = \frac{U}{R_2(I)}$$

$$U = U_1(I) + U_2(I)$$

$$I = \frac{U}{R_1(I)}$$

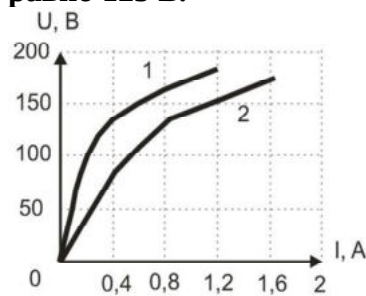
$$+U = U_1(I) + U_2(I)$$

Два нелинейных элемента (1 и 2) соединены последовательно. Напряжение на первом элементе задано  $U_1 = 200$  В. Чему равно напряжение на втором элементе?



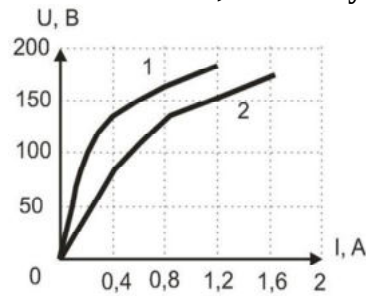
- 0,6
- +50
- 100
- 300

Два одинаковых нелинейных сопротивления (ВАХ на рис.) соединены параллельно. Определить ток  $I$  в неразветвленной части цепи, если напряжение на сопротивлениях равно 125 В.



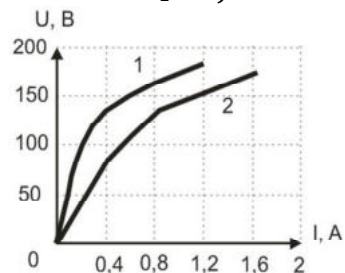
- +1.2
- 1.6
- 0.8
- 0.4

Два нелинейных элемента (1 и 2) соединены параллельно. Заданы их ВАХ и ток в первом элементе  $I_1 = 0,6$  А. Чему равен ток второго элемента?



- 0.4
- 0.8
- +1.2
- 1.6

Два нелинейных элемента (1 и 2) соединены параллельно. Заданы их ВАХ и ток в первом элементе  $I_1 = 0,6$  А. Чему равен ток в неразветвленной части цепи?



- 0.4
- 0.8

1.2  
+1.8

**Единицей измерения магнитной индукции  $B$  является:**

A/м  
Гн/м  
+Тл  
Вб

**Магнитной индукцией  $B$  является величина:**

+0.7Тл  
 $0.3 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$   
800 A / м  
 $1.256 \cdot 10^{-6} \text{ Гн / м}$

**Единицей измерения магнитного потока  $\Phi$  является:**

+Вб  
A/м  
Гн/м  
Тл

**Фундаментальные уравнения Максвелла применяются для описания:**

информационного пространства  
механических напряжений  
+электромагнитного поля  
теплового поля

**Напряжённость магнитного поля связана с индукцией магнитного поля соотношением:**

$$\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E}$$

$$\vec{B} = \frac{\vec{H}}{\mu \mu_0}$$

$$\vec{H} = \mu_0 \vec{B}$$

$$+ \vec{B} = \mu \mu_0 \vec{H}$$

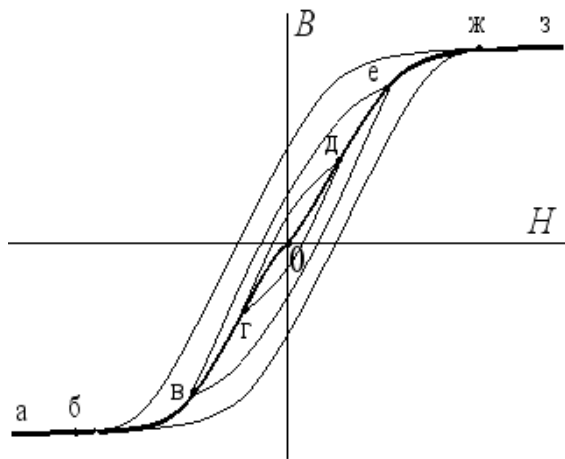
**Электротехническая сталь является:**

парамагнитным материалом  
пьезоэлектрическим материалом  
+ферромагнитным материалом  
диамагнитным материалом

**Основная характеристика ферромагнитных материалов, которая применяется при расчете магнитных цепей – это:**

зависимость магнитного потока  $\Phi$  от напряженности электрического поля  $E$   
зависимость магнитной индукции  $B$  от напряженности электрического поля  $E$   
зависимость напряженности электрического поля  $E$  от напряженности магнитного поля  $H$   
+зависимость магнитной индукции  $B$  от напряженности магнитного поля  $H$

**Зависимость магнитной индукции  $B$  от напряженности магнитного поля  $H$ , описываемая кривой а-б-в-г-0-д-е-ж-з, называется:**

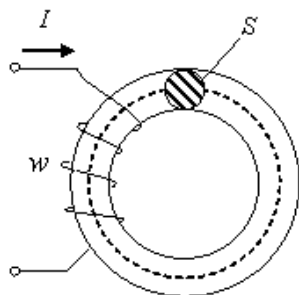


частной петлѣй гистерезиса  
 +основной кривой намагничивания  
 предельной петлѣй гистерезиса  
 кривой остаточной намагниченности

**Основной магнитный поток в электротехническом устройстве создается:**

+током обмотки, расположенной на ферромагнитном сердечнике или постоянным магнитом  
 магнитным полем земли  
 вихревыми токами в сердечнике  
 электрическим полем межвитковой емкости

**Магнитная цепь в виде тороида с постоянным поперечным сечением  $S$  классифицируется как:**

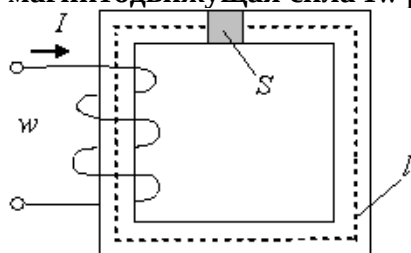


+однородная неразветвленная  
 неоднородная несимметричная  
 однородная разветвленная  
 неоднородная симметричная

**Если при известных значениях магнитного потока  $\Phi$ , геометрических параметрах магнитопровода  $l$ ,  $S$  и марки стали, требуется определить  $Iw$  (МДС) неразветвленной магнитной цепи, то такой тип задачи называется:**

задача определения тягового усилия  
 задача расчета магнитных потерь  
 +прямая задача расчета неразветвленной магнитной цепи  
 обратная задача расчета неразветвленной магнитной цепи

**Если известна величина напряженности магнитного поля  $H$  и длина средней силовой линии  $l$  приведенной магнитной цепи с постоянным поперечным сечением  $S$ , то магнитодвижущая сила  $Iw$  равна:**



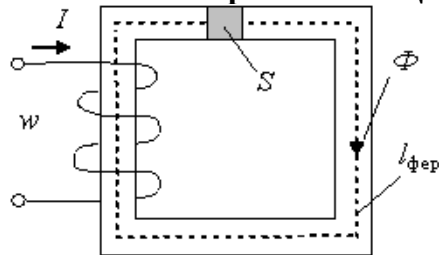
$$Iw = \frac{H}{lS}$$

$$Iw = \frac{HS}{l}$$

$$+ Iw = Hl$$

$$Iw = \frac{H}{l}$$

Магнитное сопротивление цепи можно представить в виде:



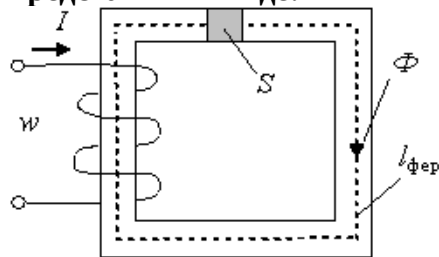
$$Iw = \frac{S}{\mu_0 I_{\text{фер}}}$$

$$R_m = \frac{I_{\text{фер}}}{S}$$

$$R_m = \frac{SI_{\text{фер}}}{\mu_0}$$

$$+ R_m = \frac{I_{\text{фер}}}{\mu_0 S}$$

Для приведенной магнитной цепи магнитодвижущую силу  $Iw$  вдоль магнитной цепи можно представить в виде:



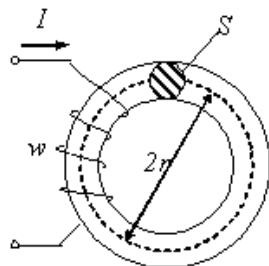
$$Iw = \Phi \frac{\mu_0 S}{I_{\text{фер}}}$$

$$+ Iw = \Phi \frac{I_{\text{фер}}}{\mu_0 S}$$

$$Iw = \Phi \frac{SI_{\text{фер}}}{\mu_0}$$

$$Iw = \Phi \frac{I_{\text{фер}}}{S}$$

Для приведенной магнитной цепи в виде тороида с постоянным поперечным сечением  $S$  напряженность магнитного поля  $H$  равна:



$$+ \frac{Iw}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

$$\frac{Iw}{\pi \cdot r}$$

$$\frac{Iw}{S}$$

$$\frac{IS}{2 \cdot w \cdot \pi \cdot r}$$

При подключении катушки со стальным сердечником к источнику синусоидального напряжения магнитный поток в сердечнике будет:

периодическим несинусоидальным

постоянным

+ синусоидальным

изменяться по экспоненциальному закону

Действующее значение ЭДС в катушке со стальным сердечником определяется в соответствии с выражением:

$$E = w\omega\Phi_m$$

$$+ E = 4.44wf\Phi_m$$

$$E = 4.44w\Phi_m$$

$$E = 4.44wfB_m$$

Если увеличить амплитуду синусоидального напряжения  $U_m$  на катушке со стальным сердечником (сердечник не насыщен), то амплитуда магнитного потока:

не хватает данных

+ увеличится

не изменится

уменьшится

Если уменьшить амплитуду синусоидального напряжения  $U_m$  на катушке со стальным сердечником, то амплитуда магнитного потока:

увеличится

не изменится

+ уменьшится

не хватает данных

Если при неизменной амплитуде  $U_m$  синусоидального напряжения, подводимого к катушке, удалить из нее ферромагнитный сердечник, то ток в катушке:

не изменится

уменьшится до нуля

уменьшится

+ увеличится

В основу принципа работы трансформатора положен:

+ закон электромагнитной индукции

закон Ампера

принцип Ленца  
закон Джоуля-Ленца

**Магнитопровод трансформатора выполняется из электротехнической стали для:**

+увеличения магнитной связи между обмотками  
повышения жесткости конструкции

удобства сборки

уменьшения емкостной связи между обмотками

**Магнитопровод устройства переменного тока набирается из листов электротехнической стали с целью:**

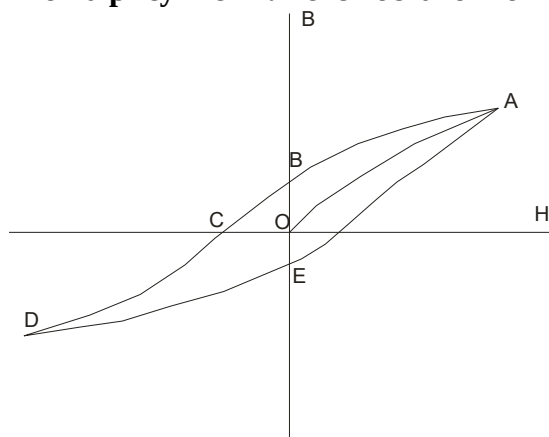
увеличения магнитной индукции

уменьшения магнитной индукции

+защиты от вихревых токов

усиления внешнего магнитного поля

**Что на рисунке является остаточной магнитной индукцией?**



Участок OC

+Участки BO и OE

Участки OC и OF

Участок OE

**Магнитные материалы, значительно усиливающие внешнее магнитное поле, называются:**

Парамагнетиками

+Ферромагнетиками

Диамагнетиками

Диэлектриками

**Величиной, имеющей размерность А/м, является:**

Магнитный поток  $\Phi$

+Напряженность магнитного поля  $H$

Напряженность электрического поля  $E$

Магнитная индукция  $B$

**Ферромагнитные материалы принято разделять на магнитомягкие и магнитотвердые по величине:**

Удельного электрического сопротивления  $\rho$

+Коэрцитивной силы  $H_C$

Индукции насыщения  $B_S$

Остаточной индукции  $B_r$

**К ферромагнитным материалам относится:**

Алюминий

Электротехническая медь

+Электротехническая сталь

Чугун

**Магнитотвердые материалы используются для изготовления:**

Сердечников электромагнитов

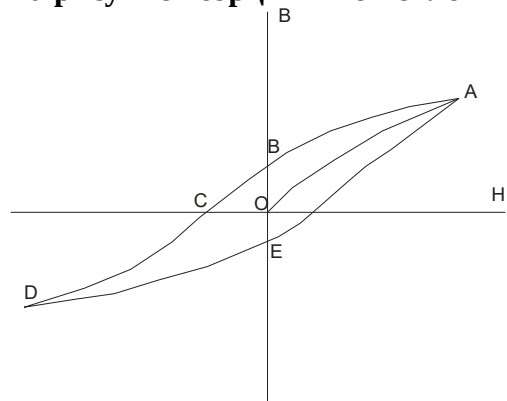


Полюсных наконечников генераторов

+Постоянных магнитов

Короткозамкнутых витков

**На рисунке коэрцитивной силой называется участок:**



OB

+OC

OE

CD

**Понятие «коэрцитивная» сила означает:**

«Опережающая»

«Отстающая»

+«Задерживающая»

«Размагничивающая»

**Магнитная постоянная представляет собой магнитную проницаемость:**

Кобальта

Никеля

Железа

+Вакуума

**Вольтамперная характеристик нелинейного элемента может быть:**

Монотонная

Управляемая током

Управляемая напряжением

+Все ответы верны

**Статическими характеристиками нелинейного элемента называют характеристики:**

+В которых каждая точка даёт значение постоянного напряжения при соответствующем значении постоянного тока

В которых не каждая точка даёт значение постоянного напряжения при соответствующем значении постоянного тока

В которых каждая точка даёт два значения постоянного напряжения при соответствующем значении постоянного тока

Нет верного ответа

**Статические сопротивления и проводимости...**

+Всегда положительны

Всегда отрицательны

Могут быть и положительны, и отрицательны

Все ответы верны

**Дифференциальные сопротивления и проводимости...**

Всегда положительны

Всегда отрицательны

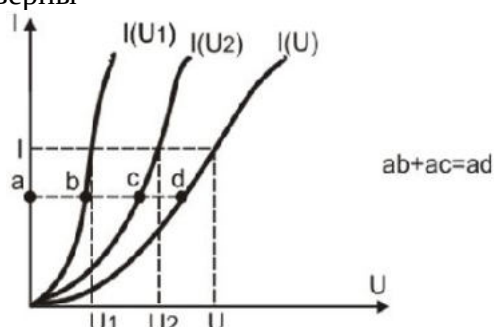
+Могут быть и положительны, и отрицательны

Все ответы верны

**Динамическими характеристиками нелинейного элемента называют характеристики...**

+Дающие связь между напряжением и током при достаточно быстрых изменениях тока

Дающие связь между напряжением и током при достаточно медленных изменениях тока  
 Дающие связь между напряжением и током при неизменном токе  
 Все ответы верны



На рисунке **представлен**

Нет ответа

+Расчет цепи с последовательным соединением н.э.

Расчет цепи с параллельным соединением н.э.

Какой-то график

Таблица 1.6 – Критерии оценки сформированности компетенций

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)   | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)  |
|--|---|
|  | на базовом уровне   |
|  | соответствует оценке «зачтено»<br>50-100% от максимального балла  |
| ИД-1 <sub>ПКос-1</sub><br>Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент разбирается в нелинейных элементах электрических цепей, умеет составить систему нелинейных уравнений электрической цепи, знает магнитные свойства вещества, может провести аналогию между электрической и магнитной цепью, знает основные законы магнитных цепей постоянного тока, знаком с явлением феррорезонанса, умеет строить векторные диаграммы катушки с ферромагнитным сердечником и трансформатора с ферромагнитным сердечником; студент способен самостоятельно осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |

## Модуль 6. Теория электромагнитного поля

### Опрос и собеседование по модулю 6

Вопросы для опроса и собеседования:

1. Определение электростатического поля. Уравнение электростатики.
2. Физический смысл напряженности и потенциала электростатического поля. Точность определения потенциала.
3. Связь между напряженностью  $E$  и потенциалом  $\varphi$ .
4. Условие потенциальности поля.
5. Определение силовой линии и эквипотенциальной поверхности.
6. Источники вектора индукции электростатического поля.
7. Понятие картины поля.
8. Отличие свободных зарядов от связанных.
9. Явление электростатической индукции.
10. Поляризация и вектор поляризации.
11. Основание для введения вектора индукции электрического поля  $\vec{D}$ .
12. Теорема Гаусса.
13. Смысл понятия градиента.
14. Физическое толкование дивергенции.
15. Поведение векторов  $\vec{D}$  и  $\vec{E}$  при переходе через границу двух диэлектриков.
16. Теорема единственности решения задач электростатики.
17. Поле заряженной оси и коаксиального кабеля.
18. Поле двух заряженных осей.
19. Поле двухпроводной линии.
20. Поле заряженного отрезка.
21. Метод зеркальных изображений.
22. Потенциальные и емкостные коэффициенты, частичные емкости.
23. Метод разделения переменных.
24. Цель транспозиции проводов трехфазной линии.
25. Влияние транспозиции проводов трехфазной линии на потенциальные коэффициенты.
26. Понятие сторонней напряженности поля.
27. Закон Ома и обобщенный закон Ома.
28. Вектор плотности тока.
29. Поведение векторов напряженности и плотности тока на границе раздела сред с различными удельными проводимостями.
30. Уравнение поля постоянного тока в проводящей среде.
31. Аналогия электрического поля постоянных токов и электростатического поля.
31. Моделирование электростатического поля полем постоянного тока.
32. Возможность использования решения задач электростатики для решения задач в поле проводящей среды.
33. Сопротивление полусферического заземлителя.
34. Сопротивление длинного цилиндрического заземлителя.
35. Уравнения магнитного поля постоянных токов.
36. Физический смысл векторов  $\vec{B}$ ,  $J$ ,  $H$ .
37. Толкование понятия «ротор».
38. Условие, определяющее вихревое поле.
39. Непрерывность линий индукции магнитного поля.
40. Поведение векторов  $\vec{B}$  и  $\vec{H}$  при переходе через границу раздела сред с различными  $\mu$ .
41. Условия использования понятия скалярного магнитного потенциала.
8. Понятие «поток вектора индукции магнитного поля».
42. Точность определения векторного потенциала магнитного поля.
43. Векторный потенциал магнитного поля.

44. Неопределенность определения векторного потенциала.
45. Причина требования  $\operatorname{div} \vec{A} = 0$  для векторного потенциала.
46. Уравнение для определения векторного потенциала.
47. Выражение потока вектора индукции магнитного поля через векторный потенциал.
48. Выражение энергии магнитного поля через векторный потенциал.
49. Вычисление индуктивности и взаимной индуктивности тонких проводов.
50. Напряжение на проводах трехпроводной трехфазной линии.
51. Влияние транспозиции проводов трехфазной линии на взаимные индуктивности.
53. Условия введения понятия эквивалентной индуктивности провода трехфазной линии.
54. Поток вектора индукции магнитного поля.
55. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
56. Атрибуты электромагнитного поля, присущие материи.
57. Принцип непрерывности полного тока.
58. Закон сохранения заряда и первое уравнение Максвелла.
59. Замкнутость линии магнитной индукции и второе уравнение Максвелла.
60. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
61. Объяснить знак «минус» во втором уравнении Максвелла.
62. Связь закона электромагнитной индукции и закона Ленца.
63. Теорема Умова-Пойнтинга.
64. Смысл вектора Умова-Пойнтинга.

