

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Тобольский педагогический институт им. Д.И. Менделеева (филиал)  
Тюменского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ  
Директор \_\_\_\_\_ Шилов С.П.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине  
ОП.02 Электротехника и основы электроники  
специалистов среднего звена  
15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям)  
Форма обучения – очная

Фонд оценочных средств учебной дисциплины «Электротехника и основы электроники» для обучающихся по программе подготовки специалистов среднего звена 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям). Форма обучения – очная. Тобольск, 2020.

Фонд оценочных средств учебной дисциплины «Электротехника и основы электроники» разработан на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 09 декабря 2016 года, № 1550, на основе примерной основной образовательной программы, регистрационный номер в реестре 170828 от 17 апреля 2017 года.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОНДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	4
2. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....	6
3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОНДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1.1. Область применения программы

Фонд оценочных средств дисциплины «Электротехника и основы электроники» является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС СПО по специальности 15.02.10 Мехатроника и мобильная робототехника (по отраслям).

Фонд оценочных средств учебной дисциплины «Электротехника и основы электроники» может быть использован в профессиональной подготовке студентов по квалификации – техник-мехатроник.

### 1.2. Место дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена

Дисциплина «Электротехника и основы электроники» входит в профессиональный учебный цикл.

### 1.3. Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать**:

- Принцип работы и назначение устройств мехатронных систем
- Методы организации обмена информацией между устройствами мехатронных систем с использованием промышленных сетей
- Физические особенности сред использования мехатронных систем
- Установка и выполнение всех требуемых настроек механических, электрических датчиков дополнительной конструкции
- Основные модели электрических схем при моделировании технических систем мобильной робототехники;
- Принципы построения электрических схем
- Электрических схем подключения исполнительных механизмов мобильного робота

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **уметь**:

- Читать принципиальные структурные схемы, схемы автоматизации, схемы соединений и подключений
- Использовать промышленные протоколы для объединения ПЛК в сеть
- Интерпретировать навыки построения электрических схем при помощи соответствующего теоретического аппарата
- Устранение наиболее распространенных проблем в случае обрыва связи контроллера и робота

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ПК 1.1. Выполнять монтаж компонентов и модулей мехатронных систем в соответствии с технической документацией.

ПК 1.3. Разрабатывать управляющие программы мехатронных систем в соответствии с техническим заданием.

ПК 3.1. Составлять схемы простых мехатронных систем в соответствии с техническим заданием.

ПК 4.3. Осуществлять настройку датчиков и исполнительных устройств мобильных робототехнических комплексов в соответствии с управляющей программой и техническим заданием.

ПК 5.1. Разрабатывать конструкции и схемы электрические подключений компонентов и модулей несложных мобильных робототехнических комплексов в соответствии с техническим заданием.

ПК 5.5. Производить замену и ремонт компонентов и модулей мобильных робототехнических комплексов в соответствии с технической документацией.

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ПК 1.1. ПК 1.3. ПК 3.1. ПК 4.3 ПК 5.1. ПК 5.5.	У1 Читать принципиальные структурные схемы, схемы автоматизации, схемы соединений и подключений У2 Использовать промышленные протоколы для объединения ПЛК в сеть У3 Интерпретировать навыки построения электрических схем при помощи соответствующего теоретического аппарата У4 Устранение наиболее распространенных проблем в случае обрыва связи контроллера и робота	31 Принцип работы и назначение устройств мехатронных систем 32 Методы организации обмена информацией между устройствами мехатронных систем с использованием промышленных сетей 33 Физические особенности сред использования мехатронных систем 34 Установка и выполнение всех требуемых настроек механических, электрических датчиков дополнительной конструкции 35 Основные модели электрических схем при моделировании технических систем мобильной робототехники; 36 Принципы построение электрических схем 37 Электрических схем подключения исполнительных механизмов мобильного робота

## 3. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

п/п	Темы дисциплины, МДК, разделы (этапы) практики, в ходе текущего контроля, вид промежуточной аттестации с указанием семестра	Код контролируемой компетенции (или её части), знаний, умений	Наименование оценочного средства (с указанием количество вариантов, заданий и т.п.)
<b>Раздел 1. Электрические цепи постоянного тока</b>			
	Тема 1.1. Электрический ток	ПК 5.1., ПК 5.5., 31, 32, 33, 35 У1, У2, У4	Расчетно-тестовое задание (два варианта, 13 заданий); Практическое задание №1 Расчет параметров различных режимов работы электрической цепи (10 вариантов).
	Тема 1.2. Магнитные цепи и электромагнитная индукция	ПК 5.1., ПК 5.5., 32, 33, 37 У1, У2, У3, У4	Тестовое задание (два варианта, 15 заданий). Практическое задание №2 Расчет и выбор сечения проводов по допустимому нагреву и допустимой потере напряжения (15 вариантов).
<b>Раздел 2. Электрические цепи переменного тока</b>			
	Тема 2.1. Основные сведения о синусоидальном электрическом токе.	ПК 3.1., ПК 5.1., 32, 34, 35, У1, У2, У3	Практическое задание №3 Тема «Электрические цепи переменного тока» Практическое занятие №4 Расчет неразветвленной цепи переменного тока
	Тема 2.2. Резонанс в электрических цепях	ПК 3.1., ПК 5.1., 31, 32, 36, 34, У1, У2, У3	Расчетно-тестовое задание (два варианта с ответами, 12 заданий)
5.	Тема 2.3. Трёхфазные цепи	ПК 3.1., ПК 5.1., 32, 34, 36, У1, У2, У3	Тест (два варианта с ответами), Практическое задание № 5 Расчет трехфазной системы при соединении приемников электроэнергии «звездой».
6.	Тема 2.4. Электрические машины	ПК 1.1., ПК 5.5., 32, 33, 35, 36, 37, У2, У3, У4	Контрольная работа (три расчетные задачи, два варианта с ответами)
<b>Раздел 3. Основы электроники</b>			

7.	Тема 3.1. Физические основы электроники	ПК 4.3., 34, У4	Тестовое задание (20 заданий, 2 варианта с ответами)
8.	Тема 3.2.-3.4 Электронные приборы	ПК 3.1., ПК 4.3., ПК 5.1., 32, 33, 34, У1, У3, У4	Тестовое задание (20 заданий, 2 варианта с ответами)
9.	Промежуточная аттестация в 4 семестре	ПК 1.1., ПК 1.3., ПК 3.1., ПК 4.3., ПК 5.1., ПК 5.5., 31-37, У1-У4	Дифференцированный зачет: вопросы по разделам (32 вопроса)

### 3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

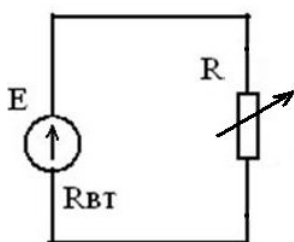
Тема 1.1. Электрический ток	ПК 5.1., ПК 5.5., 31, 32, 33, 35 У1, У2, У4
-----------------------------	---

Расчетно-тестовое задание (два варианта, 13 заданий)

#### Вариант 1.

1. Укажи один правильный ответ.

1. В результате изменения сопротивления нагрузки ток в цепи увеличился. Как это влияет на напряжение на зажимах цепи?

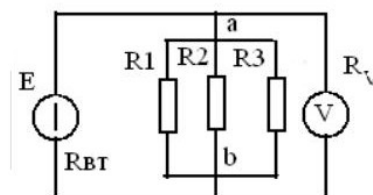


- a) напряжение  $U$  растет
- b) напряжение  $U$  уменьшается
- c) напряжение  $U$  остается неизменным

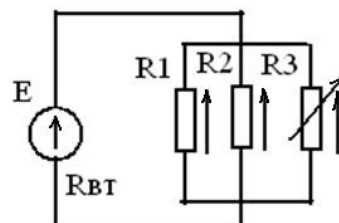
2. Укажите формулу для определения закона Кирхгофа для узла.