#### **Компьютерное тестирование (ТСк)**

*Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»*

#### **Чем создается электростатическое поле?**

- +Совокупностью электрических зарядов, неподвижных в пространстве по отношению к наблюдателю и неизменных во времени
- Совокупностью электрических зарядов, подвижных в пространстве по отношению к наблюдателю и неизменных во времени
- Совокупностью электрических зарядов, неподвижных в пространстве по отношению к наблюдателю, их значение может изменяться во времени
- Все ответы верны

#### **Формула, выражающая закон Кулона:**

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 R^3}$$

$$+ F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

$$F = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

$$F = \frac{q_1 q_2}{R^2}$$

#### **В каких единицах измеряется сила Кулона?**

- Метр
- Ампер
- +Ньютон
- Вольт

#### **Основные величины, которыми характеризуется электростатическое поле:**

- Напряженность
- Потенциал
- +Оба варианта верны
- Оба варианта неверны

#### **Формула, по которой определяется напряженность поля в данной точке:**

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

$$+ \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

$$\vec{E} = \frac{U}{q}$$

$$\vec{E} = \frac{M}{q}$$

**В чем измеряется напряженность электростатического поля?**

А/м

+В/м

м/с

Н\*м

**Если поле создается несколькими зарядами, то...**

$$+ \vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2 \cdot \vec{E}_3 \cdot \dots$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 - \vec{E}_2 - \vec{E}_3 - \dots$$

Нет правильного ответа

**Электрическое поле – поле...**

Вихревое

Соленоидальное

+Потенциальное

Все ответы верны

**В потенциальном поле...**

+Разность потенциалов между исходной и конечной точками пути зависит только от положения этих точек и не зависит от пути, по которому происходило перемещение из исходной точки в конечную точку

Разность потенциалов между исходной и конечной точками пути зависит от положения этих точек и от пути, по которому происходило перемещение из исходной точки в конечную точку

Разность потенциалов между исходной и конечной точками пути не зависит от положения этих точек, а зависит от пути, по которому происходило перемещение из исходной точки в конечную точку

Разность потенциалов зависит только от величины зарядов

**Силовая линия поля – это...**

Мысленно проведенная в поле линия, начинающаяся на отрицательно заряженном теле и оканчивающаяся на положительно заряженном теле

+Мысленно проведенная в поле линия, начинающаяся на положительно заряженном теле и оканчивающаяся на отрицательно заряженном теле

Возможны оба варианта

Оба варианта неверны

**Что понимается под эквипотенциальной поверхностью?**

Совокупность точек поля, имеющих разный потенциал

+Совокупность точек поля, имеющих одинаковый потенциал

Совокупность точек поля, имеющих одного знака потенциал

Совокупность точек поля, имеющих любой потенциал

**Что понимается под градиентом скалярной функции?**

+Скорость изменения скалярной функции, взятую в направлении ее наибольшего возрастания

Скорость изменения скалярной функции, взятую в направлении ее наименьшего возрастания

Скорость изменения скалярной функции, взятую в любом направлении

Нет верного ответа

**Какой буквой обозначается напряженность электрического поля?**

- Н
- М
- +E
- U

**Какой буквой обозначается напряженность магнитного поля?**

- +Н
- М
- Е
- U

**Какие заряды называют свободными?**

+Заряды, которые под действием сил поля могут свободно перемещаться в веществе, их перемещение не ограничивается внутримолекулярными силами

Заряды, которые под действием сил поля не могут свободно перемещаться в веществе, их перемещение не ограничивается внутримолекулярными силами

Заряды, которые под действием сил поля не могут свободно перемещаться в веществе, их перемещение ограничивается внутримолекулярными силами

Заряды, которые под действием сил поля могут свободно перемещаться в веществе, их перемещение ограничивается внутримолекулярными силами

**Какие заряды называют связанными?**

Заряды, не входящие в состав вещества и удерживаемые в определенных положениях внутримолекулярными силами

+Заряды, входящие в состав вещества и удерживаемые в определенных положениях внутримолекулярными силами

Заряды, входящие в состав вещества и не удерживаемые в определенных положениях внутримолекулярными силами

Нет верного ответа

**Как иначе называют вектор электрической индукции?**

+Электрического смещения

Электрического напряжения

Электрического освещения

Электрического потенциала

**Какой буквой обозначается вектор электрической индукции?**

- М
- +D
- Р
- Е

**Теорема Гаусса в интегральной форме:**

$$\oint_s U d\vec{s} = \sum q_{своб}$$

$$+ \oint_s \vec{D} d\vec{s} = \sum q_{своб}$$

$$\oint_s U dE = \sum q_{своб}$$

$$\oint_s \vec{D} d\vec{s} = \sum I$$

**Теорема Гаусса в дифференциальной форме:**

$$+ \operatorname{div} \vec{D} = \rho_{своб}$$

$$\oint_s \vec{D} d\vec{s} = \sum q_{своб}$$

$$\oint_s U d\vec{s} = \sum q_{\text{своб}}$$

$$\operatorname{div} \vec{D} = E_{\text{своб}}$$

**В каких единицах измеряется объемная плотность заряда?**

- Кл/м<sup>2</sup>
- +Кл/м<sup>3</sup>
- Кл/м
- Кл/м<sup>4</sup>

**В каких единицах измеряется линейная плотность заряда?**

- Кл/м<sup>2</sup>
- Кл/м<sup>3</sup>
- +Кл/м
- Кл/м<sup>4</sup>

**В каких единицах измеряется поверхностная плотность заряда?**

- +Кл/м<sup>2</sup>
- Кл/м<sup>3</sup>
- Кл/м
- Кл/м<sup>4</sup>

**Какое выражение справедливо для потенциального поля?**

- +  $\operatorname{rot} \vec{E} = 0$
- $\operatorname{div} \vec{E} = 0$
- $\operatorname{grad} \vec{E} = 0$
- $\operatorname{rot} \vec{E} = 1$

**Какое выражение справедливо для вихревого поля?**

- $\operatorname{rot} \vec{B} = 0$
- +  $\operatorname{div} \vec{B} = 0$
- $\operatorname{grad} \vec{B} = 0$
- $\operatorname{rot} \vec{E} = 1$

**Какие граничные условия выполняются на границе проводящее тело-диэлектрик?**

- +Отсутствует тангенциальная составляющая напряженности поля
- Присутствует тангенциальная составляющая напряженности поля
- Оба варианта верны
- Оба варианта неверны

**Какие граничные условия выполняются на границе диэлектрик-диэлектрик?**

- Отсутствует тангенциальная составляющая напряженности поля
- +Равны тангенциальные составляющие напряженности поля
- Неравны тангенциальные составляющие напряженности поля
- Тангенциальная составляющая напряженности поля равны бесконечности

**Какие граничные условия выполняются на границе диэлектрик-диэлектрик?**

- Равны тангенциальные составляющие напряженности поля
- Равны нормальные составляющие электрической индукции
- +Оба варианта верны
- Оба варианта неверны

**Формула для определения емкости между двумя телами:**

- +  $C = \frac{Q}{U}$
- $C = \frac{Q}{I}$

$$C = \frac{I}{U}$$

$$C = \frac{R}{U}$$

**В каких единицах измеряется емкость?**

- А
- +Ф
- В
- Кл

**Формула связи напряженности электрического поля и потенциала:**

$$+ \vec{E} = -grad\varphi$$

$$\vec{E} = grad\varphi$$

$$\vec{E} = rot\varphi$$

$$\vec{E} = div\varphi$$

**Электромагнитное поле – это:**

+ Вид материи, определяющийся двумя векторными величинами, которые характеризуют электрическое и магнитное поля и различаются воздействием на заряд неподвижный или движущийся в поле

Вид материи, определяющийся двумя скалярными величинами, которые характеризуют электрическое и магнитное поля и различаются воздействием на заряд неподвижный или движущийся в поле

Вид материи, определяющийся двумя векторными величинами, которые характеризуют электрическое и магнитное поля, но ничем не различаются

Нет верного ответа

**Электрическое поле проявляется:**

+ Воздействием на неподвижный заряд (заряженную частицу) с силой пропорциональной заряду

Воздействием на подвижный заряд (заряженную частицу) с силой пропорциональной заряду

Воздействием на неподвижный заряд (заряженную частицу) с силой обратно пропорциональной заряду

Воздействием на подвижный заряд (заряженную частицу) с силой обратно пропорциональной заряду

**Вектор напряженности электрического поля:**

+ Численно равен силе, действующей на единичный заряд, помещенный в данную точку поля

Численно равен силе, действующей на любой заряд, помещенный в данную точку поля

Численно равен силе, действующей на единичный заряд, помещенный в любую точку поля

Все ответы верны

**Линией напряженности (индукции), называется линия:**

+ Касательная, к которой в каждой точке совпадает с направлением вектора напряженности (индукции)

Секущая, к которой в каждой точке совпадает с направлением вектора напряженности (индукции)

Оба ответа верны

Нет верного ответа

**Является ли электромагнитное поле носителем энергии?**

Нет

+ Да

Таких данных нет

Поля не существует

**Первое уравнение ЭМП (закон полного тока) устанавливает связь между...**

+ Электрическим током и напряженностью магнитного поля

Электрическим током и напряженностью электрического поля



Электрическим током электрического поля и напряженностью магнитного поля

Электрическим током магнитного поля и напряженностью электрического поля

**Электростатическое поле – это:**

+Поле неподвижных зарядов при отсутствии электрических токов и магнитных полей (намагниченных тел)

Поле подвижных зарядов при отсутствии электрических токов и магнитных полей (намагниченных тел)

Поле неподвижных зарядов при наличии электрических токов и магнитных полей (намагниченных тел)

Поле подвижных зарядов при наличии электрических токов и магнитных полей (намагниченных тел)

**Условие  $\text{rot } E=0$  свидетельствует, что...**

+Электростатическое поле имеет безвихревой характер

Электростатическое поле имеет вихревой характер

Нет такого условия

Нет верного ответа

**Поле называют потенциальным, если:**

+Ротор напряженности поля равен нулю

Ротор напряженности поля не равен нулю

Ротор напряженности поля равен единице

Нет верного ответа

**Линии напряженности поля ...**

+Нормальны к поверхностям равного потенциала

Перпендикулярны к поверхностям равного потенциала

Тангенциальны к поверхностям равного потенциала

Нет верного ответа

**Для защиты электроизмерительных приборов от влияния посторонних магнитных полей:**

+Их системы помещают в массивные замкнутые или почти замкнутые оболочки из ферромагнитного материала

Их системы помещают в массивные замкнутые или почти замкнутые оболочки из диамагнитного материала

Их системы помещают в массивные замкнутые или почти замкнутые оболочки из парамагнитного материала

Все ответы верны

**Магнитными экранами называют:**

+Оболочки из ферромагнитного материала

Оболочки из парамагнитного материала

Оболочки из диамагнитного материала

Все ответы верны

**Явление поверхностного эффекта объясняется...**

+Затуханием электромагнитного поля при проникновении в глубь проводника

Усилением электромагнитного поля при проникновении в глубь проводника

Затуханием электромагнитного поля на поверхности проводника

Усилением электромагнитного поля на поверхности проводника

**Для существования электрического тока в проводнике необходимо наличие:**

Свободных частиц

Свободных заряженных частиц

Электрического поля

+Свободных заряженных частиц и электрического поля

**Индукционный ток в проводнике возникает:**

+При изменении магнитного потока, пронизывающего замкнутый проводник

При наличии свободных заряженных частиц в проводнике

При наличии магнитного поля

При наличии заряженных частиц в проводнике

**Источником электромагнитного поля служит:**

Неподвижный заряд

Движущийся заряд

+Ускоренно движущийся электрический заряд

Постоянный магнит

**Переменное электрическое поле является вихревым, так как силовые линии:**

У этого поля отсутствуют

Начинаются на положительных зарядах

Начинаются на отрицательных зарядах

+Замкнуты

**Электромагнитное поле распространяется в пространстве в виде:**

Продольной электромагнитной волны

+Поперечной электромагнитной волны

Потока заряженных частиц

Механических волн

**Вокруг проводника с током можно обнаружить:**

Только электрическое поле

Только магнитное поле

+Электрическое и магнитное поле

Гравитационное поле

**Электромагнитное поле образуют:**

Электрическое и магнитное поля, существующие в данной области пространства

Постоянные магниты

+Переменные электрическое и магнитное поля, порождающие друг друга

Неподвижные заряды

**Электромагнитное поле можно обнаружить около:**

Неподвижного заряда

Неподвижного магнита

Движущегося с постоянной скоростью заряда

+Ускоренно движущегося электрического заряда

**Переменное магнитное поле является вихревым, так как:**

У него нет силовых линий

Силовые линии горизонтальны

Силовые линии не замкнуты

+Силовые линии замкнуты

**Колебания векторов напряженности электрического поля и магнитной индукции происходят в плоскостях, которые:**

Параллельны направлению распространения волны

+Перпендикулярны направлению распространения волны

Не связаны с направлением распространения волны

Постоянно меняют свою ориентацию по отношению к направлению распространения волны

**Линии магнитного поля всегда...**

Замкнуты, непрерывны, иногда пересекаются

+Незамкнуты, непрерывны, не пересекаются, выходят из северного и заходят в южный полюс

Замкнуты, непрерывны, не пересекаются, выходят из северного и заходят в южный полюс

Незамкнуты, непрерывны, не пересекаются, выходят из центра магнита

**Линии магнитного поля прямого проводника с током – это:**

Вокруг проводника с током нет магнитного поля

+Замкнутые концентрические окружности, охватывающие проводник

Прямые линии, направленные всегда по перпендикуляру к поверхности проводника

Кривые линии, выходящие из одного конца проводника

**Чтобы поменять магнитные полюсы катушки с током на противоположные, нужно:**

Изменить силу тока в катушке

Изменить количество витков в катушке

Ввести в катушку железный сердечник

+Изменить направление тока в катушке

**Что образуется в пространстве вокруг неподвижных электрических зарядов?**

Магнитное поле

+Электрическое поле

Электромагнитное поле

Вакуум.

**Около чего наиболее сильно проявляется магнитное действие любого магнита?**

Оси магнита

Магнитной линии

Магнитной аномалии

+Полюса магнита

**Верное утверждение о силовых линиях вихревого электрического и магнитного полей:**

+Силовые линии этих полей замкнуты

Силовые линии этих полей разомкнуты

У магнитного поля силовые линии замкнуты, а у вихревого электрического разомкнуты

У вихревого электрического поля силовые линии замкнуты, а у магнитного разомкнуты

**Верное утверждение о силовых линиях вихревого электрического и электростатического полей:**

Силовые линии этих полей замкнуты

Силовые линии этих полей начинаются на положительных зарядах, а заканчиваются на отрицательных

+У вихревого электрического поля силовые линии замкнуты; а у электростатического начинаются на положительных зарядах, а заканчиваются на отрицательных

Силовые линии этих полей начинаются на отрицательных зарядах, а заканчиваются на положительных

**Какую форму имеют силовые линии магнитного поля прямого тока?**

Окружности

+Концентрические замкнутые линии, которые охватывают проводник с током

Кривые, которые располагаются около проводника

Спиралевидные линии

**Кто был первым, кто высказал предположение о том, что если магнитное поле сквозь замкнутый проводящий контур меняется, то оно способно породить электрический ток?**

Гилберт

Эрстед

Ампер

+Фарадей

**Электромагнитная индукция – это явление порождения в пространстве...**

+Электрического поля переменным магнитным

Магнитного поля электрическим зарядом

Электрического тока в замкнутом проводнике

Магнитного поля движущимися зарядами

**Превращения энергии, происходящие в процессе работы турбогенератора:**

Тепловая энергия топлива преобразуется в электрическую энергию

Тепловая энергия топлива преобразуется в магнитную энергию

+Потенциальная энергия воды преобразуется в электрическую энергию тока

Потенциальная энергия воды преобразуется в магнитную энергию

Таблица 1.7 – Критерии оценки сформированности компетенций

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)   | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)  |   |   |
|--|---|---|---|
|  | на базовом уровне   | на повышенном уровне  |   |
|  | соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла  | соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла   | соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла   |
| ИД-1 <sub>ПКос-1</sub><br>Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент, в основном, владеет материалом по теме, знает основные понятия электромагнитного поля, на базовом уровне владеет знаниями о градиенте, дивергенции, роторе, но не может написать уравнение Максвелла в дифференциальной форме; студент на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент хорошо разбирается в теории электромагнитного поля, знает основные понятия и законы, может провести аналогию электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем, но уравнения электромагнитного поля в интегральной форме вызывают затруднения, студент способен самостоятельно осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент владеет теорией электромагнитного поля, знает основные понятия и законы, может провести аналогию электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем, написать уравнения электромагнитного поля в интегральной форме и уравнение Максвелла в дифференциальной форме, знает теорему Умова-Пойнтинга, явление поверхностного эффекта; студент способен с высоким уровнем самостоятельности осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |

## 2 ОЦЕНИВАНИЕ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ

### 2.1 Оценивание письменных работ студентов, регламентируемых учебным планом

#### Курсовая работа «Расчет переходных процессов в электрических цепях».

Типовая курсовая работа, выполняется по вариантам в соответствии с методическими указаниями.

Таблица 2.1 – Формируемые компетенции (или их части)

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)  | Оценочные материалы и средства                    |
|--|---|---|
| ПК <sub>ос</sub> -1. Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Проверка содержания КР. Защита КР (собеседование) |

Таблица 2.2 – Критерии оценки курсовой работы

| Показатели  | Количество баллов |              |
|---|-------------------|--------------|
|   | минимальное       | максимальное |
| Соблюдение графика выполнения КР                                | 15                | 30           |
| Содержание и присутствие элементов научных исследований в КР    | 5                 | 10           |
| Защита КР   | 25                | 50           |
| Активность при выполнении КР или при публичной защите других КР | 5                 | 10           |
| Итого:  | 50                | 100          |

Оценка сформированности компетенций при выполнении и защите курсовой работы осуществляется по блокам: «Содержание и присутствие элементов научных исследований в КР» и «Защита КР».

Критерии оценивания сформированности компетенций представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Критерии оценки сформированности компетенций по курсовой работе

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)   | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)  |  |   |
|--|---|--|---|
|  | на базовом уровне   | на повышенном уровне   |   |
|  | соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла  | соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла  | соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла   |
| ПК <sub>ос</sub> -1. Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент, в основном, владеет материалом по теме, работу выполнил до конца семестра, при выполнении работы использовал пакет Mathcad, но не освоил встроенные функции, знает законы коммутации, умеет рассчитывать переходные процессы классическим и операторным методами в линейных электрических цепях; при защите КР приводит неточную аргументацию теоретических положений; студент на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент выполнил работу в срок, при выполнении работы использовал пакет Mathcad на хорошем уровне, знает законы коммутации; самостоятельно умеет рассчитывать переходные процессы классическим и операторным методами в линейных электрических цепях, но неуверенно рассчитывает нелинейные цепи; при защите КР по существу отвечает на поставленные вопросы, с небольшими погрешностями приводит формулировки определений, в ответах допускает небольшие пробелы, не искажающие их содержания; студент способен самостоятельно осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Работа выполнена и защищена до окончания обозначенного срока с соблюдением правил оформления; студент показывает глубокое и полное знание и понимание всего программного материала, освоил пакет Mathcad и успешно использовал его при выполнении расчетов по курсовой работе, знает законы коммутации, уверенно умеет рассчитывать переходные процессы классическим и операторным методами в линейных электрических цепях, рассчитывает переходные процессы в нелинейных цепях; самостоятельно и аргументированно осуществляет анализ, обобщения и выводы по выполненной работе; студент способен с высоким уровнем самостоятельности осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |

Базовый уровень сформированности компетенции, соответствующий оценке «удовлетворительно», считается достигнутым, если студент по итогам подготовки и защиты курсовой работы набирает от 50 до 64 баллов, повышенный уровень считается достигнутым, если студент набирает от 65 до 100 баллов, при этом оценке «хорошо» соответствует 65-85 баллов, оценке «отлично» 86-100 баллов.

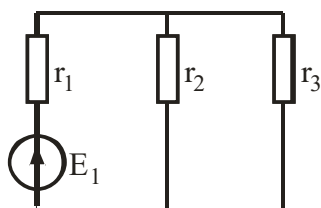
## 2.2 Оценивание письменных работ студентов, не регламентируемых учебным планом

### Контрольные работы по модулю 1

Задачи для контрольной работы № 1:

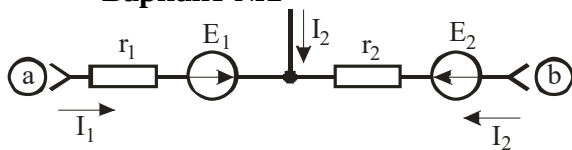
(студент получает 1 задачу методом случайной выборки)

#### Вариант №1



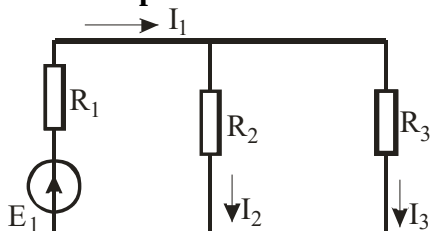
Ток во второй ветви 9 А при  $E_1=72$  В,  $r_2=4$  Ом. Определить ток первой ветви, если ЭДС  $E_1$  перенести во вторую ветвь, уменьшив ее в 3 раза,  $E_2=E_1/3$ .

#### Вариант №2



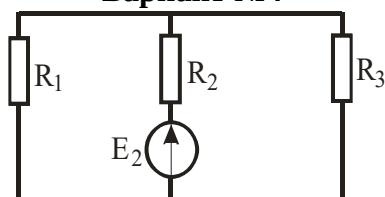
Определить напряжение  $U_{ab}$ , если  $I_3=8$  А,  $I_2=3$  А,  $r_1=10$  Ом,  $r_2=15$  Ом,  $E_1=36$  В,  $E_2=6$  В.

#### Вариант №3



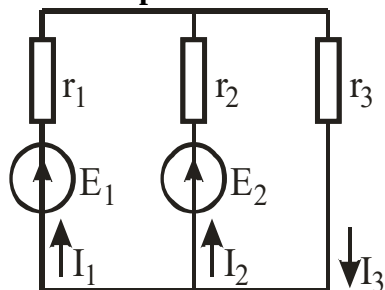
Дано:  
 $E_1=72$  В,  $R_1=30$  Ом,  $R_2=4$  Ом,  $R_3=12$  Ом.  
 Определить токи  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ .

#### Вариант №4

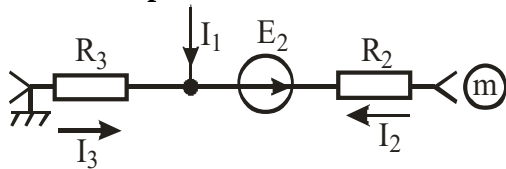


Ток в первой ветви  $I_1=6$  А, а при  $E_2=48$  В,  $R_1=3$  Ом,  $R_2=4$  Ом.  
 Определить ток второй ветви, если ЭДС  $E_2$  перенести в первую ветвь.

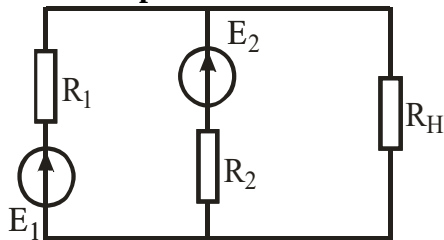
#### Вариант № 5



Дано:  
 $E_1=72$  В,  $E_2=48$  В,  $r_1=3$  Ом,  $r_2=4$  Ом,  $r_3=12$  Ом.  
 Найти  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  методом двух узлов.

**Вариант №6**

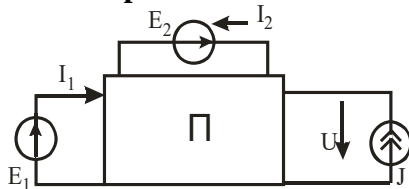
Определить ток  $I_2$  и потенциал точки  $m$ , если  $I_1=2$  А,  $I_3=10$  А,  $R_2=5$  Ом,  $E_2=15$  В,  $R_3=10$  Ом.

**Вариант №7**

Определить, при каком значении сопротивления  $R_H$  в нем выделяется максимальная мощность.

**Вариант №8**

От вибрации нарушился контакт стоваттной лампочки с патроном. Какова наибольшая мощность, которая может расходоваться на нагрев патрона, если сопротивление лампочки считать неизменным?

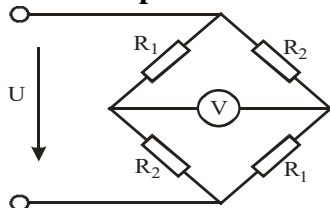
**Вариант №9**

Пассивная электрическая цепь мощностью 100 Вт питается двумя источниками ЭДС  $E_1=50$  В,  $E_2=20$  В и одним источником тока  $J=2$  А.

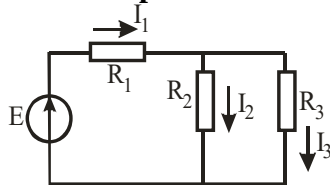
Определить напряжение  $U$  на источнике тока, если  $I_1=3$  А,  $I_2=1$  А.

**Вариант №10**

Измерены значения напряжения и тока на выходе активного двухполюсника для двух режимов:  $U_1=30$  В,  $I_1=3$  А;  $U_2=20$  В,  $I_2=5$  А. Определить параметры эквивалентного генератора.

**Вариант №11**

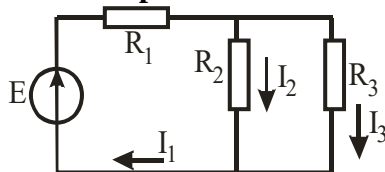
Найти показание вольтметра, если  $U=90$  В;  $R_1=10$  Ом,  $R_2=20$  Ом.

**Вариант №12**

Дано:

$E=40$  В,  $R_1=30$  Ом,  $R_2=20$  Ом.

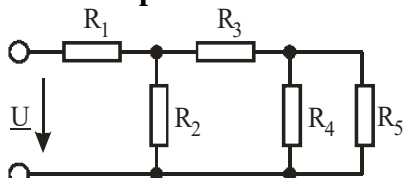
Определить:  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ , напряжение на параллельном участке.

**Вариант №13**

Дано:

$E=30$  В,  $R_1=15$  Ом,  $R_2=R_3=30$  Ом.

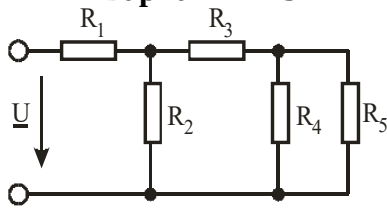
Определить  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  и напряжение на параллельном участке.

**Вариант №14**

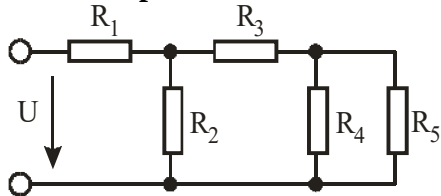
Дано:

$R_1=3$  Ом,  $R_2=6$  Ом,  $R_3=4$  Ом,  $R_4=4$  Ом,  $R_5=6$  Ом,  $U=30$  В.

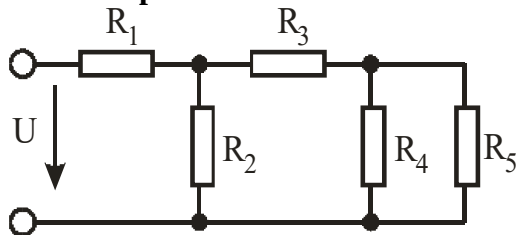
Найти:  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_5$ .

**Вариант №15**

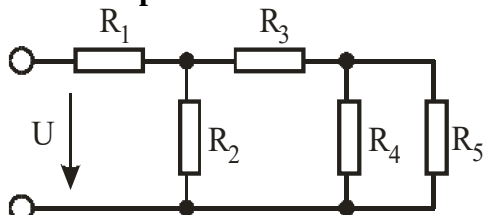
Дано:

 $R_1=4 \text{ Ом}, R_2=4 \text{ Ом}, R_3=6 \text{ Ом}, R_4=4 \text{ Ом}, R_5=6 \text{ Ом}, I_2=2 \text{ А}.$ 
Найти:  $I_1, I_3, I_4, I_5, U.$ **Вариант №16**

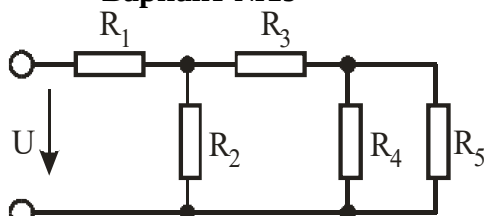
Дано:

 $R_1=2 \text{ Ом}, R_2=5 \text{ Ом}, R_3=6 \text{ Ом}, R_4=2 \text{ Ом}, R_5=8 \text{ Ом}, U=40 \text{ В}.$ 
Определить:  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5.$ **Вариант №17**

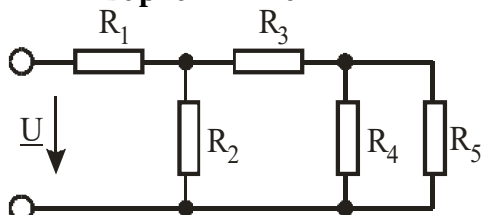
Дано:

 $R_1=2 \text{ Ом}, R_2=4 \text{ Ом}, R_3=6 \text{ Ом}, R_4=2 \text{ Ом}, R_5=8 \text{ Ом}, I_4=4 \text{ А}.$ 
Найти:  $I_1, I_2, I_3, I_5, U.$ **Вариант №18**

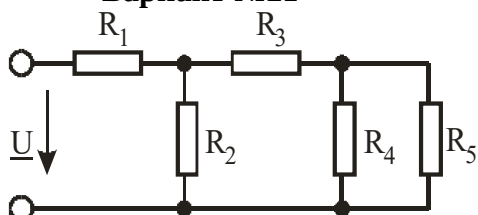
Дано:

 $R_1=10 \text{ Ом}, R_2=20 \text{ Ом}, R_3=10 \text{ Ом}, R_4=10 \text{ Ом}, R_5=20 \text{ Ом}, U=80 \text{ В}.$ 
Найти:  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5.$ **Вариант №19**

Дано:

 $R_1=10 \text{ Ом}, R_2=20 \text{ Ом}, R_3=10 \text{ Ом}, R_4=20 \text{ Ом}, R_5=30 \text{ Ом}, I_3=5 \text{ А}.$ 
Найти:  $I_1, I_2, I_4, I_5, U.$ **Вариант №20**

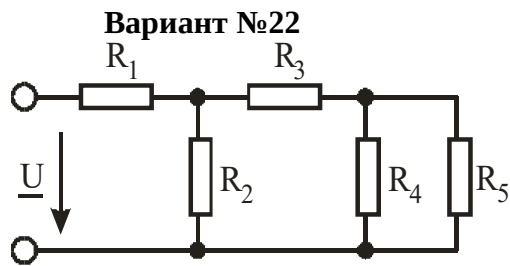
Дано:

 $R_1=10 \text{ Ом}, R_2=10 \text{ Ом}, R_3=20 \text{ Ом}, R_4=20 \text{ Ом}, R_5=30 \text{ Ом}, I_2=5 \text{ А}.$ 
Найти:  $I_1, I_3, I_4, I_5, U.$ **Вариант №21**

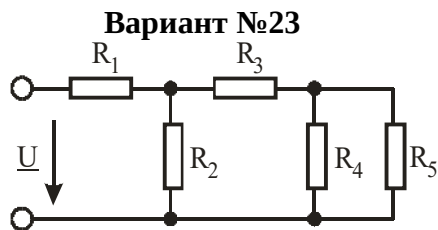
Дано:

 $R_1=8 \text{ Ом}, R_2=4 \text{ Ом}, R_3=6 \text{ Ом}, R_4=20 \text{ Ом}, R_5=30 \text{ Ом}, U=60 \text{ В}.$ 
Найти:  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5.$

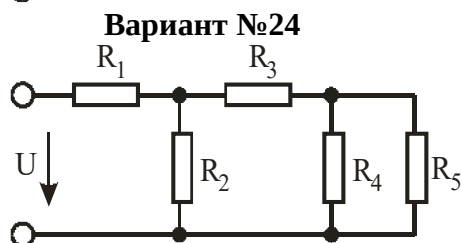




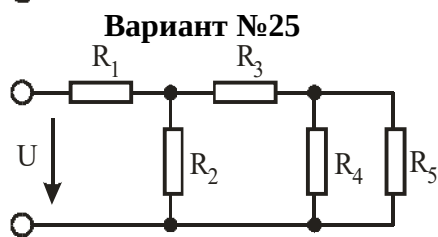
Дано:  
 $R_1=8 \text{ Ом}$ ,  $R_2=4 \text{ Ом}$ ,  $R_3=6 \text{ Ом}$ ,  $R_4=20 \text{ Ом}$ ,  
 $R_5=30 \text{ Ом}$ ,  $I_2=5 \text{ А}$ .  
 Найти:  $I_1$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_5$ ,  $\underline{U}$ .



Дано:  
 $R_1=8 \text{ Ом}$ ,  $R_2=4 \text{ Ом}$ ,  $R_3=6 \text{ Ом}$ ,  $R_4=20 \text{ Ом}$ ,  
 $R_5=30 \text{ Ом}$ ,  $I_5=3 \text{ А}$ .  
 Найти:  $I_1$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_2$ ,  $U$ .



Дано:  
 $R_1=12 \text{ Ом}$ ,  $R_2=10 \text{ Ом}$ ,  $R_3=8 \text{ Ом}$ ,  $R_4=12 \text{ Ом}$ ,  
 $R_5=18 \text{ Ом}$ ,  $U=120 \text{ В}$ .  
 Найти:  $I_1$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_2$ ,  $I_5$ .



Дано:  
 $R_1=8 \text{ Ом}$ ,  $R_2=12 \text{ Ом}$ ,  $R_3=10 \text{ Ом}$ ,  $R_4=10 \text{ Ом}$ ,  
 $R_5=20 \text{ Ом}$ ,  $I_4=1 \text{ А}$ .  
 Найти:  $I_1$ ,  $I_3$ ,  $U$ ,  $I_2$ ,  $I_5$ .

**Вариант №26**

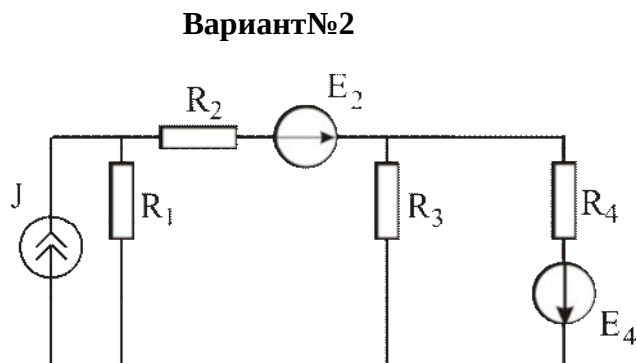
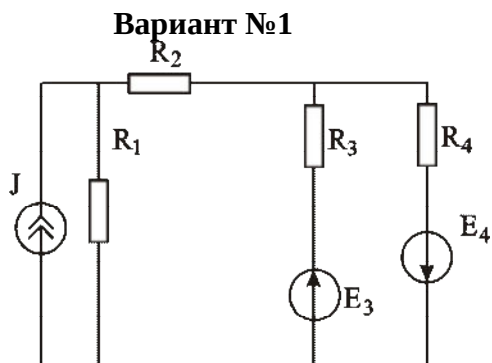
Зажимы активного двухполюсника замкнуты на сопротивление  $R$ . При двух различных значениях этого сопротивления измерены соответствующие значения тока:  $R_1=3 \text{ Ом}$ ,  $I_1=6 \text{ А}$ ;  $R_2=8 \text{ Ом}$ ,  $I_2=3,5 \text{ А}$ . Определить параметры эквивалентного генератора.

Задачи для контрольных работ № 2 и № 3:

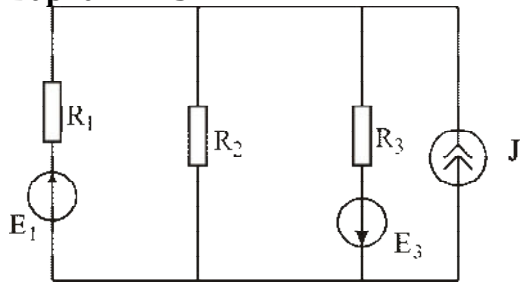
(студент получает задачу методом случайной выборки)

**Контрольная работа № 2** - Составить систему уравнений по ЗК, МКТ для предлагаемой схемы

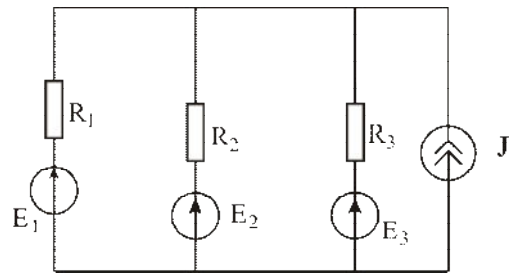
**Контрольная работа № 3** - Составить систему уравнений по МУП, МЭГ для предлагаемой схемы



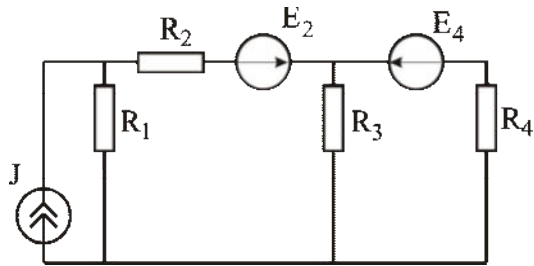
**Вариант №3**



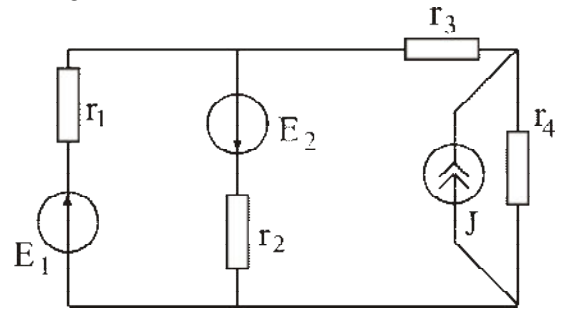
**Вариант №4**



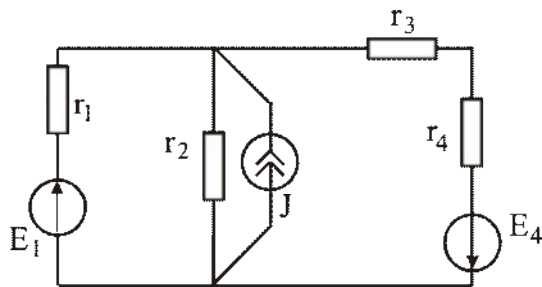
**Вариант №5**



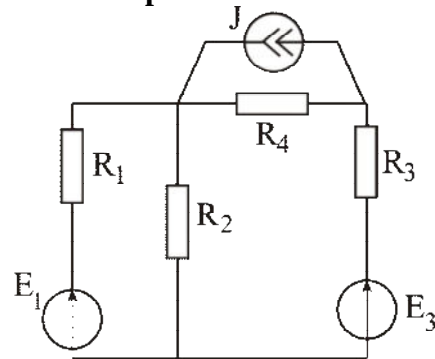
**Вариант №6**



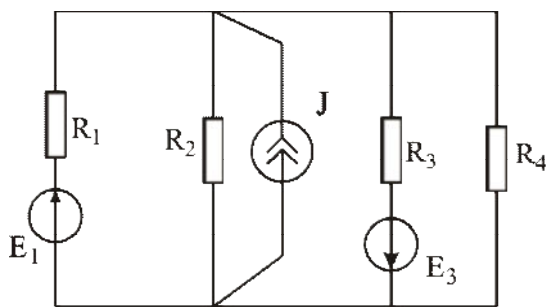
**Вариант №7**



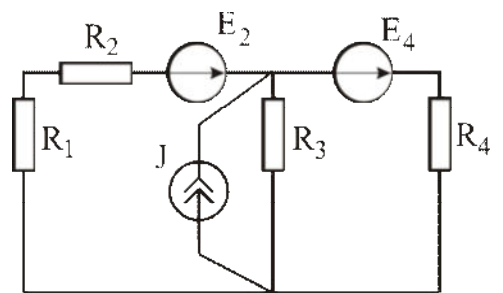
**Вариант №8**



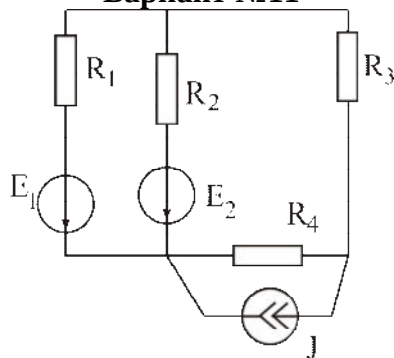
**Вариант №9**



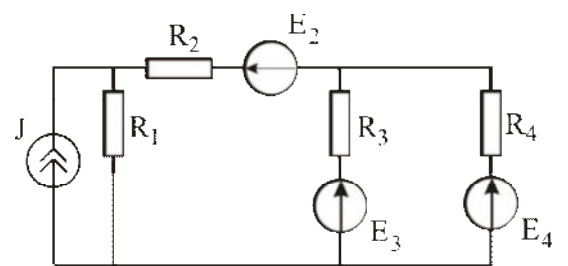
**Вариант №10**



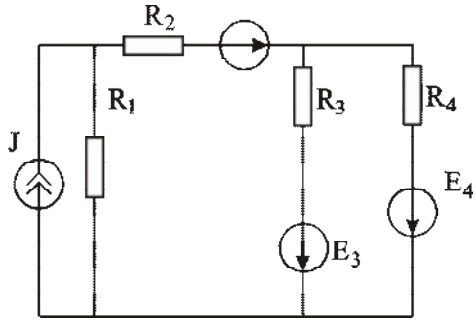
**Вариант №11**



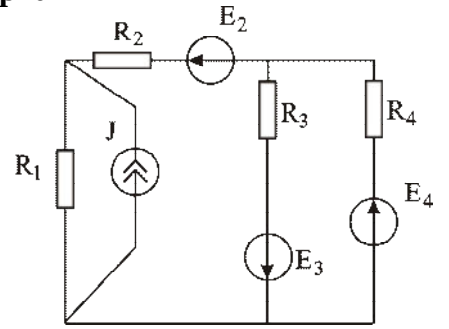
**Вариант №12**



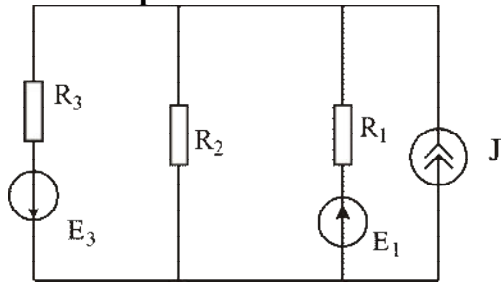
**Вариант №13**



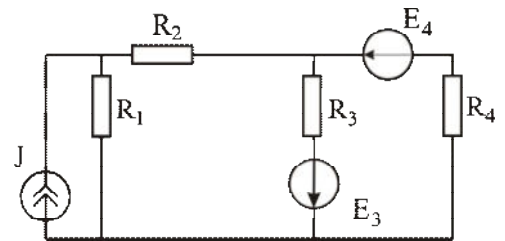
**Вариант №14**



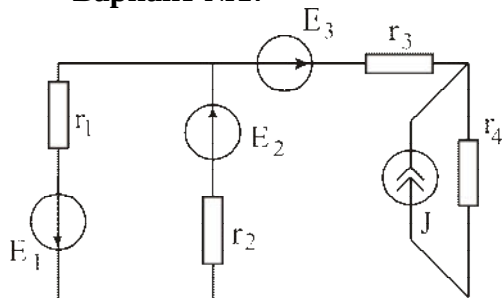
**Вариант №15**



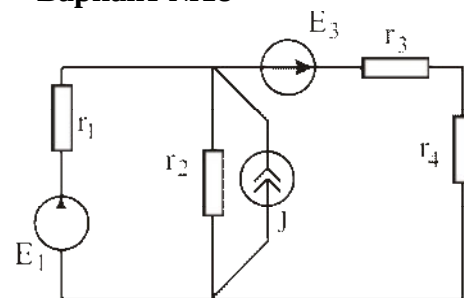
**Вариант №16**



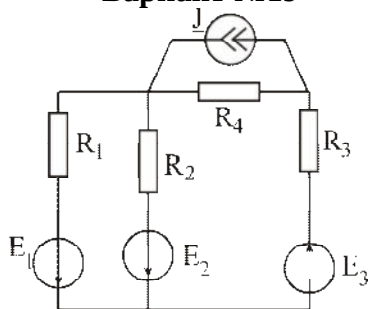
**Вариант №17**



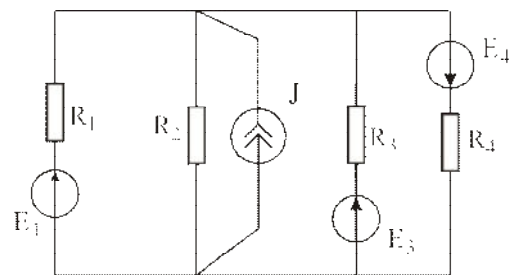
**Вариант №18**



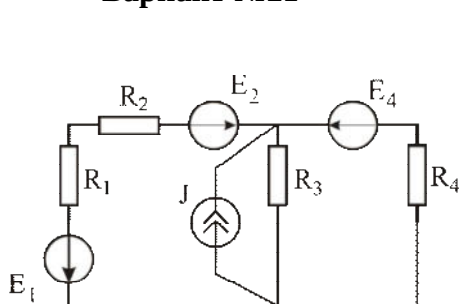
**Вариант №19**



**Вариант №20**



**Вариант №21**



**Вариант №22**

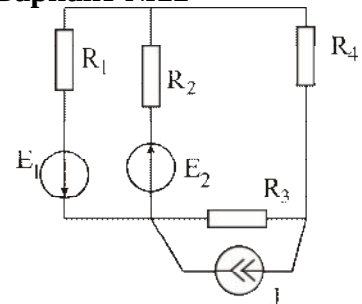


Таблица 2.4 – Критерии оценки контрольных работ

| Показатели                  | Количество баллов |              |
|-----------------------------|-------------------|--------------|
|                             | минимальное       | максимальное |
| Правильность решения задачи | 15                | 30           |
| Итого:                      | 15                | 30           |

Критерии оценивания сформированности компетенций представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Критерии оценивания сформированности компетенции

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)   | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)   |   |
|--|--|---|
|  | на базовом уровне  | на повышенном уровне  |
| ИД-1 <sub>ПКос-1</sub><br>Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент, в основном, разбирается в понятиях «электрическая цепь», «электрический ток», «напряжение», знает законы Ома и Кирхгофа, ориентируется в методах решения задач; студент на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент разбирается в понятиях «электрическая цепь», «электрический ток», «напряжение», в топологических элементах цепи, знает законы Ома и Кирхгофа, знает методы решения задач; студент способен с высоким уровнем самостоятельности осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |

Базовый уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если студент по итогам выполнения работы набирает от 15 до 19 баллов, повышенный уровень считается достигнутым, если студент набирает от 20 до 30 баллов.