- a)  $I=U/R$
- b)  $\sum IR=\sum E$
- c)  $\sum I=0$
- d)  $Q=I^2Rt$

3. Каким должно быть сопротивление вольтметра, чтобы он не влиял на режим работы цепи?

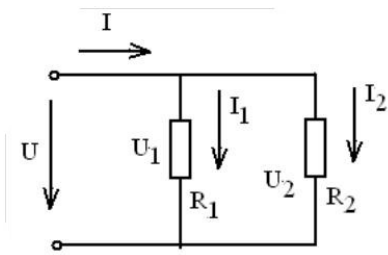


- a) сопротивление вольтметра равно нулю
  - b) сопротивление вольтметра много больше сопротивления участка  $ab$
  - c) сопротивление вольтметра приблизительно равно сопротивлению участка  $ab$
  - d) сопротивление вольтметра много меньше сопротивления участка  $ab$
4. Какими признаками характеризуется твердый диэлектрик в состоянии пробоя.
- a) наличием свободных ионов
  - b) наличием свободных электронов
  - c) наличием свободных ионов и электронов
5. Будет ли проходить в цепи постоянный ток, если вместо источника ЭДС включить заряженный конденсатор?
- a) не будет
  - b) будет, но недолго
  - c) будет
6. Как изменятся токи  $I_1$  и  $I_2$  если сопротивление  $R_3$  уменьшится?



b) уменьшатся

c) останутся неизменными



7. Каково соотношение между напряжениями  $U_1$  и  $U_2$  в середине и в конце линии?

- a)  $U_1 = U_2$
- b)  $U_1 < U_2$
- c)  $U_1 > U_2$

7. При каком напряжении выгоднее передавать энергию в линии при заданной мощности

- a) при повышенном
- b) при пониженном
- c) безразлично

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

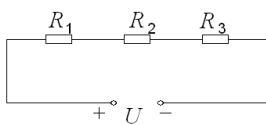
- a) оба провода нагреются одинаково
- b) сильнее нагреется провод с большим диаметром
- c) сильнее нагреется провод с меньшим диаметром

9. Установление соответствие между изображением элемента (А) и его наименованием (Б)

А	Б
1.	а) Конденсатор б) Реостат в) Резистор г) Источник электрической энергии
2.	
3.	
4.	

10. При замыкании источника тока на внешнее сопротивление 4,5 Ом сила тока в цепи равна 0,2А, а при замыкании на сопротивление 10 Ом сила тока равна 0,1 А. Найти ЭДС источника и его внутреннее сопротивление.

6.

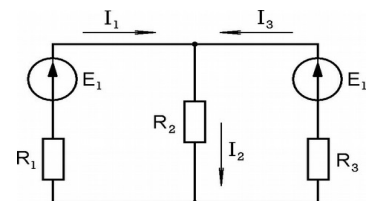
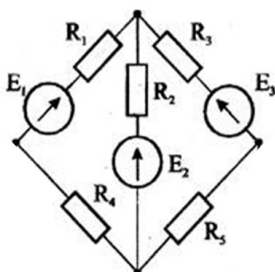


11. Участок цепи состоит из последовательно соединенных проводников, подключенных к источнику напряжения  $U=50$  В (рис.). Сопротивление первого проводника  $R_1=2$  Ом, а второго  $R_2=6$  Ом. Напряжение на третьем проводнике  $U_3=10$  В. Найти силу тока цепи  $I$ , сопротивление третьего проводника  $R_3$  и напряжения на проводниках  $U_1, U_2$ .

$U_1, U_2$ .

12. Определите токи через сопротивления, если  $R_1=1$  Ом,  $R_2=3$  Ом,

$R_3=3$  Ом,  $E_1=10$  В,  $E_2=6$  В.





13. Определите токи через сопротивления, если  $R_1 = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 5 \text{ Ом}$ ,  $E_1 = 20 \text{ В}$ ,  $E_2 = 10 \text{ В}$ ,  $E_3 = 16 \text{ В}$ .