## Контрольные работы по модулю 2

*Задачи для контрольной работы № 1:*

(студент получает 2 задачи методом случайной выборки)

### Вариант № 1

Указать последовательную схему замещения, определить ее параметры, построить треугольники сопротивлений и векторную диаграмму напряжений, если  $u = 112 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$  В,

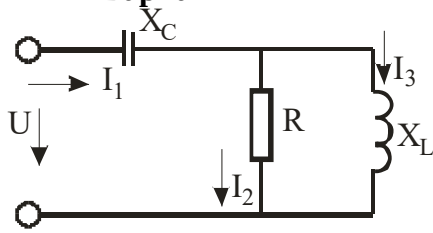
$$i = 2,8 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ А.}$$

### Вариант № 2

Комплексное сопротивление нагрузки  $Z_H = (40 + j30)$  Ом. Определить емкость, включение которой параллельно нагрузке увеличивает коэффициент мощности до единицы,  $f = 50$  Гц. Построить векторную диаграмму.

### Вариант № 3

Мгновенные значения напряжения и тока пассивного двухполюсника  $u = 112 \sin(\omega t - 11^\circ)$  В,  $i = 2,8 \sin(\omega t + 56^\circ)$  А. Указать параллельную схему замещения (д, в), определить ее параметры и сопротивление реактивного элемента, включение которого увеличивает коэффициент мощности до единицы. Построить векторную диаграмму.

**Вариант № 4**

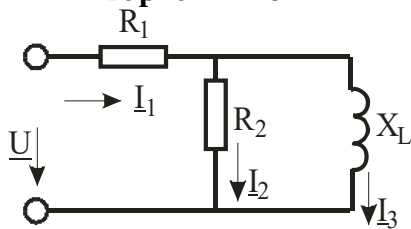
Дано:  $I_2=2$  А,  $X_C=20$  Ом,  $R=10$  Ом,  $X_L=10$  Ом.  
 Определить  $U$ ,  $I$ ,  $I_3$ . Построить векторную диаграмму

**Вариант № 5**

Мгновенные значения напряжения и тока пассивного двухполюсника

$$u = 100\sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right) \text{ В}, \quad i = 2\sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ А.}$$

Записать комплексные действующие значения напряжения и тока, найти последовательную схему замещения ( $r$ ,  $x$ ), построить векторную диаграмму.

**Вариант №6**

Дано:  $I_3=2$  А,  $X_L=10$  Ом,  $R_1=R_2=10$  Ом.

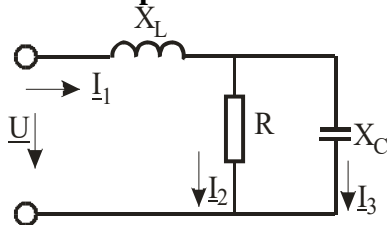
Определить  $U$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ , построить векторную диаграмму

**Вариант № 7**

Изобразить параллельную схему замещения приемника ( $d$ ,  $b$ ) и определить ее параметры,

если  $u = 100\sqrt{2} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ В}, \quad i = 2\sqrt{2} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ А.}$

Найти активную и реактивную составляющие действующего значения тока. Построить векторную диаграмму.

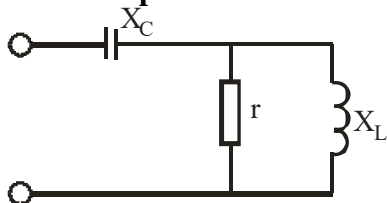
**Вариант № 8**

Дано:  $I_2=3$  А,  $R= X_L=X_C=10$  Ом.

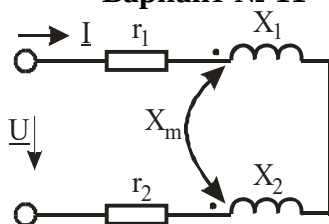
Определить  $U$ ,  $I_1$ ,  $I_3$ , построить ВД

**Вариант № 9**

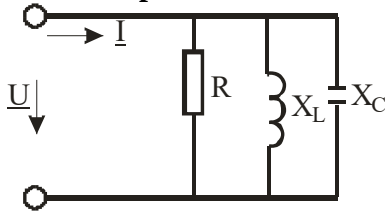
Комплексное сопротивление нагрузки  $Z_H=(60+j80)$  Ом. Определить ее параллельную схему замещения и емкость, включение которой увеличивает коэффициент мощности до единицы,  $f=50$  Гц. Построить векторную диаграмму.

**Вариант № 10**

Дано:  $r=10$  Ом,  $X_L=10$  Ом. Определить, при каком  $X_C$  в цепи наступит резонанс. Построить В.Д

**Вариант № 11**

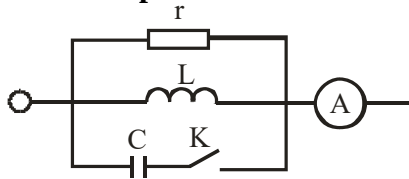
Дано:  $r_1=2$  Ом,  $r_2=4$  Ом,  $X_1=5$  Ом,  $X_2=4$  Ом,  $X_Z=7$  Ом,  $X_M=2$  Ом,  $U=100$  В. Определить  $Z$ ,  $I$ . Построить векторную диаграмму

**Вариант № 12**

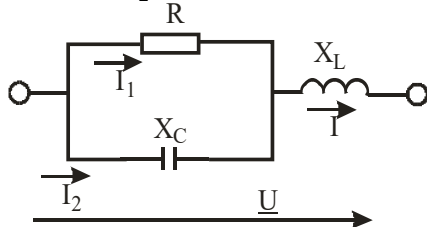
Дано:  $R=12$  Ом,  $X_L=24$  Ом,  $X_C=12$  Ом,  $U=100$  В.  
Определить ток  $I$ . Построить векторную диаграмму

**Вариант № 13**

В цепи с последовательным соединением  $r$ ,  $L$ ,  $C$ ,  $\varphi=45^\circ$ . Определить ток в цепи, индуктивное сопротивление, если  $U=141$  В,  $r_1=X_C=10$  Ом. Построить векторную диаграмму.

**Вариант № 14**

Как изменится показание амперметра в цепи синусоидального тока после замыкания рубильника  $k$ , если  $r = \omega L = \frac{1}{\omega C}$ ? Построить ВД

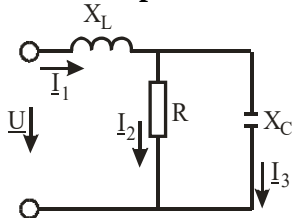
**Вариант № 15**

Дано:  $R=20$  Ом,  $X_C=20$  Ом,  $I=2$  А.

Определить  $X_L$ , при котором наступает резонанс и напряжение  $U$ , построить ВД

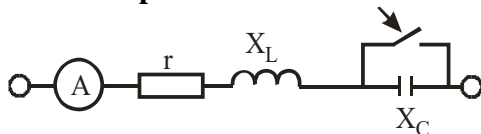
**Вариант № 16**

Активная мощность, ток и напряжение активно-индуктивного двухполюсника  $P=80$  Вт,  $U=80$  В,  $I=2$  А. Определить параметры  $R$ ,  $X$  последовательной схемы замещения. Построить ВД.

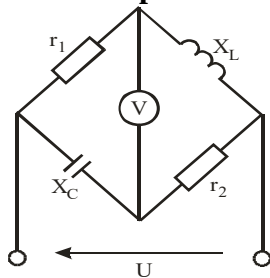
**Вариант № 17**

Дано:  $R=6$  Ом,  $X_C=8$  Ом,  $X_L=12$  Ом, активная мощность  $P=96$  Вт.

Определить  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $U$ . Построить ВД

**Вариант № 18**

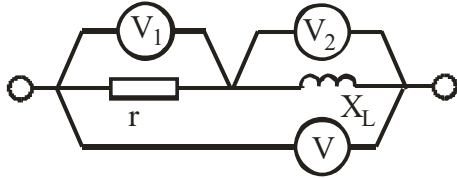
Дано:  $r=8$  Ом,  $X_L=6$  Ом. Каким должно быть  $X_C$ , чтобы при замыкании рубильника показание амперметра не изменилось?

**Вариант № 19**

Параметры цепи:  $r_1= r_2=10$  Ом,  $X_1= X_2=10$  Ом. Определить показание вольтметра, если  $U=200$  В

**Вариант № 20**

Измерены значения напряжения и тока на выходе активного двухполюсника для двух режимов:  $U_1=30$  В,  $I_1=3$  А;  $U_2=20$  В,  $I_2=5$  А. Определить параметры эквивалентного генератора.

**Вариант № 21**

Чему равно показание вольтметра V, включенного в цепь синусоидального тока, если V<sub>1</sub> показывает 24 В, r=16 Ом, X<sub>L</sub>=12 Ом? Построить ВД

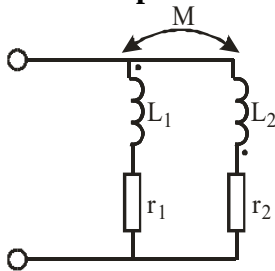
**Вариант № 22**

Определить комплексные действующие значения тока и напряжения, комплексное, активное, реактивное и полное сопротивления цепи, если  $i = 10\sqrt{2} \sin\left(314t - \frac{\pi}{6}\right)$  А,  $u = 100\sqrt{2} \sin\left(314t + \frac{\pi}{6}\right)$  В. Построить треугольник сопротивлений.

**Вариант № 23**

Мгновенные значения тока и напряжения  $i = 20\sqrt{2} \sin \omega t$  А и  $u = 100\sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$  В.

Определить их комплексные действующие значения, комплексную, активную, реактивную и полную проводимости ветви.

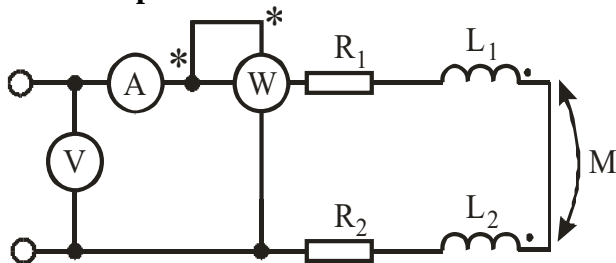
**Вариант № 24**

Составить эквивалентную схему замещения без индуктивных связей

**Вариант № 25**

Мгновенные значения тока и напряжения  $i = 5\sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$  А,  $u = 100\sqrt{2} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$  В.

Определить комплексные действующие значения тока и напряжения, комплексное, активное, реактивное и полное сопротивления цепи, построить ВД.

**Вариант № 26.**

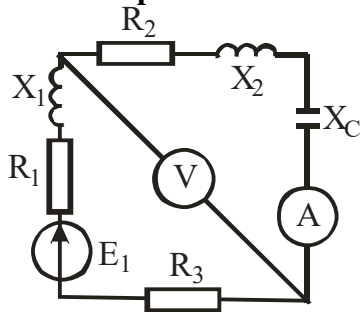
Что покажет ваттметр, если показания амперметра и вольтметра 11 А и 56 В,  $\omega L_1 = \omega L_2 = \omega M$  и  $r_1 = r_2$ ? Построить ВД

**Вариант № 27**

Мгновенные значения тока и напряжения  $i = 5\sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$  А,  $u = 100\sqrt{2} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right)$  В.

Определить их комплексные действующие значения, комплексную мощность, сдвиг фаз между током и напряжением. Построить ВД.

**Вариант № 28**

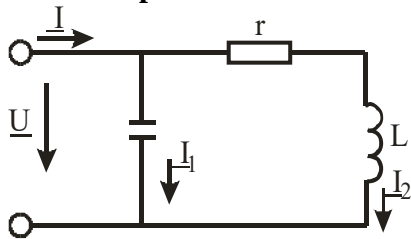


Дано:  $R_1=8$  Ом,  $R_2=10$  Ом,  $X_1=5$  Ом,  $X_2=16$  Ом,  $R_3=2$  Ом,  $X_C=6$  Ом. Определить показания амперметра и вольтметра, построить ВД

**Вариант № 29**

Напряжение и ток пассивного двухполюсника  $\underline{U}=(40-j40)$  В,  $\underline{I}=(7+j4)$  А. Вычислить  $\underline{Z}$ ,  $\underline{Y}$ ,  $\varphi$ ,  $U_a$ ,  $U_p$ ,  $I_a$ ,  $I_p$ . Построить ВД.

**Вариант № 30**

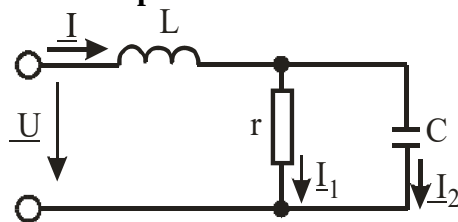


$I_1=3$  А,  $I_2=5$  А,  $U_C=60$  В (резонанс).  
Найти:  $\underline{I}$ ,  $\underline{U}_L$ ,  $\underline{U}_r$ , P. Построить ВД

**Вариант № 31**

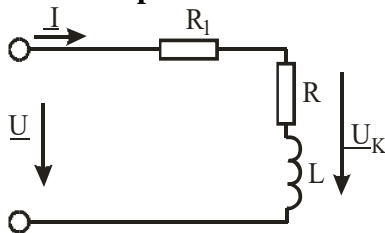
Комплексное напряжение и ток пассивного двухполюсника  $\underline{U}=100e^{j\pi/6}$  В,  $\underline{I}=(7+j24)$  А. Вычислить  $\underline{Z}$ ,  $\underline{Y}$ ,  $\varphi$ , P, Q, S. Построить ВД.

**Вариант № 32**



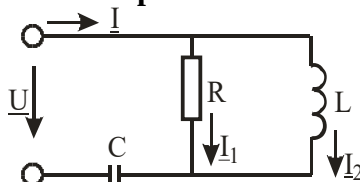
$X_C=2$  Ом,  $U_C=10$  В, P=50 Вт.  
Найти:  $\underline{I}$ ,  $\underline{U}$ ,  $\underline{I}_1$ ,  $\underline{I}_2$ . Построить ВД. При условии резонанса

**Вариант № 33**



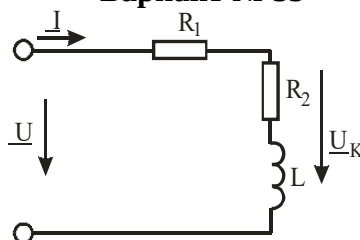
$R=3$  Ом,  $L=25$  мГн,  $R_1=10$  Ом,  $U=120$  В,  $f=50$  Гц.  
Определить  $\underline{U}_к$ . Построить ВД

**Вариант № 34**



$R=100$  Ом,  $I_2=4$  А,  $U_L=300$  В.  
Определить  $\underline{U}$ ,  $\underline{I}$ ,  $\underline{I}_1$ , P. Построить ВД при условии резонанса

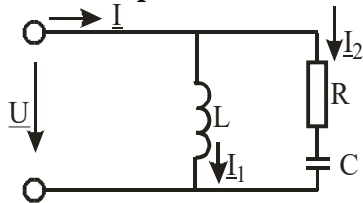
**Вариант № 35**



Дано:  $R_1=10$  Ом,  $R_2=3$  Ом,  $U=120$  В,  $I=7,9$  А,  $f=50$  Гц.  
Определить L, построить ВД

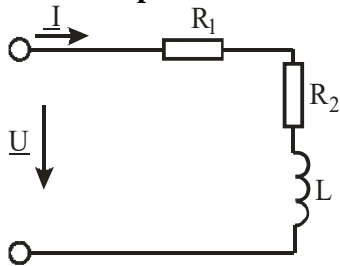


**Вариант № 36**



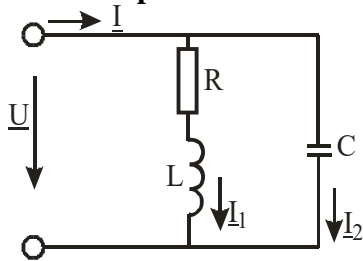
Дано:  $X_C=6 \text{ Ом}$ ,  $U_r=60 \text{ В}$ ,  $P=600 \text{ Вт}$ .  
Найти:  $\underline{U}$ ,  $\underline{I}$ ,  $\underline{I}_1$ ,  $\underline{I}_2$ . Построить ВД при условии резонанса

**Вариант № 37**



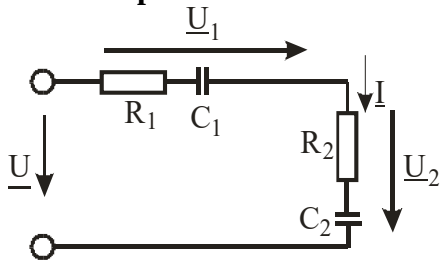
Дано:  $R_1=40 \text{ Ом}$ ,  $R_2=20 \text{ Ом}$ ,  $U=122 \text{ В}$ ,  $I=2 \text{ А}$ ,  
 $f=50 \text{ кГц}$ .  
Определить  $L$ . Построить ВД

**Вариант № 38**



Дано:  $X_C=25 \text{ Ом}$ ,  $\underline{I}_1=5 \text{ А}$ ,  $\underline{I}=3 \text{ А}$ .  
Найти:  $\underline{U}$ ,  $\underline{P}$ ,  $\underline{U}_C$ ,  $\underline{I}_2$ . Построить ВД при условии резонанса

**Вариант № 39**

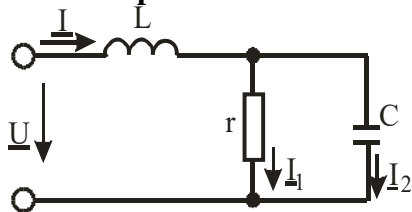


Дано:  $R_1=12 \text{ Ом}$ ,  $\frac{1}{\omega C_1}=5 \text{ Ом}$ ,  $R_2=132 \text{ Ом}$ ,

$$\frac{1}{\omega C_2}=12 \text{ Ом}, \underline{I}=0,8 \text{ А}.$$

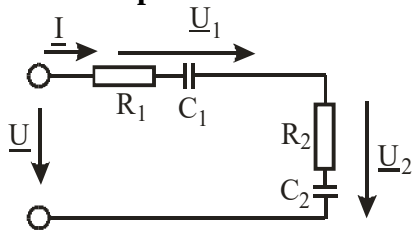
Определить  $\underline{U}$ . Построить ВД

**Вариант №40**



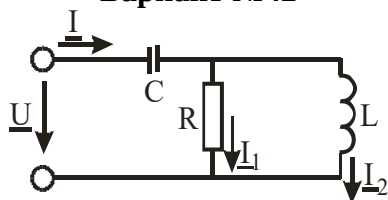
Дано:  $U_C=60 \text{ В}$ ,  $I_1=4 \text{ А}$ ,  $I=5 \text{ А}$ .  
Найти:  $\underline{U}$ ,  $P$ ,  $X_C$ ,  $X_L$ ,  $r$ ,  $\underline{I}_2$ . Построить ВД при условии резонанса

**Вариант №41**

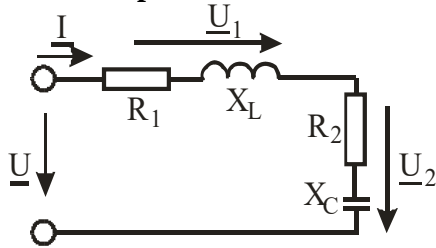


Дано:  $U_1=24 \text{ В}$ ,  $R_1=30 \text{ Ом}$ ,  $R_2=40 \text{ Ом}$ ,  $C_1=5 \text{ мкФ}$ ,  
 $C_2=1 \text{ мкФ}$ ,  $\omega=5000 \text{ с}^{-1}$ .  
Определить  $U$ . Построить ВД

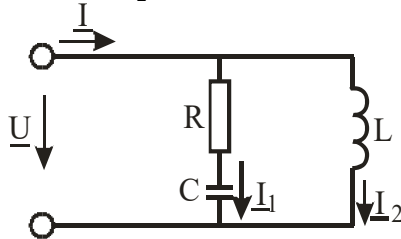
**Вариант №42**



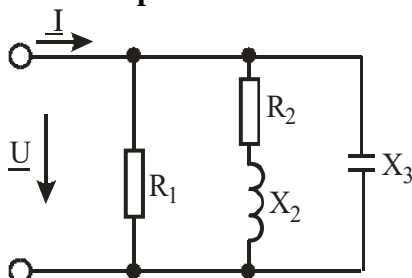
Дано:  $X_L=8 \text{ Ом}$ ,  $I_1=4 \text{ А}$ ,  $P=128 \text{ Вт}$ .  
Найти:  $U$ ,  $U_r$ ,  $X_C$ ,  $I$ ,  $r$ ,  $\underline{I}_2$ . Построить ВД при условии резонанса

**Вариант №43**

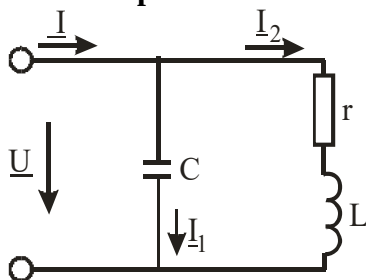
Дано:  $U=127$  В,  $R_1=10$  Ом,  $R_2=10$  Ом,  $X_L=50$  Ом,  $X_C=30$  Ом.  
 Определить  $U_1$ ,  $U_2$ . Построить ВД

**Вариант №44**

Дано:  $r=6$  Ом,  $X_C=8$  Ом,  $U_L=100$  В.  
 Найти:  $\underline{U}$ ,  $\underline{I}_1$ ,  $\underline{I}$ ,  $P$ ,  $\underline{I}_2$ ,  $X_L$ . Построить ВД при условии резонанса

**Вариант №45**

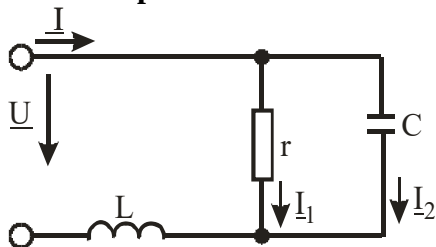
Дано:  $R_1=55$  Ом,  $R_2=7$  Ом,  $X_2=24$  Ом,  $X_3=44$  Ом,  $\underline{U}=220$  В.  
 Найти:  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I$ . Построить ВД

**Вариант №46**

Дано:  $U_r=24$  В,  $r=X_L=4$  Ом.  
 Найти:  $\underline{U}$ ,  $P$ ,  $X_C$ ,  $\underline{I}$ ,  $r$ ,  $\underline{I}_1$ ,  $\underline{I}_2$ . Построить ВД при условии резонанса

**Вариант №47**

Катушка с резистивным сопротивлением  $R=10$  Ом, индуктивностью  $L=0,05$  Гц подключена к источнику синусоидального напряжения  $120$  В,  $f=50$  Гц. Определить полное сопротивление катушки, сдвиг фаз между током и напряжением, активную, реактивную и полную мощности.

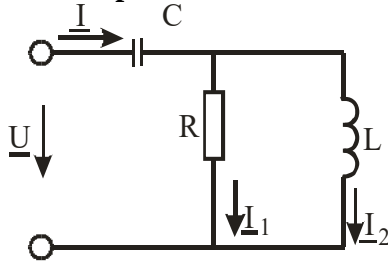
**Вариант №48**

Дано:  $r=20$  Ом,  $I_2=4$  А,  $P=180$  Вт.  
 Найти:  $\underline{U}$ ,  $X_C$ ,  $\underline{I}$ ,  $\underline{I}_1$ ,  $X_L$ . Построить ВД при условии резонанса

**Вариант №49**

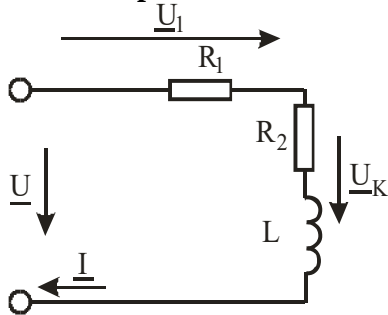
В цепи постоянного тока амперметр показал  $2,5$  А, а вольтметр  $30$  В. Затем катушку включили в цепь переменного тока ( $f=5$  кГц)  $U=120$  В,  $I=6$  А. Определить  $R$ ,  $L$ .

**Вариант №50**



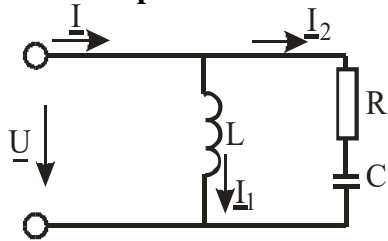
Дано:  $X_L=100$  Ом,  $I=5$  А,  $U_r=300$  Вт.  
Найти:  $r$ ,  $\underline{U}$ ,  $P$ ,  $X_C$ ,  $\underline{I}_2$ ,  $\underline{I}_1$ . Построить ВД при условии резонанса

**Вариант №51**



Дано:  $R_1=20$  Ом,  $R=6,7$  Ом,  $L=42,7$  мГн,  $f=50$  Гц,  $U=220$  В.  
Найти:  $\varphi$ ,  $\underline{U}$ ,  $\underline{U}_k$ ,  $\underline{I}$

**Вариант №52**

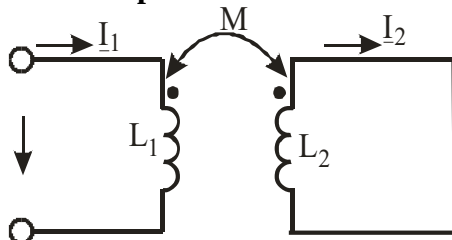


Дано:  $I_2=5$  А,  $I=4$  А,  $U_C=30$  В.  
Найти:  $\underline{U}$ ,  $P$ ,  $X_C$ ,  $r$ ,  $\underline{I}_1$ ,  $X_L$ . Построить ВД при условии резонанса

**Вариант № 53**

Активная мощность, ток и напряжение активно-индуктивного двухполюсника  $P=800$  Вт,  $U=100$  В,  $I=10$  А. Определить сопротивления  $r$ ,  $x$  параллельной схемы замещения. Построить ВД.

**Вариант № 54**

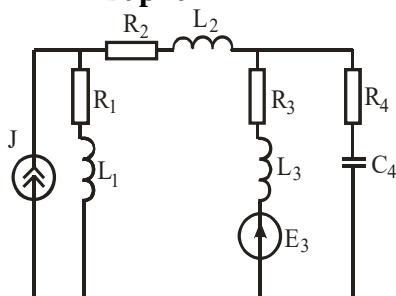


Выразить комплекс тока  $\underline{I}_1$  через  $\underline{U}_1$ ,  $L$ ,  $L_2$ ,  $M$  и  $\omega$ .

**Задачи для контрольной работы № 2:**

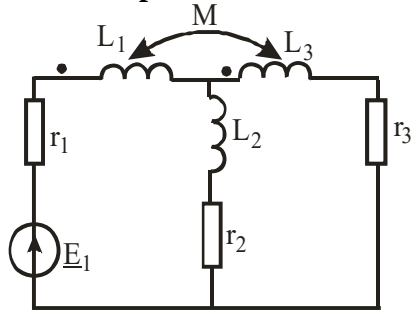
(студент получает 1 задачу методом случайной выборки)

**Вариант № 1**



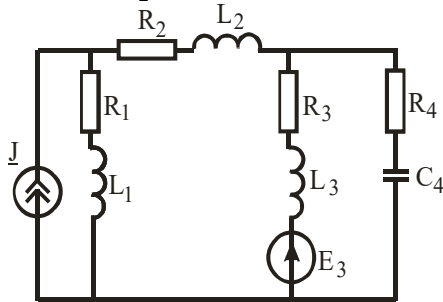
Составить уравнения по законам Кирхгофа

**Вариант № 2**



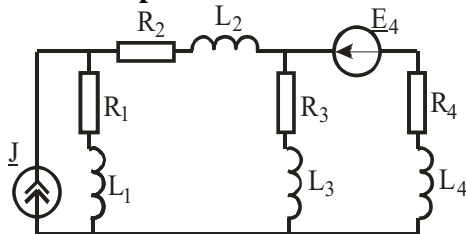
Составить уравнения по законам Кирхгофа

**Вариант № 3**



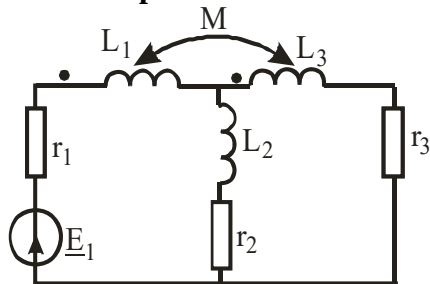
Составить уравнения по методу контурных токов

**Вариант № 4**



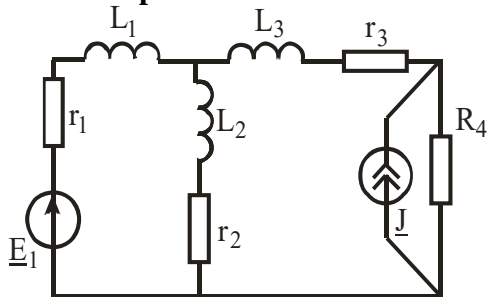
Составить уравнения по методу узловых потенциалов

**Вариант № 5**



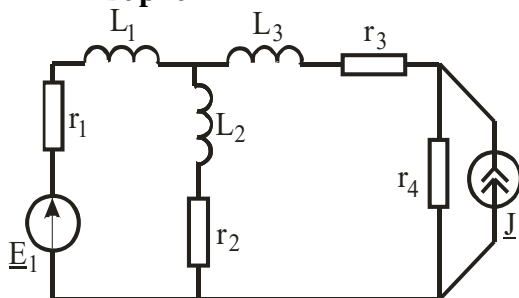
Составить уравнения по методу контурных токов

**Вариант № 6**



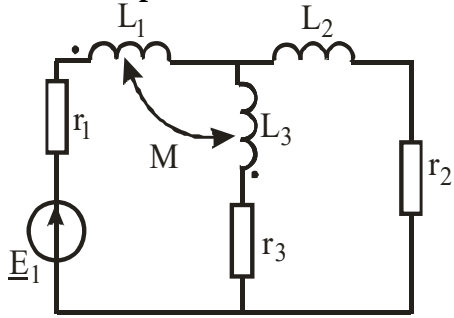
Составить уравнения по методу узловых потенциалов

**Вариант № 7**



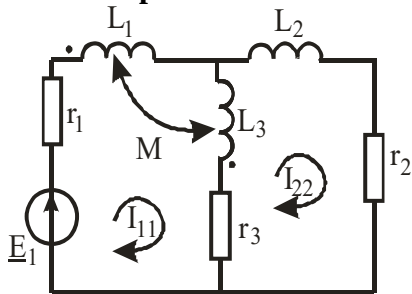
Составить уравнения по методу законов Кирхгофа

**Вариант № 8**



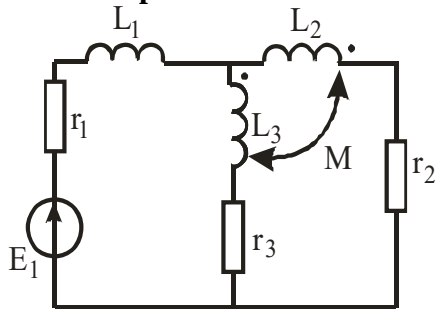
Составить уравнения по законам Кирхгофа

**Вариант № 9**



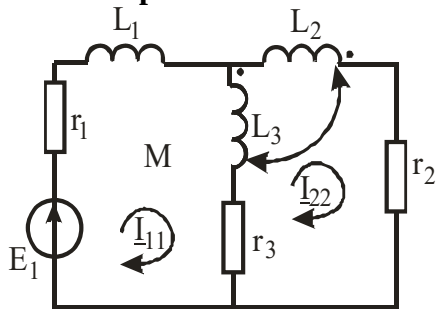
Составить уравнения по методу контурных токов

**Вариант № 10**



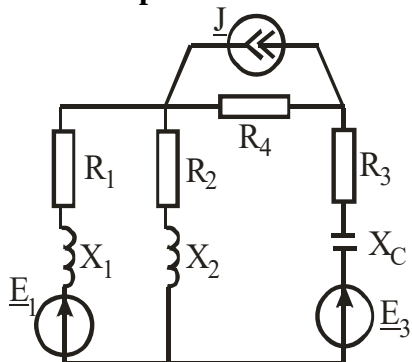
Составить уравнения по законам Кирхгофа

**Вариант № 11**



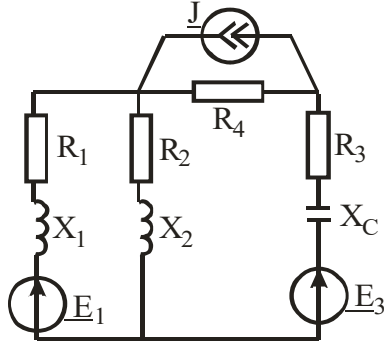
Составить уравнения по методу контурных токов

**Вариант № 12**



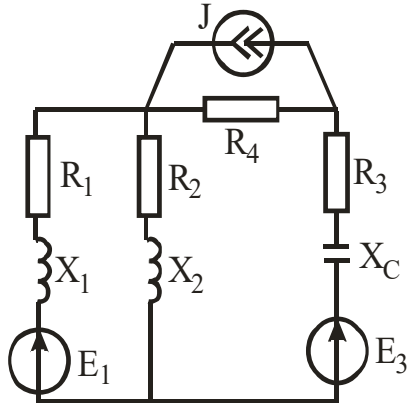
Составить уравнения по законам Кирхгофа

**Вариант № 13**



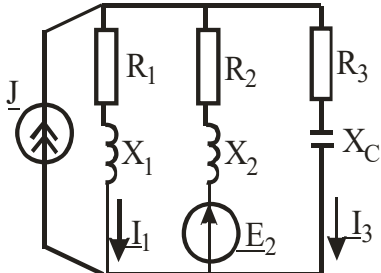
Составить уравнения по методу контурных токов

**Вариант № 14**



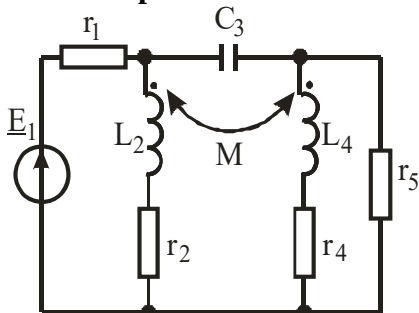
Составить уравнения по методу узловых потенциалов

**Вариант № 15**



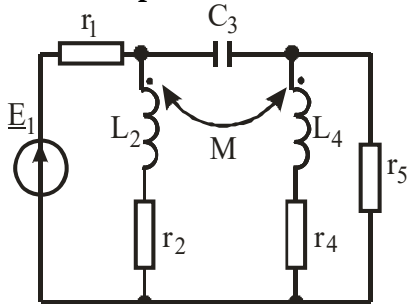
Определить токи  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  по методу двух узлов

**Вариант № 16**



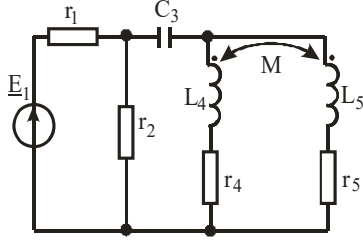
Составить уравнения по законам Кирхгофа

**Вариант № 17**



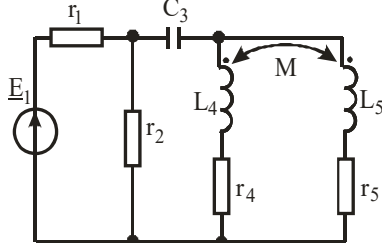
Составить уравнения по методу контурных токов

**Вариант № 18**



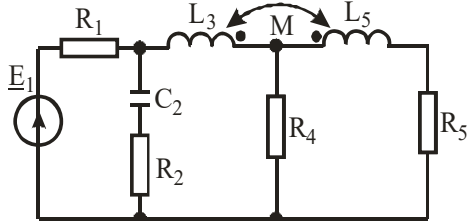
Составить уравнения узловых потенциалов

**Вариант № 19**



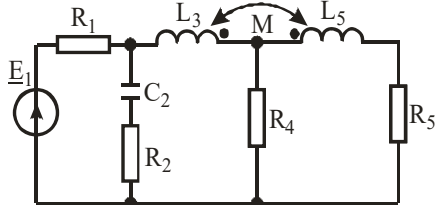
Составить уравнения по законам Кирхгофа

**Вариант № 20**



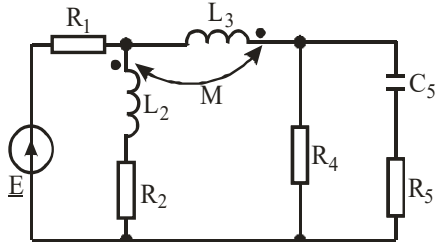
Составить уравнения методом контурных токов

**Вариант № 21**



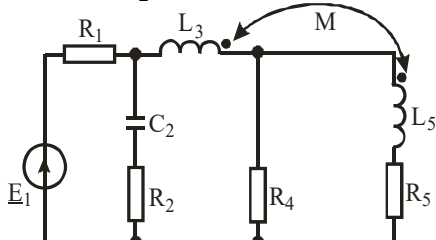
Составить уравнения методом узловых потенциалов

**Вариант № 22**



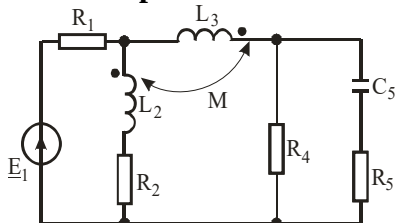
Составить уравнения по законам Кирхгофа

**Вариант № 23**



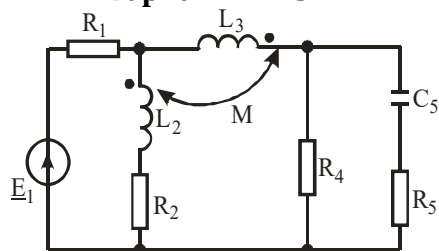
Составить контурные уравнения

**Вариант № 24**



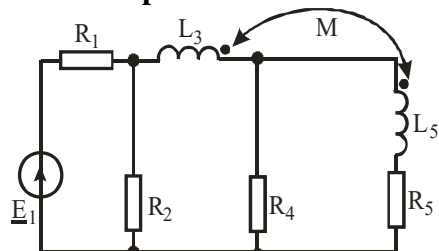
Составить узловые уравнения

**Вариант № 25**



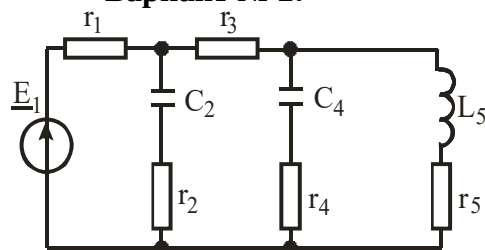
Составить уравнения по законам Кирхгофа

**Вариант № 26**



Составить контурные уравнения

**Вариант № 27**



Составить узловые уравнения

Таблица 2.6 – Критерии оценки контрольных работ

| Показатели                  | Количество баллов |              |
|-----------------------------|-------------------|--------------|
|                             | минимальное       | максимальное |
| Правильность решения задачи | 15                | 30           |
| Итого:                      | 15                | 30           |

Критерии оценивания сформированности компетенций представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Критерии оценки контрольных работ

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)                                 | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)   |   |
|--|--|---|
|  | на базовом уровне  | на повышенном уровне  |
| ИД-1ПКос-1<br>Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент, в основном, знает идеальные элементы цепей переменного тока, умеет рассчитывать комплексные сопротивления и проводимости ветвей, умеет определять индуктивно связанные элементы цепи; студент на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент хорошо знает идеальные элементы цепей переменного тока, умеет рассчитывать комплексные сопротивления и проводимости ветвей, строит векторные диаграммы токов и напряжений, умеет определять индуктивно связанные элементы цепи; студент способен с высоким уровнем самостоятельности осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |



Базовый уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если студент по итогам выполнения работы набирает от 15 до 19 баллов, повышенный уровень считается достигнутым, если студент набирает от 20 до 30 баллов.

### Контрольная работа по модулю 3

Задачи для контрольной работы:

(студент получает 1 задачу из первой части и 1 задачу из второй части методом случайной выборки)

### 1 ЧАСТЬ

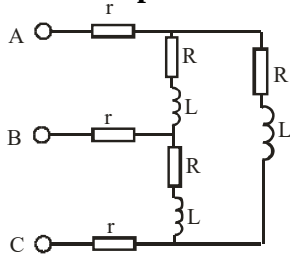
#### Вариант №1

Сопротивления фаз двух чисто активных симметричных трехфазных приемников одинаковы. Один из них соединен в треугольник, а второй – в звезду. Оба подключены к общей сети. Определить отношение линейного тока первого приемника ко второму.

#### Вариант №2

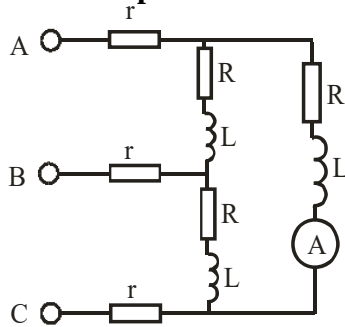
Симметричный трехфазный приемник, соединенный в звезду, имеет сопротивление  $R_1=18$  Ом. Другой соединен в треугольник и подключен к той же сети. Каково сопротивление фазы  $R_2$  второго приемника, если линейные токи обоих приемников одинаковы?