### Вариант 2.

1. Какой из проводов одинакового диаметра и длины сильнее нагревается - медный или стальной - при одном и том же токе?

- a) медный
- b) стальной
- c) оба провода нагреваются одинаково

2. Длину и диаметр проводника увеличили в 2 раза. Как изменится сопротивление проводника?

- a) не изменится
- b) уменьшится в 2 раза
- c) увеличится в 2 раза
- d) увеличится в 4 раза

3. Единицей измерения величины тока является

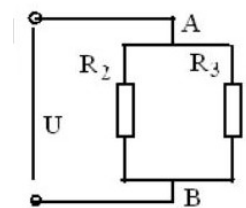
- a) Вебер
- b) Вольт
- c) Ампер
- d) Сименс

4. Через каждый из четырех одинаковых резисторов, соединенных последовательно проходит ток в 1 А. Определите общий ток в цепи

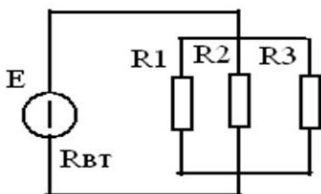
- a) 2,00 А
- b) 0,25 А
- c) 1,00 А
- d) 4,00 А

5. Как изменится напряжение на участке АВ, если параллельно ему включить еще одно сопротивление ( $U = \text{const}$ )?

- a) не изменится
- b) увеличится
- c) уменьшится



6. Как изменится напряжение на параллельном разветвлении, подключенном к источнику с  $R_{вт}$  отличным от нуля если число ветвей увеличить?

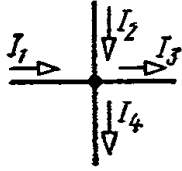


- a) не изменится
- b) увеличится
- c) уменьшится

7. Каким должно быть соотношение между температурой плавления плавкой вставки предохранителя  $t_{\text{пред}}$  и температурой плавления проводов  $t_{\text{пров}}$

- a)  $t_{\text{пред}} > t_{\text{пров}}$
- b)  $t_{\text{пред}} < t_{\text{пров}}$
- c)  $t_{\text{пред}} = t_{\text{пров}}$

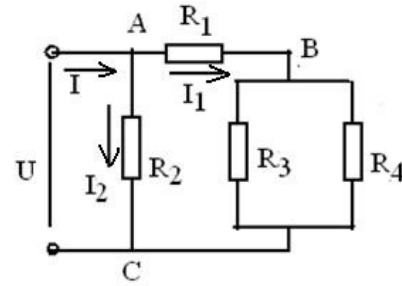
8. Какое из приведенных уравнений не соответствует рисунку?



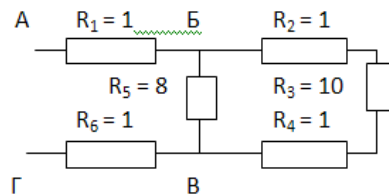
- a)  $I_1 + I_2 = I_3 + I_4$
- b)  $I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$
- c)  $I_3 + I_4 - I_1 - I_2 = 0$
- d)  $I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 0$

9. Какое из приведенных уравнений соответствует рисунку?

- a) 
$$I_1 = \frac{U}{R_1 + \frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4}}$$
- b) 
$$I_1 = \frac{U}{R_1}$$
- c) 
$$I_1 = \frac{U}{\frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4}}$$
- d) 
$$I_1 = \frac{U}{\frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4}}$$

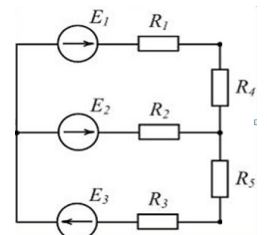


10. Определить общее сопротивление участка цепи АГ

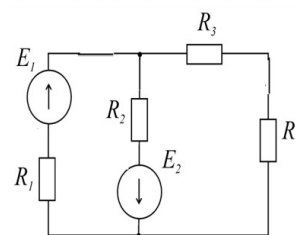


11. К аккумулятору с ЭДС 12 В подключены лампочка сопротивлением 2 Ом и резистор сопротивлением 5 Ом. Известно, что ток в цепи 1 А. Найти внутреннее сопротивление аккумулятора.