#### Вариант №3



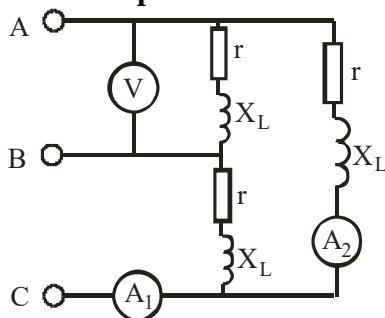
К трехфазной сети с симметричной системой линейных напряжений  $U_L=380$  В подключена нагрузка  $r=10$  Ом,  $R=90$  Ом,  $X_L=90$  Ом. Определить активную мощность  $P$  трехфазной цепи

#### Вариант №4

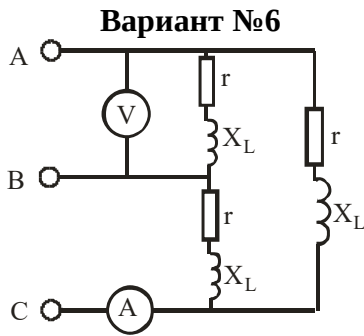


К трехфазной сети с симметричной системой линейных напряжений  $U_L=380$  В подключена нагрузка  $r=10$  Ом,  $R=90$  Ом,  $X_L=90$  Ом. Определить показания амперметра

#### Вариант №5



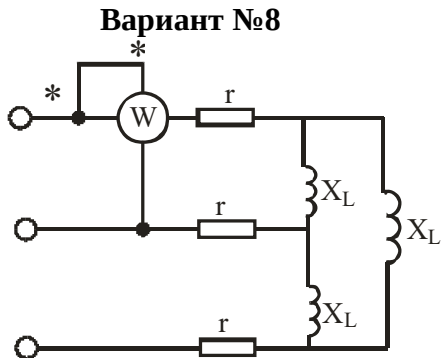
Показания вольтметра  $U_V=100$  В. Определить показания амперметров, если  $r=8$  Ом,  $X_L=6$  Ом



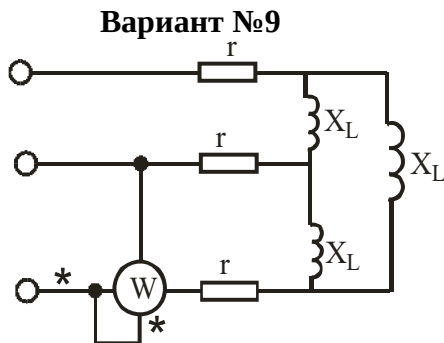
Сопротивление фазы симметричного трехфазного приемника  $Z=(8+j6)$  Ом. Определить показание вольтметра, если амперметр показывает 17,3 А

**Вариант №7**

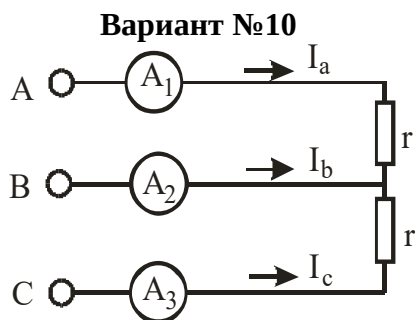
Во сколько раз изменится величина активной мощности, если симметричную нагрузку, соединенную звездой без нейтрального провода, пересоединить в треугольник при неизменном линейном напряжении?



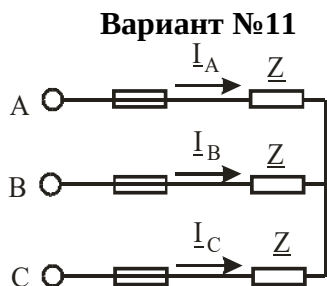
К трехфазной сети с симметричной системой линейных напряжений  $U_L=380$  В подключена нагрузка  $r=10$  Ом,  $X_L=30$  Ом. Определить показание ваттметра



К трехфазной сети с симметричной системой линейных напряжений  $U_L=380$  В подключена нагрузка  $r=10$  Ом,  $X_L=30$  Ом. Определить показание ваттметра

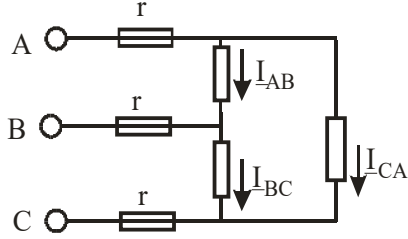


К трехфазной сети с симметричной системой линейных напряжений  $U_L=380$  В подключена нагрузка  $r=95$  Ом. Определить показания амперметров



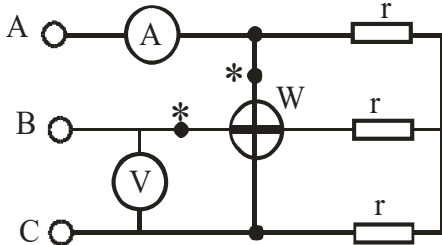
Задано линейное напряжение  $U$  трехфазной цепи и сопротивление  $Z$  симметричного трехфазного приемника. Определить ток в проводе А при перегорании предохранителя в проводе С

**Вариант №12**



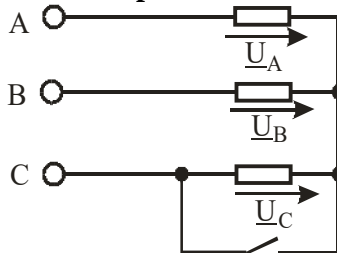
Фазные токи симметричного трехфазного приемника равны 12 А. Какими будут токи  $I_{AB}$ ,  $I_{BC}$ ,  $I_{CA}$  после перегорания предохранителя в проводе А?

**Вариант №13**



Симметричный трехфазный приемник питается от трехфазной сети. Вольтметр и амперметр показывают соответственно  $U=380$  В,  $I=3$  А. что покажет ваттметр, если нагрузка – активная?

**Вариант №14**

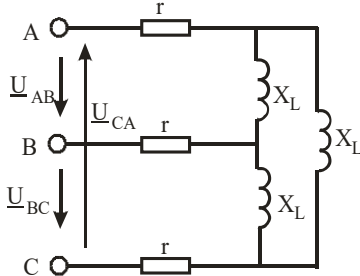


Задано линейное напряжение  $U$  трехфазной сети, питающей симметричный трехфазный приемник. Каким станет напряжение  $U_B$ , если сопротивление фазы С замкнуть?

**Вариант №15**

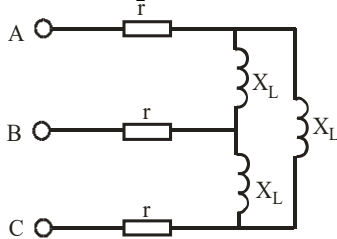
Трехфазная цепь работала в симметричном режиме. Нагрузка соединена звездой без нулевого провода. Как изменятся фазные напряжения  $U_B$  и  $U_C$  после обрыва фазы А?

**Вариант №16**



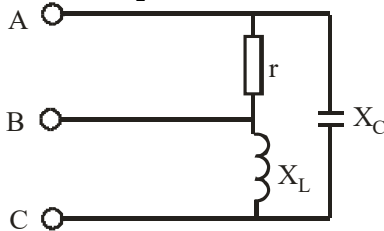
$U_L=380$  В,  $r=6$  Ом,  $X_L=24$  Ом.  
Определить фазные и линейные токи

**Вариант №17**

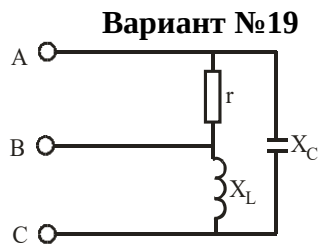


$U_L=380$  В,  $r=6$  Ом,  $X_L=24$  Ом.  
Определить активную мощность  $P$  трехфазной цепи

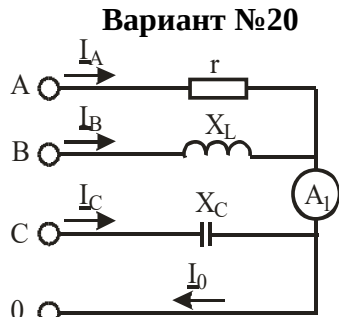
**Вариант №18**



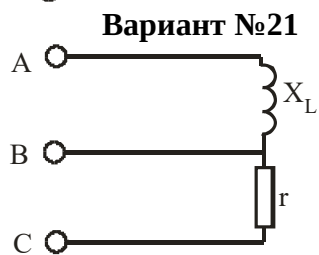
$r=X_L=X_C=22$  Ом,  $U_L=220$  В.  
Определить линейные токи



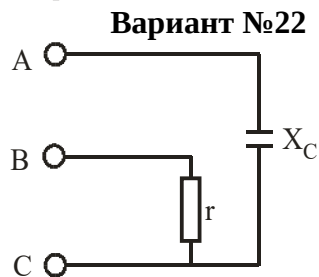
Токи в фазах треугольника 5 А.  
 Определить токи в линейных проводах



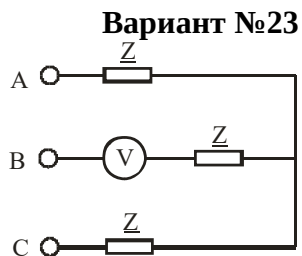
Определить показание амперметра, если  $I_A = I_B = I_C = 5$  А



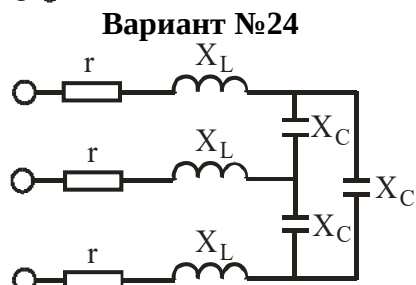
К трехфазной системе с симметричной системой линейных напряжений  $U_L = 200$  В подключена нагрузка  $r = X_L = 10$  Ом.  
 Определить линейные токи



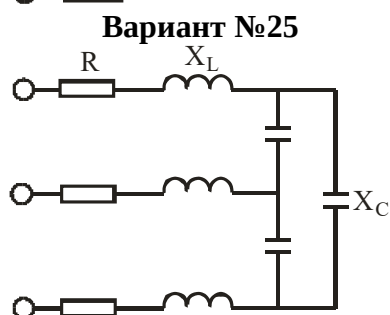
$U_L = 380$  В,  $r = X_C = 19$  Ом.  
 Определить линейные токи



Определить показание вольтметра, если линейное напряжение равно  $U$



$R = 4$  Ом,  $X_L = 2$  Ом,  $X_C = 15$  Ом,  $U_L = 220$  В.  
 Определить линейные токи



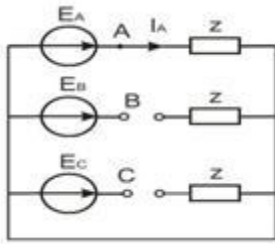
$R = 4$  Ом,  $X_L = 2$  Ом,  $X_C = 15$  Ом,  $U_L = 220$  В.  
 Определить токи в емкостях

## 2 ЧАСТЬ

### Вариант №1

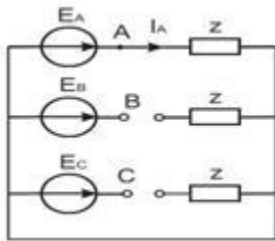
Задана несимметричная система линейных напряжений:  $U_{AB}=100$  В,  $U_{BC}=100$  В,  $U_{CA}=141$  В. Определить составляющую нулевой последовательности  $U_0$  этой системы.

### Вариант №2



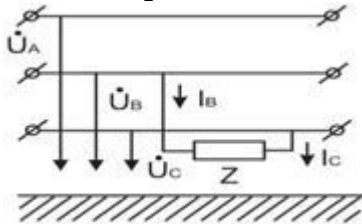
В цепи действует симметричная система ЭДС  $\dot{E}_A, \dot{E}_B, \dot{E}_C$ . Определить симметричную составляющую тока обратной последовательности в фазе А.

### Вариант №3



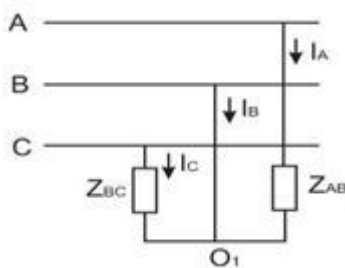
В цепи действует симметричная система ЭДС  $\dot{E}_A, \dot{E}_B, \dot{E}_C$ . Определить симметричную составляющую тока прямой последовательности в фазе А.

### Вариант №4



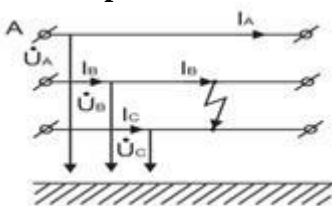
Написать уравнения необходимые при расчете трехфазной цепи методом симметричных составляющих, характеризующие несимметричную нагрузку.

### Вариант №5



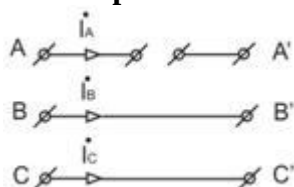
Написать уравнения по методу симметричных составляющих, характеризующие несимметричный участок трехфазной цепи.

### Вариант №6



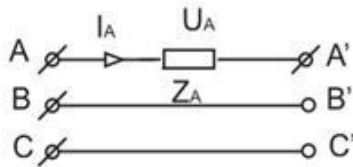
Написать уравнения по методу переменных состояния, характеризующие аварийный режим.

### Вариант №7



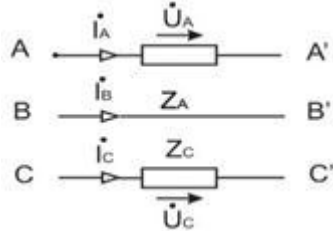
Написать уравнение по методу переменных состояния, характеризующие аварийный режим.

**Вариант №8**



Написать уравнения для несимметричного участка трехфазной цепи, характеризующие заданную несимметрию.

**Вариант №9**



Написать уравнения для несимметричного участка трехфазной цепи, характеризующие заданную несимметрию.

**Вариант №10**

Определить составляющую тока обратной последовательности  $\dot{I}_2$  для заданной несимметричной системы линейных токов:  $\dot{I}_A = 10$  А,  $\dot{I}_B = 10e^{j120^\circ}$  А,  $\dot{I}_C = -10e^{-j120^\circ}$  А.

**Вариант №11**

Задана несимметричная система линейных токов:  $\dot{I}_A = 90$  А,  $\dot{I}_B = 90e^{j120^\circ}$  А,  $\dot{I}_C = 90e^{j60^\circ}$  А. Определить составляющую прямой последовательности  $\dot{I}_1$ .

**Вариант №12**

Трехфазная несимметричная система векторов A, B и C разложена на симметричные составляющие. Определить векторы  $\mathbf{A}_0 = \mathbf{B}_0 = \mathbf{C}_0$  нулевой последовательности.

**Вариант №13**

Несимметричная система токов ( $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$ ) разложена на симметричные составляющие:  $\dot{I}_0 = j 5$  А,  $\dot{I}_1 = -10$  А,  $\dot{I}_2 = 5e^{-j30^\circ}$  А (за основной вектор принят вектор  $\dot{I}_A$ ). Определить комплекс тока  $\dot{I}_C$ .

**Вариант №14**

Несимметричная система векторов (A, B, C) разложена на симметричные составляющие:  $\mathbf{A}_1 = 10 j$ ;  $\mathbf{A}_2 = 10 j$ ;  $\mathbf{A}_0 = 10 j$  (за основной вектор принят вектор A). Определить комплекс вектора B.

**Вариант №15**

Несимметричная система напряжений ( $\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$ ) разложена на симметричные составляющие:  $\dot{U}_0 = j 100$  В,  $\dot{U}_1 = -j 120$  В,  $\dot{U}_2 = 20e^{j210^\circ}$  В (за основной вектор принят вектор  $\dot{U}_A$ ). Определить комплекс напряжения  $\dot{U}_B$ .

**Вариант №16**

Ток в нейтральном проводе несимметричной трехфазной системы равен 5А. Определить действующее значение составляющей нулевой последовательности  $\dot{I}_0$  системы линейных токов.

Таблица 2.8 – Критерии оценки контрольных работ

| Показатели                  | Количество баллов |              |
|-----------------------------|-------------------|--------------|
|                             | минимальное       | максимальное |
| Правильность решения задачи | 15                | 30           |
| Итого:                      | 15                | 30           |

Критерии оценивания сформированности компетенций представлены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Критерии оценки контрольных работ

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)   | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)  |   |
|--|---|---|
|  | на базовом уровне   | на повышенном уровне  |
| ИД-1 <sub>ПКос-1</sub><br>Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент, в основном, разбирается в темах модуля: знает соединения «звездой» и «треугольником», умеет считать фазные и линейные токи и напряжения, разобрался в расчетах симметричных режимов трехфазной цепи; студент на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент показывает хорошие знания и понимание тем модуля: знает соединения «звездой» и «треугольником», умеет считать фазные и линейные токи и напряжения, хорошо разобрался в расчетах симметричных режимов трехфазной цепи, усвоил свойства трехфазных цепей; студент способен с высоким уровнем самостоятельности осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |

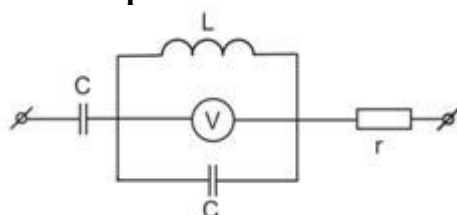
Базовый уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если студент по итогам выполнения работы набирает от 15 до 19 баллов, повышенный уровень считается достигнутым, если студент набирает от 20 до 30 баллов.

#### Контрольные работы по модулю 4

Задачи для контрольной работы № 1:

(студент получает задачу методом случайной выборки)

##### Вариант №1



Для цепи задано:

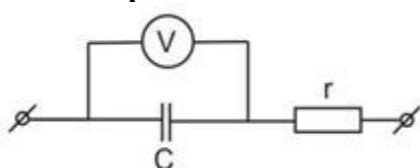
$$u = (100 + 141 \sin 100 t) \text{ В}$$

$C = 100 \text{ мкФ}$ ,  $L = 1 \text{ Гн}$ ,  $r = 10 \text{ Ом}$  Определить показания вольтметра электромагнитной системы.

##### Вариант №2

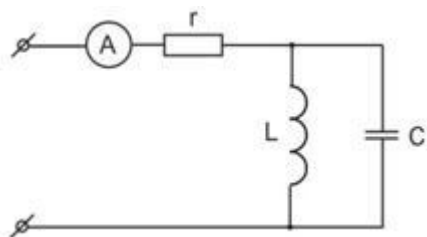
Определить показания вольтметра  $V_1$  магнитоэлектрической системы, если вольтметр  $V_3$  индукционной системы показывает 40 В, а второй вольтметр  $V_2$  электромагнитной системы показывает 80 В. Все вольтметры подключены параллельно к одним и тем же узлам.

##### Вариант №3



К цепи приложено напряжение:  $u = (100 + 70.5 \sin \omega t) \text{ В}$ ,  $r = 100 \text{ Ом}$ ,  $C = 100 \text{ мкФ}$ . Определить показания вольтметра электромагнитной системы.

### Вариант №4



К цепи приложено напряжение:

$$u = (20 + 10\sqrt{2} \sin \omega t) \text{ В}$$

$$r = 100 \text{ Ом}$$

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} = 5$$

Определить показание амперметра электромагнитной системы.

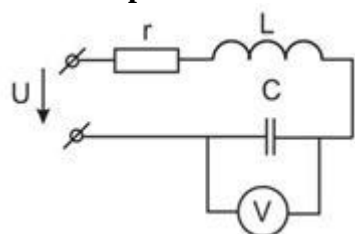
### Вариант №5

Мгновенное значение тока в ветви  $i = (3 + 4 \sin \omega t) \text{ А}$ . Определить показание амперметра магнитоэлектрической системы, включенного в эту ветвь.

### Вариант №6

Мгновенное значение тока в ветви  $i = (3 + 4\sqrt{2} \sin \omega t) \text{ А}$ . Определить показание амперметра электромагнитной системы, включенного в эту ветвь.

### Вариант №7

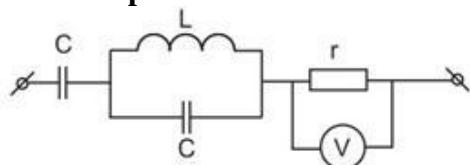


К цепи приложено несинусоидальное напряжение:

$$u = 100 + 50 \sin \omega t, \frac{1}{\omega C} = 2 \omega L = r$$

Определить, как изменится показание вольтметра магнитоэлектрической системы, если  $L$  увеличить в два раза.

### Вариант №8



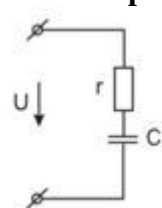
К цепи подведено напряжение:

$$u = (100 + 150 \sin 100t) \text{ В}$$

Параметры цепи:  $C = 100 \text{ мкФ}$ ,  $L = 1 \text{ Гн}$ ,  $r = 10 \text{ Ом}$ .

Определить показание вольтметра электромагнитной системы.

### Вариант №9

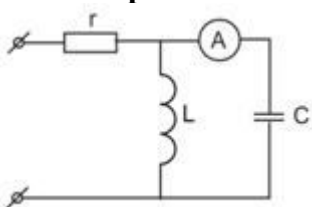


Найти активную мощность, выделяемую в цепи, если к цепи приложено напряжение:

$$u = (100\sqrt{2} \sin \omega t + 20\sqrt{2} \sin 3\omega t) \text{ В}$$

$$r = 10 \text{ Ом}, \frac{1}{\omega C} = 30 \text{ Ом}$$

### Вариант №10



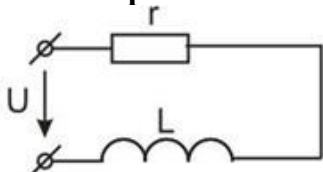
К цепи приложено напряжение:

$$u = (20 + 10\sqrt{2} \sin \omega t) \text{ В}$$

$$\text{Дано: } r = 10 \text{ Ом}, \omega L = \frac{1}{\omega C} = 10 \text{ Ом}$$

Определить показание амперметра электромагнитной системы.

### Вариант №11



Определить полную мощность  $S$  цепи, если задано:

$$i = (4 + 3\sqrt{2} \sin \omega t) \text{ А}, \underline{z} = (4 + 3j) \text{ Ом}$$



### Вариант №12



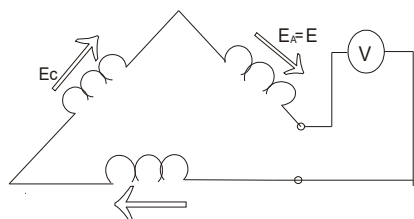
Определить активную мощность  $P$  цепи, если:

$$i = (6 + 3\sqrt{2} \sin \omega t) \text{ А}$$

$$r = 4 \text{ Ом}$$

$$\omega L = 3 \text{ Ом}$$

### Вариант №13



Что покажет вольтметр электродинамической системы, включенный в разрыв обмотки трехфазного генератора, соединенного треугольником? В фазах генерируется симметричная система синусоидальных ЭДС.

### Вариант №14

В ветвь электрической цепи включены последовательно три амперметра: магнитоэлектрической, индукционной и электромагнитной систем. Первый показал 8А, второй 6А. Определить показание амперметра электромагнитной системы.

### Вариант №15

Определить активную мощность  $P$  пассивного двухполюсника при заданных напряжении  $u = 100\sqrt{2} \sin \omega t$ , В и токе  $i = [10 + 1\sqrt{20} \sin(\omega t + 60^\circ)]$ , А.

### Вариант №16

К двухполюснику приложено напряжение  $u = [100 + 150 \sin(100t + 45^\circ)]$  В, под действием которого протекает ток  $i = (5 + 0 \sin 100t)$ , А. Определить активную мощность  $P$ , потребляемую двухполюсником.

### Вариант №17

К двухполюснику подведено напряжение  $u = [100 + 141 \sin(\omega t + 45^\circ)]$  В, под действием которого протекает ток  $i = 5 \sin 100t$  А. Определить полную мощность  $S$ .

### Вариант №18

Задан ток в идеальной индуктивности:  $i = 4 + 30\sqrt{2} \sin \omega t + 5\sqrt{2} \sin 3\omega t$ . Определить во сколько раз амплитуда первой гармоники напряжения на этой катушке больше амплитуды третьей гармоники.

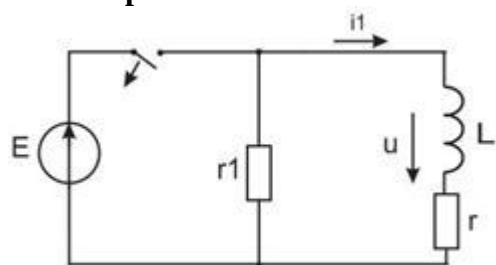
### Вариант №19

Мгновенное значение напряжения на участке электрической цепи  $u = (40 + 30\sqrt{2} \sin(\omega t + 30^\circ))$  В. Определить показание вольтметра электродинамической системы, подключенного к этому участку цепи.

Задачи для контрольной работы № 2:

(студент получает задачу методом случайной выборки)

### Вариант №1

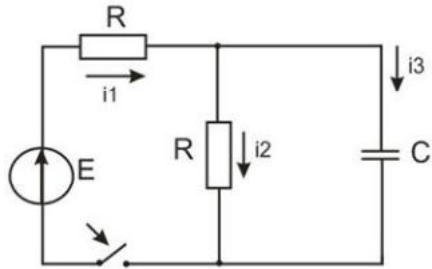


Дано:

$$E = 40 \text{ В}, L = 1 \text{ Гн}, r = 1 \text{ Ом}, r_1 = 10 \text{ Ом}.$$

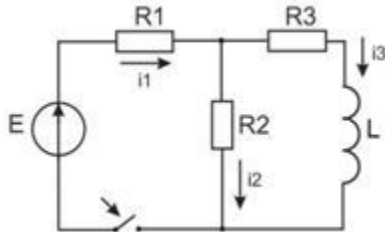
Найти:  $i(t)$ .

**Вариант №2**



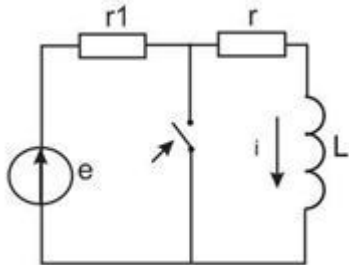
Дано:  
 $E=50$  В,  $R=2$  Ом,  $C=2$  Ф.  
 Найти:  $i_2(t)$

**Вариант №3**



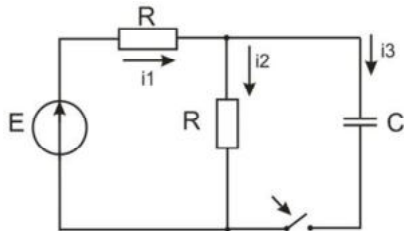
Дано:  
 $E=80$  В,  $R_1=R_3=10$  Ом,  $R_2=20$  Ом,  $L=10$  мГн.  
 Найти:  $i_2(t)$ .

**Вариант №4**



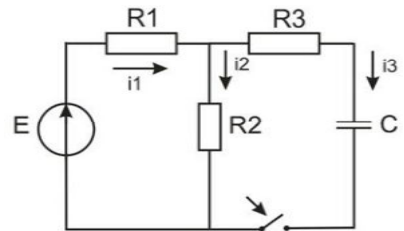
Дано:  
 $e = 50 \sqrt{2} \sin(100 t + 30^\circ)$  В,  $20$  Ом,  $r=30$  Ом,  $L=0,5$  Гн.  
 Найти:  $i(t)$ .

**Вариант №5**



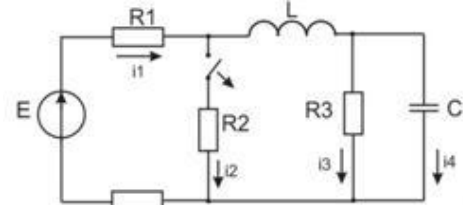
Дано:  
 $E=50$  В,  $R=2$  Ом,  $C=2$  мкФ.  
 Найти:  $i_2(t)$ .

**Вариант №6**



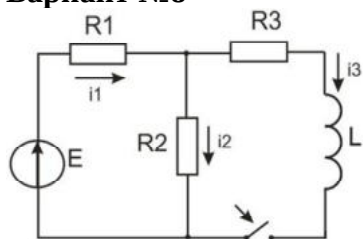
Дано:  
 $E=200$  В,  $R_1=R_2=4$  Ом,  $R_3=8$  Ом,  $C=4$  мкФ.  
 Найти:  $i_c(t)$ .

**Вариант №7**



Определить  $U_L(0+)$ .

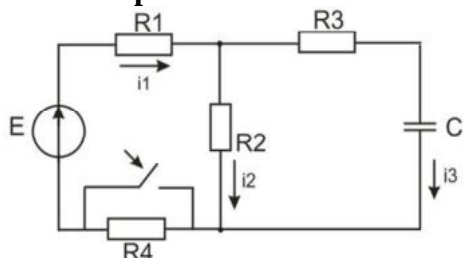
**Вариант №8**



Дано:

$E=50 \text{ В}$   $R_1=R_3=2 \text{ Ом}$   $R_2=4 \text{ Ом}$   $L=2 \text{ мГн}$ . Найти:  $i_2(t)$ .

**Вариант №9**

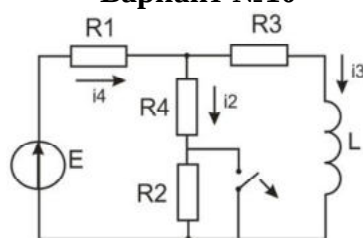


Дано

$E=200 \text{ В}$ ,  $R_1=2 \text{ Ом}$ ,  $R_2=10 \text{ Ом}$ ,  $R_3=4 \text{ Ом}$ ,  $R_4=2 \text{ Ом}$ ,  $C=5 \text{ мкФ}$ .

Найти:  $i_1(t)$ .

**Вариант №10**

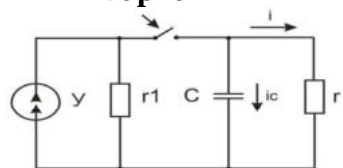


Дано:

$R_1=R_3=2 \text{ Ом}$ ,  $R_2=R_4=8 \text{ Ом}$ ,  $E_1=150 \text{ В}$ ,  $L=4 \text{ мГн}$ .

Найти:  $i_2(t)$ .

**Вариант №11**

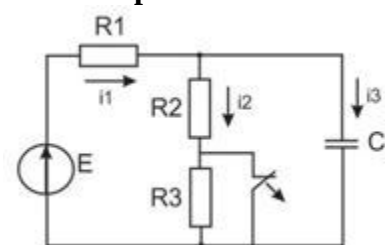


Дано:

$J=0,3 \text{ А}$ ,  $r_1=500 \text{ Ом}$ ,  $r=250 \text{ Ом}$ ,  $C=10 \text{ мкФ}$ .

Найти:  $i_C(t)$ .

**Вариант №12**

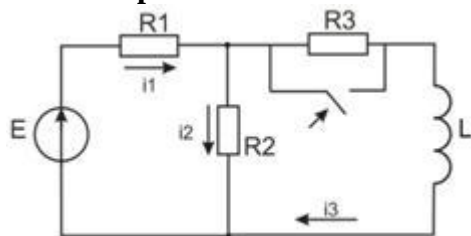


Дано:

$E=100 \text{ В}$ ,  $R_1=R_3=10 \text{ Ом}$ ,  $R_2=40 \text{ Ом}$ ,  $C=10 \text{ мкФ}$ . Найти:

$i_2(t)$ .

**Вариант №13**

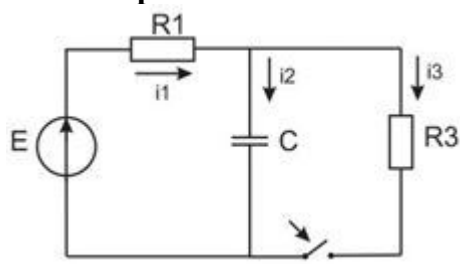


Дано:

$E=80 \text{ В}$ ,  $R_1=R_3=5 \text{ Ом}$ ,  $R_2=2 \text{ Ом}$ ,  $L=2 \text{ мГн}$ .

Найти:  $i_2(t)$ .

**Вариант №14**

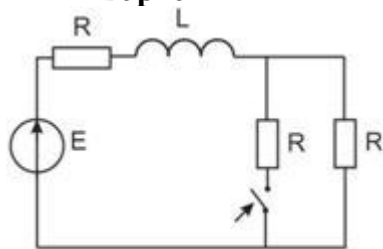


Дано:

$E=125 \text{ В}$ ,  $R_1=15 \text{ Ом}$ ,  $R_3=5 \text{ Ом}$ ,  $C=5 \text{ мкФ}$ .

Найти:  $i_2(t)$ .

**Вариант №11**

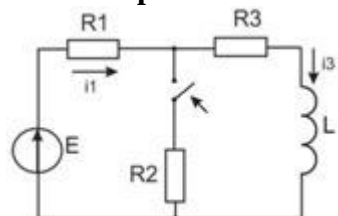


Дано:

$E=100 \text{ В}, R=10 \text{ Ом}, L=1 \text{ Гн}.$

Определить качественно  $U_L$  в переходном режиме.

**Вариант №16**

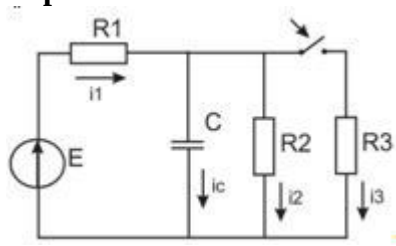


Дано:

$E=160 \text{ В}, R_1=R_3=20 \text{ Ом}, R_2=40 \text{ Ом}, L=20 \text{ мГн}.$

Найти:  $i_1(t)$ .

**Вариант №17**



Дано:

$E=90 \text{ В}, R_1=30 \text{ Ом}, R_2=R_3=20 \text{ Ом}, C=2 \text{ мкФ}.$

Найти:  $i_1(t)$ .

Таблица 2.10 – Критерии оценки контрольных работ

| Показатели                  | Количество баллов |              |
|-----------------------------|-------------------|--------------|
|                             | минимальное       | максимальное |
| Правильность решения задачи | 15                | 30           |
| Итого:                      | 15                | 30           |

Критерии оценивания сформированности компетенций представлены в таблице 2.11.

Таблица 2.11 - Критерии оценивания сформированности компетенций

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)   | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)   |  |
|--|--|--|
|  | на базовом уровне  | на повышенном уровне   |
| ИД-1 <sub>ПКос-1</sub><br>Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент умеет находить действующие значения несинусоидальных токов и напряжений, знает законы коммутации, умеет рассчитывать переходные процессы классическим методом; студент на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент самостоятельно умеет раскладывать периодические несинусоидальные функции в ряд Фурье, находить действующие значения несинусоидальных токов и напряжений, знает законы коммутации, уверенно рассчитывает переходные процессы классическим и операторным методами; студент способен с высоким уровнем самостоятельности осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |

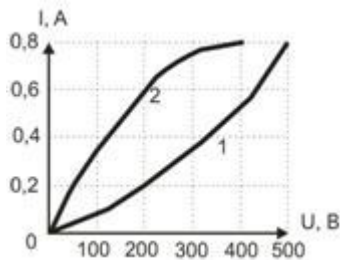
Базовый уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если студент по итогам выполнения работы набирает от 15 до 19 баллов, повышенный уровень считается достигнутым, если студент набирает от 20 до 30 баллов.

### Контрольная работа по модулю 5

Задачи для контрольной работы:

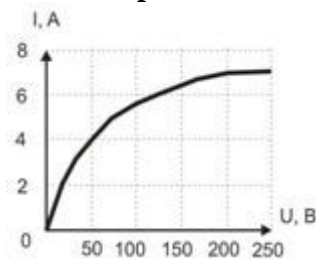
(студент получает задачу методом случайной выборки)

#### Вариант №1



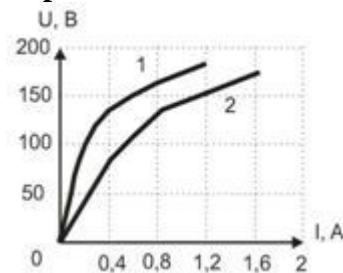
Два нелинейных элемента (1 и 2) соединены последовательно. Напряжение на первом элементе задано  $U_1=200$  В. Чему равно напряжение на втором элементе?

#### Вариант №2



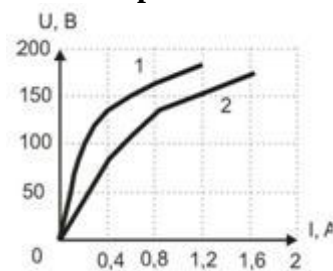
Два одинаковых нелинейных сопротивления (ВАХ на рис.) соединены параллельно. Определить ток  $I$  в неразветвленной части цепи, если напряжение на сопротивлениях равно 125 В.

#### Вариант №3



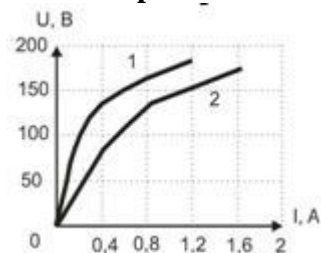
Два нелинейных сопротивления (1 и 2) соединены параллельно. Заданы их ВАХ и ток в первом элементе  $I_1=0,6$  А. Чему равен ток в неразветвленной части цепи?

#### Вариант №4



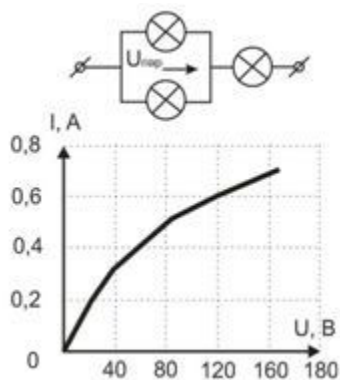
Два нелинейных элемента (1 и 2) соединены параллельно. Заданы их ВАХ и ток в первом элементе  $I_1=0,6$  А. Чему равен ток второго элемента?

#### Вариант №5

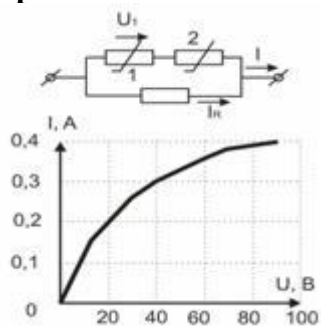


Линейное сопротивление  $R=250$  Ом и два нелинейных элемента (1 и 2) соединены параллельно. Заданы их ВАХ и ток линейного элемента  $I_R=0,6$  А. Каков ток  $I$  в неразветвленной части цепи?

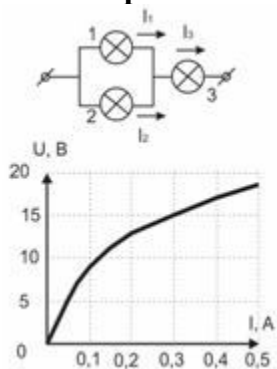
#### Вариант №6



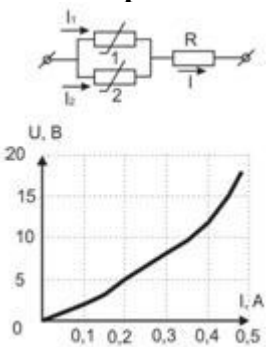
**Вариант №7**



**Вариант №8**



**Вариант №9**



Три лампы соединены, как показано на рисунке и имеют одинаковые ВАХ. При каком напряжении  $U$  напряжение на параллельном участке  $U_{ПАР}=20$  В.

Определить ток  $I$  в неразветвленной части цепи, если нелинейные элементы одинаковы.  $R=50$  Ом  $U_1=30$  В.

$I_1=0,2$  А.

Определить  $U$ , если все лампы одинаковы и ВАХ приведена на рисунке.

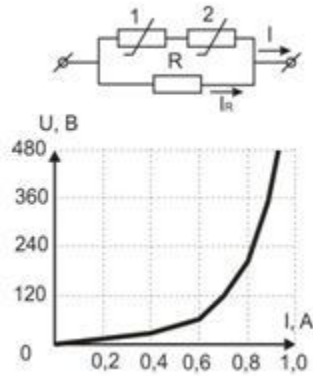
Дано:

$R=30$  Ом

$I_2=0,4$  А

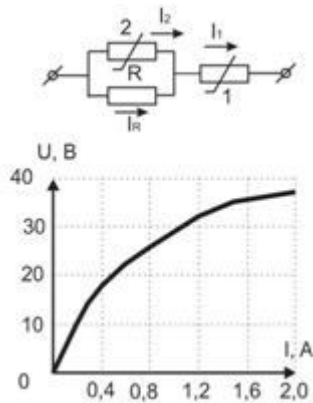
Определить  $U$ , если оба нелинейных элемента одинаковы.

**Вариант №10**



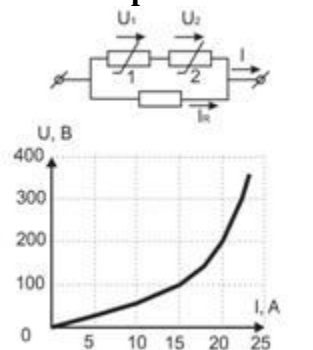
Дано:  
 $R=150 \text{ Ом}$   
 $I_R=0,8 \text{ А}$   
 Определить  $U$ , если оба нелинейных элемента одинаковы.

**Вариант №11**



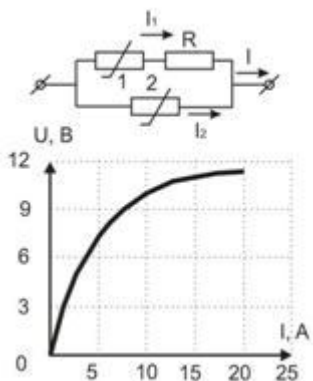
Дано:  
 $R=30 \text{ Ом}$   
 $I_2=0,4 \text{ А}$   
 Определить общее напряжение  $U$ , если оба нелинейных элемента одинаковы.

**Вариант №12**



Дано:  
 $R=5 \text{ Ом}$   
 $I_R=20 \text{ А}$   
 Определить ток  $I$  в неразветвленной части цепи, если нелинейные элементы одинаковы.

**Вариант №13**



Дано:  
 $R=30 \text{ Ом}$   
 $I_1=5 \text{ А}$   
 Определить общее напряжение  $U$ , приложенное к цепи, если оба нелинейных элемента одинаковы.

**Вариант №14**

При токе  $I=5,25 \text{ А}$  напряжение на нелинейном элементе равно 105 Вольт. При возрастании тока на  $0,1 \text{ А}$  напряжение становится равным 101 В. Чему приблизительно равно динамическое сопротивление элемента при напряжении 103 Вольта?

**Вариант №15**

Вольтамперная характеристика  $u=f(i)$  нелинейного элемента имеет максимум при токе 5 А и напряжении 350 В. Чему равно при этом динамическое сопротивление элемента?

**Вариант №16**

Последовательно с лампой накаливания включено линейное сопротивление  $R=133,5$  Ом. Каким будет статическое сопротивление лампы при условии, напряжения на лампе и на сопротивлении равны?

**Вариант №17**

Две одинаковые лампы накаливания с металлической нитью соединены последовательно и подключены к сети постоянного тока. При номинальном напряжении сети напряжения на лампах одинаковы. Каким станет отношение  $U_1/U_2$  при увеличении сетевого напряжения?

Таблица 2.10 – Критерии оценки контрольной работы

| Показатели                  | Количество баллов |              |
|-----------------------------|-------------------|--------------|
|                             | минимальное       | максимальное |
| Правильность решения задачи | 10                | 20           |
| Итого:                      | 10                | 20           |

Критерии оценивания сформированности компетенций представлены в таблице 2.11.

Таблица 2.11 - Критерии оценивания сформированности компетенций

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)                                 | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)   |  |
|--|--|--|
|  | на базовом уровне  | на повышенном уровне   |
| ИД-1ПКос-1<br>Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент, в основном, разбирается в нелинейных элементах электрических цепей, знает магнитные свойства вещества, может провести аналогию между электрической и магнитной цепью, знает основные законы магнитных цепей постоянного тока, знаком с явлением феррорезонанса; студент на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент разбирается в нелинейных элементах электрических цепей, умеет составить систему нелинейных уравнений электрической цепи, знает магнитные свойства вещества, может провести аналогию между электрической и магнитной цепью, знает основные законы магнитных цепей постоянного тока, знаком с явлением феррорезонанса, умеет строить векторные диаграммы катушки с ферромагнитным сердечником и трансформатора с ферромагнитным сердечником; студент способен с высоким уровнем самостоятельности осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |

Базовый уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если студент по итогам выполнения работы набирает от 10 до 14 баллов, повышенный уровень считается достигнутым, если студент набирает от 15 до 20баллов.