12. Определите токи через сопротивления, если  $R_1 = 1$  Ом,  $R_2 = 3$  Ом,  $R_3 = 3$  Ом,  $R_4 = 4$  Ом,  $R_5 = 5$  Ом,  $E_1 = 10$  В,  $E_2 = 6$  В,  $E_3 = 8$  В.



13. Определите токи через сопротивления, если  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 6 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 10 \text{ Ом}$ ,  $E_1 = 20 \text{ В}$ ,  $E_2 = 12 \text{ В}$ .



Ответы

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Вариант 1</b>	с	с	б	с	а	б	а	а	с	бавг	0,1, 3, 5	0,5, 3 0,2	1, 1, 2
<b>Вариант 2</b>	б	б	с	с	а	с	б	б	а	4	2	0,1, 1,3 0,2	0,5, 1, 1,2

### Практическое задание №1

#### Расчет параметров различных режимов работы электрической цепи

Цель: рассчитать параметры основных режимов работы электрической цепи.

Оборудование: методические указания, калькулятор, линейка.

#### Краткие теоретические сведения

Из всех режимов работы электрических цепей и отдельных их элементов наиболее характерны:

- номинальный режим;
- согласованный режим;
- режим холостого хода (х.х.)
- режим короткого замыкания (к.з.).

Номинальным называется режим работы, установленный заводом-изготовителем для данного электротехнического устройства в соответствии с предъявляемыми к нему техническими требованиями. Для электрических величин, определяющих номинальный режим, относятся номинальное напряжение, номинальный ток, номинальная мощность.

Генераторы, потребители и другие элементы электрических цепей производят не на любые напряжения, а на ограниченное число определенных напряжений. Шкала этих напряжений, которые принято называть номинальными, устанавливаются государственным стандартом.

Согласованным называется режим, при котором источник отдает во внешнюю цепь наибольшую мощность  $P_{\max}$ . Однако, такой режим не рекомендуется использовать, так как при длительном превышении номинальных значений устройства могут выйти из строя.

Режим холостого хода характеризует разомкнутое её состояние – ток отсутствует, и все элементы отключены от источника питания. В таком состоянии цепи внутреннее падение напряжения равно нулю, а напряжение на зажимах источника питания совпадает с ЭДС источника. Можно сказать, что режим холостого хода характеризует электрическую цепь, когда она находится в разомкнутом состоянии, а сопротивление нагрузки отсутствует полностью или отключено. Такое состояние цепи можно использовать для измерения ЭДС источника питания.

Режим короткого замыкания считается аварийным, электрическая цепь не может работать нормально. Короткое замыкание возникает при соединении двух различных точек цепи, полярность потенциалов которых отличается. Такое состояние не предусмотрено изготовителем устройства и нарушает его нормальную работу. В этом режиме работы зажимы источника энергии замкнуты проводником («закорочены»), при этом его сопротивление близко к нулю. Часто, короткое замыкание происходит в тех случаях, когда соединяются два провода, которые связывают между собой источник и приёмник в цепи, как правило, их сопротивление незначительно, так что его можно назвать нулевым.

При возникновении режима короткого замыкания, ток в цепи значительно превышает номинальные значения (из-за отсутствия сопротивления). Это может привести в непригодное состояние источник энергии и приёмники в электрической цепи. В некоторых случаях это является результатом неправильных действий со стороны персонала, работающего с электротехническим оборудованием.

#### Порядок выполнения расчета

1. Выписать исходные данные согласно варианту (таблица) и вычертить схему цепи (рисунок 2.1).

2. Рассчитать основные параметры цепи в режиме короткого замыкания при  $R=0$

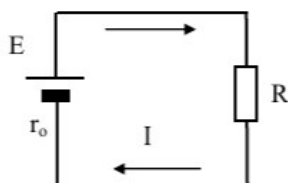


Рисунок 2.1 – Схема электрической цепи

Вариант	$E, В$	$r_0, Ом$
1	20	2