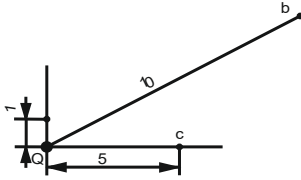


## Контрольная работа по модулю 6

Задачи для контрольной работы:

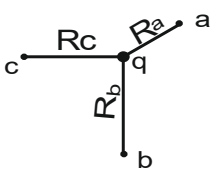
(студент получает задачу методом случайной выборки)

### Вариант №1



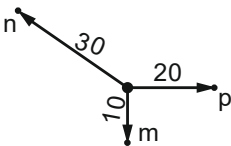
Электрическое поле создается положительным зарядом  $Q = 1.6 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$ . Электрон ( $q = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ ) достаточно медленно перемещается по пути  $abca$ . Подсчитать работу, которую необходимо затратить на каждом участке пути, а так же полную работу на пути  $abca$ . Указать, за счет действия каких сил может быть совершено такое перемещение на каждом участке пути. Все расстояния на рисунке даны в сантиметрах.

### Вариант №2



В электрическом поле точечного заряда напряжение между точками  $a$  и  $b$  равно 25 В. Определить величину и направление напряженности поля в точке  $c$ , если точки  $a$ ,  $b$ , и  $c$  лежат в плоскости рисунка, а их расстояния от заряда  $q$   $R_a = 3 \text{ см}$ ;  $R_b = 7 \text{ см}$ ;  $R_c = 5 \text{ см}$ .

### Вариант №3

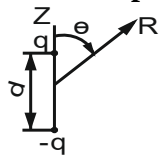


В электрическом поле заряженной оси напряженность в точке  $p$  равна 500 В/м. Найти напряжение между точками  $m$  и  $n$ , учитывая, что расстояния на рисунке указаны в сантиметрах.

### Вариант №4

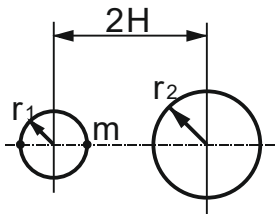
Коаксиальный кабель длиной  $l = 10 \text{ м}$  имеет радиусы внутренней жилы  $r_1 = 2 \text{ мм}$  и внешней оболочки  $r_2 = 5 \text{ мм}$ . Под какое напряжение можно включить кабель, если максимальная напряженность поля не должна превышать  $1/3$  пробивной напряженности, равной  $2 \cdot 10^4 \text{ кВ/м}$ ?

### Вариант №5



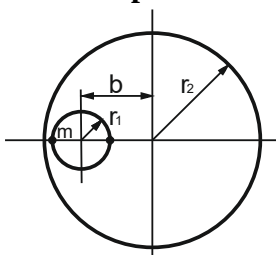
Электрический диполь, состоящий из зарядов  $+q = 10^{-9} \text{ Кл}$  и  $-q = -10^{-9} \text{ Кл}$ , расположен в вакууме. Расстояние между зарядами  $d = 1 \text{ мм}$ . Определить потенциал и вектор напряженности электрического поля в точках  $A$  и  $B$ , сферические координаты которых:  $R_A = 0.1 \text{ м}$ ;  $\theta_A = 0^\circ$ ;  $\alpha_A = 0^\circ$ ;  $R_B = 0.1 \text{ м}$ ;  $\theta_B = 30^\circ$ ;  $\alpha_B = 90^\circ$ . Потенциалы точек, удаленных в бесконечность, принять равными нулю.

### Вариант №6



Два бесконечно длинных проводящих цилиндра кругового сечения с параллельными осями расположены в воздухе. Радиусы цилиндров:  $r_1 = 2 \text{ см}$ ;  $r_2 = 4 \text{ см}$ ; расстояние между геометрическими осями  $2H = 8 \text{ см}$ . Напряжение, приложенное к цилиндрам,  $U = 100 \text{ В}$ . Определить: а) положение электрических осей; б) напряженность электрического поля в точке  $m$ ; в) поверхностную плотность заряда в точке  $m$ ; г) емкость на единицу длины цилиндров.

### Вариант №7

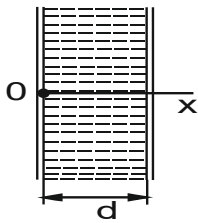


Бесконечно длинный проводящий цилиндр кругового сечения радиусом  $r_1 = 1 \text{ см}$  расположен внутри другого бесконечно длинного проводящего цилиндра кругового сечения радиусом  $r_2 = 3 \text{ см}$ . Оси цилиндров параллельны. Расстояние между геометрическими осями  $b = 1.5 \text{ см}$ . Область между цилиндрами заполнена диэлектриком ( $\epsilon = 4$ ). К цилиндрам приложено постоянное напряжение  $U = 200 \text{ В}$ . Определить: а) положение электрических осей; б) напряженность электрического поля в точке  $m$ ; в) емкость на единицу длины цилиндров.

### Вариант №8

Между двумя концентрическими цилиндрическими электродами, расположенными в вакууме, потенциал меняется по закону  $\varphi = ar^2 + b \ln r + c$ , где  $r$  – расстояние до оси цилиндров;  $a, b, c$  – числовые коэффициенты. Найти закон распределения напряженности электрического поля и объемной плотности заряда между электродами.

### Вариант №9

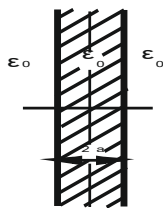


Потенциал между плоскими электродами, расположенными в вакууме, меняется в функции расстояния  $x$  по закону  $\varphi = ax^2 + bx^3 + cx$ , где  $a = -6.28 \cdot 10^2$  В/м<sup>3</sup>;  $b = -9.42 \cdot 10^5$  В/м<sup>2</sup>;  $c = -12 \cdot 10^2$  В/м. Электроды представляют собой квадраты со стороной  $l = 0.1$  м, расстояние между ними  $d = 0.5 \cdot 10^{-2}$  м. Пренебрегая краевым эффектом, найти полный объемный заряд, скопившийся между электродами.

### Вариант №10

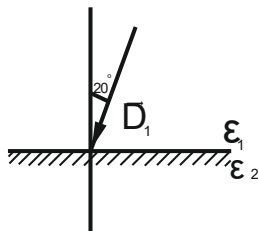
Диэлектрический ( $\epsilon = 3$ ) шар радиусом  $R_0 = 0.01$  м заряжен и расположен в вакууме. Известно, что напряженность поля внутри шара меняется в функции расстояния от центра шара по закону  $\vec{E}_1 = \vec{R}^0 k_1 R$ , а напряженность поля вне шара по закону  $\vec{E}_2 = \vec{R}^0 k_2 / R$ , где  $k_1 = 12.56$  В/м<sup>2</sup>;  $k_2 = 3.77 \cdot 10^{-3}$  В·м<sup>2</sup>. Определить законы изменения объемной плотности заряда в функции расстояния  $R$  от центра шара для точек, расположенных внутри и вне шара. Вычислить заряд шара.

### Вариант №11



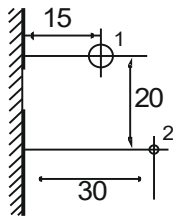
Бесконечно длинный слой воздуха равномерно заряжен; объемная плотность  $\rho = -10^{-4} / (12\pi)$  Кл/м<sup>3</sup>. Толщина заряженного слоя  $2a = 10$  мм, ширина  $h \gg a$ . Построить кривые изменения модуля напряженности электрического поля и потенциала в функции координаты  $x$  при  $0 < x < \infty$ . Принять  $\varphi = 0$  при  $x = 0$ .

### Вариант №12



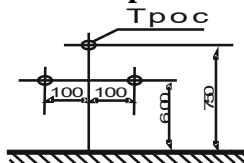
Вектор электрического смещения равномерного поля в воздухе равен  $1.77 \cdot 10^{-7}$  Кл/м<sup>2</sup>. Угол между вектором смещения и нормалью к поверхности диэлектрика в направлении, перпендикулярном к нормали и плоскости чертежа, достаточно велики. Определить относительную диэлектрическую проницаемость диэлектрика  $\epsilon_2$ , если напряженность электрического поля в диэлектрике  $E = 8 \cdot 10^2$  В/м.

### Вариант №13



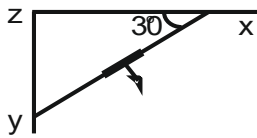
Два цилиндрических бесконечно длинных провода расположены на изоляторах вдоль проводящей стены. Расположение проводов и все необходимые размеры указаны на рисунке в сантиметрах. Радиус первого провода  $r_1 = 0.8$  см; радиус второго провода  $r_2 = 0.4$  см. Окружающей средой является воздух. Первый провод присоединен к положительному полюсу источника, э. д. с. которого  $E = 200$  В. Отрицательный полюс источника ЭДС заземлен.

### Вариант №14



Двухпроводную линию передачи с защитным заземленным тросом при расчете можно рассматривать как три длинных прямых провода, расположенных параллельно друг другу и безграничной проводящей плоскости. Расположение проводов и троса показано на рисунке, где все размеры указаны в сантиметрах. Радиусы проводов  $r_1 = 5$  мм, а радиус троса  $r_0 = 3$  мм. Напряжение между проводами  $U = 35$  кВ, при условии, что потенциал земли принят равным нулю, потенциал левого провода  $\varphi_1 = 17.5$  кВ, а правого  $\varphi_2 = -17.5$  кВ. Определить линейную плотность зарядов на проводах и тросе.

### Вариант №15

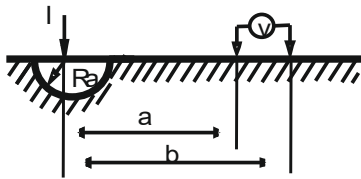


В проводящей среде с удельной проводимостью  $\gamma = 3 \cdot 10^7$  См/м потенциал изменяется по закону  $\varphi = -4 \cdot 10^{-2}x - 3 \cdot 10^{-2}y$ , где  $x$  и  $y$  – координаты прямоугольной системы координат. Подсчитать ток, протекающий через прямоугольную площадку длиной 2 см и шириной 1 см, которая расположена параллельно оси  $z$  и составляет угол  $30^\circ$  с осью  $x$ .

### Вариант №16

Определить радиус  $R_0$  полусферического заземлителя, погруженного в глинистый грунт, если через него протекает ток  $I = 105$  А, а максимальное шаговое напряжение не превышает  $U = 50$  В. Шаг человека принять равным 0.8 м. Удельная проводимость глинистого грунта  $\gamma = 5 \cdot 10^{-2}$  См/м.

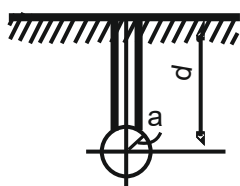
### Вариант №17



Для определения удельного сопротивления грунта в него помещена металлическая полусфера радиусом  $R_0 = 25$  см. Через заземлитель пропускают ток  $I = 5$  А. Электростатический вольтметр, присоединенный к двум зондам, которые отстоят от центра полусферы на  $a = 50$  см,  $b = 100$  см, показывает напряжение 40 В. Считая, что второй электрод удален достаточно далеко и его влиянием можно пренебречь, определить удельную проводимость грунта.

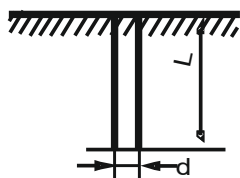
влиянием можно пренебречь, определить удельную проводимость грунта.

### Вариант №18



Заземление выполнено в виде полый металлической сферы радиусом  $a = 0.2$  м, расположенной в грунте на расстоянии  $d = 10$  м от его поверхности. Удельная проводимость грунта  $\gamma = 10^{-2}$  См/м. Определить сопротивление заземления  $R_1$ , считая заряды сферы и ее зеркального изображения сосредоточенными в центрах сфер. Сравнить найденное значение с сопротивлением  $R_0$  металлической сферы, расположенной в грунте на весьма большой глубине от поверхности. Качественно начертить картину линий плотности тока для заземления, изображенного на рисунке.

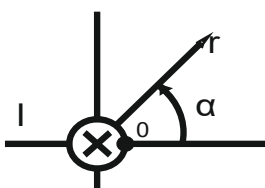
### Вариант №19



Заземлитель представляет собой цилиндрическую трубу, расположенную в грунте, как показано на рисунке. Длина трубы  $L = 1$  м, ее внешний диаметр  $d = 40$  мм. Удельная проводимость грунта  $\gamma = 2 \cdot 10^{-2}$  См/м. Определить сопротивление заземления.

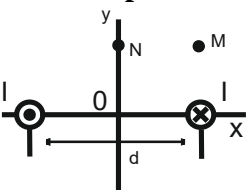
Указание: Под сопротивлением заземления понимают сопротивление среды между данным электродом и электродом, удаленным в бесконечность.

### Вариант №20



Вдоль цилиндрического прямолинейного провода протекает постоянный ток  $I = 300$  А. Направление тока в проводе показано на рисунке. Ось  $z$  цилиндрической системы координат перпендикулярна плоскости чертежа и направлена к читателю. Воспользовавшись уравнением Лапласа, получить зависимость скалярного магнитного потенциала  $\varphi_M = f_1(r, \alpha, z)$  и его градиента  $\text{grad } \varphi_M = f_2(r, \alpha, z)$  от координат. Считать  $\varphi_M = 0$  в точках, лежащих на эквипотенциали  $Ox$ .

### Вариант №21



Вдоль двухпроводной линии протекает постоянный ток  $I = 36$  А. Направление тока в проводах линии показано на рисунке. Расстояние между осями проводов  $d = 1$  м.

Определить разность скалярных магнитных потенциалов между точками  $m$  и  $n$ ,  $m$  и  $p$ , т. е.  $\varphi_{Mm} - \varphi_{Mn}$  и  $\varphi_{Mm} - \varphi_{Mp}$ . Координаты точек:  $x_m = 0.5$  м;  $y_m = 0.5$  м;  $x_n = 0$ ;  $y_n = 0.5$  м;  $x_p = -0.5$  м;  $y_p = -0.5$  м.

Качественно построить картину магнитного поля двухпроводной линии.

### Вариант №22

Вдоль цилиндрического прямолинейного полого стального провода ( $\gamma = 5 \cdot 10^5 \text{ См/м}$ ), расположенного в воздухе, протекает постоянный ток  $I = 94.2 \text{ А}$ . Внутренний радиус провода  $r_1 = 1 \text{ см}$ , внешний радиус провода  $r_2 = 2 \text{ см}$ . Известно, что тангенциальная составляющая вектора Пойнтинга на внешней поверхности провода  $\Pi_c = 1.5 \cdot 10^2 \text{ Вт/м}^2$ .

#### Вариант №23

Плоская электромагнитная волна проникает из воздуха в морскую воду. Удельная проводимость морской воды  $\gamma = 1 \text{ См/м}$ , относительная диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 80$ , относительная магнитная проницаемость  $\mu = 1$ . Фронт волны параллелен поверхности моря. Плотность электрического тока на глубине  $x_1 = 10 \text{ см}$  меняется по закону  $\delta_1 = 10 \sin(10^9 t - 30^\circ) \text{ А/м}^2$ . Записать выражение для мгновенного значения модуля вектора Пойнтинга на поверхности.

#### Вариант №24

$\vec{A} = \vec{i} \cdot a \cdot y - \vec{j} \cdot a \cdot x$ . Потенциально ли поле?

#### Вариант №25

$\vec{A} = \vec{i} \cdot a \cdot x + \vec{j} \cdot b \cdot y$ . При каких  $a$  и  $b$   $\vec{A}$  описывает магнитное поле?

Таблица 2.12 – Критерии оценки контрольной работы

| Показатели                  | Количество баллов |              |
|-----------------------------|-------------------|--------------|
|                             | минимальное       | максимальное |
| Правильность решения задачи | 10                | 20           |
| Итого:                      | 10                | 20           |

Критерии оценивания сформированности компетенций представлены в таблице 2.13.

Таблица 2.13 - Критерии оценивания сформированности компетенций

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)                                 | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)   |   |
|--|--|---|
|  | на базовом уровне  | на повышенном уровне  |
| ИД-1пКос-1<br>Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент владеет теорией электромагнитного поля, знает основные понятия и законы; студент на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент владеет теорией электромагнитного поля, знает основные понятия и законы, может провести аналогию электрического поля в проводящей среде с электростатическим полем, может написать уравнения электромагнитного поля в интегральной форме и Уравнение Максвелла в дифференциальной форме, знает теорему Умова-Пойнтинга, явление поверхностного эффекта; студент способен с высоким уровнем самостоятельности осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |

Базовый уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если студент по итогам выполнения работы набирает от 10 до 14 баллов, повышенный уровень считается достигнутым, если студент набирает от 15 до 20 баллов.

### 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Формы промежуточной аттестации по дисциплине: *зачет, экзамен.*

#### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

**ПКос-1. Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей.**

#### Задания закрытого типа

*Выберите один правильный вариант ответа:*

- 1. Число уравнений, составленных по законам Кирхгофа, равно числу:**  
узлов ( $U$ ) без одного ( $U-1$ )  
узлов ( $U$ )  
ветвей ( $B$ ) без одной ( $B-1$ )  
+ветвей ( $B$ )

- 2. Активная мощность – это:**  
+Средняя мощность за период  
Средняя мощность за полпериода  
Средняя квадратичная мощность за полпериода  
Средняя квадратичная мощность за период

#### Задания открытого типа

*Дайте развернутый ответ на вопрос*

- 3. Как формулируется закон Ома?**  
*Правильный ответ:*  $I=U/R$ . Сила тока в цепи прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению этой цепи.

- 4. Как формулируется первый закон Кирхгофа для электрических цепей постоянного тока?**  
*Правильный ответ:*  $\sum I_i = 0$ . Алгебраическая сумма токов в ветвях, подсоединенных к узлу, равна нулю

- 5. Как формулируется второй закон Кирхгофа?**  
*Правильный ответ:*  $\sum I_j \cdot R_j = \sum E_j$ . Алгебраическая сумма падений напряжений в замкнутом контуре равна алгебраической сумме ЭДС в том же контуре.

- 6. Как формулируется первый закон коммутации в любой электрической ветви?**  
*Правильный ответ:* ток (магнитный поток), протекающий через индуктивность, в момент коммутации сохраняет значение, которое было непосредственно перед коммутацией.

- 7. Как формулируется второй закон коммутации в любой электрической ветви?**  
*Правильный ответ:* напряжение (заряд) на емкости в момент коммутации сохраняет значение, которое было непосредственно перед коммутацией.

#### **Форма промежуточной аттестации по дисциплине зачет (модули 1-3), зачет (модули 4, 5).**

Окончательные результаты обучения (формирования компетенций) определяются посредством перевода баллов, набранных студентом в процессе освоения дисциплины, в оценки: базовый уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если результат обучения соответствует оценке «зачтено» (50-100 рейтинговых баллов).

#### **Форма промежуточной аттестации по дисциплине экзамен (модуль 6).**

Окончательные результаты обучения (формирования компетенций) определяются посредством перевода баллов, набранных студентом в процессе освоения дисциплины, в оценки:

– базовый уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если результат обучения соответствует оценке «удовлетворительно» (50-64 рейтинговых баллов);

– повышенный уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если результат обучения соответствует оценкам «хорошо» (65-85 рейтинговых баллов) и «отлично» (86-100 рейтинговых баллов).

### **4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВТОРНОЙ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Формы промежуточной аттестации по дисциплине: *зачет, экзамен.*

Фонд оценочных средств для проведения повторной промежуточной аттестации формируется из числа оценочных средств по темам, которые не освоены студентом.

*Примечание:*

Дополнительные контрольные испытания проводятся для студентов, набравших менее **50 баллов** (в соответствии с «Положением о модульно-рейтинговой системе»).

Форма промежуточной аттестации по дисциплине *зачет.*

Таблица 4.1 – Критерии оценки сформированности компетенций

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)  | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)  |
|---|---|
|   | на базовом уровне   |
|   | соответствует оценке «зачтено»<br>50-100% от максимального балла  |
| ИД-1пк <sub>ос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент, в основном, владеет материалом по темам модулей, знает законы Ома и Кирхгофа, умеет рассчитывать цепи постоянного и переменного токов; на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |

Форма промежуточной аттестации по дисциплине *зачет.*

Таблица 4.2 – Критерии оценки сформированности компетенций

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)  | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)  |
|---|---|
|   | на базовом уровне   |
|   | соответствует оценке «зачтено»<br>50-100% от максимального балла  |
| ИД-1пк <sub>ос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент, в основном, владеет материалом по темам модулей, имеет представление о несинусоидальных токах и напряжениях, переходных процессах в линейных и нелинейных электрических цепях; на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |

Форма промежуточной аттестации по дисциплине *экзамен*.

Таблица 4.3 – Критерии оценки сформированности компетенций (экзамен)

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)  | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)   |
|---|--|
|   | на базовом уровне  |
|   | соответствует оценке «удовлетворительно»<br>50-64% от максимального балла  |
| ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент, в основном, владеет материалом по темам модуля, знает основные положения теории электромагнитного поля; на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |

Таблица 4.4 – Критерии оценки сформированности компетенций по курсовой работе

| Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)  | Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)   |
|---|--|
|   | на базовом уровне  |
|   | соответствует оценке «удовлетворительно»<br>50-64% от максимального балла  |
| ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей | Студент выполнил работу. При выполнении работы использовал пакет Mathcad, но не освоил встроенные функции, знает законы коммутации, умеет рассчитывать переходные процессы классическим и операторным методами в линейных электрических цепях, но не совсем твердо владеет материалом; при защите КР приводит неточную аргументацию теоретических положений; на базовом уровне способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей |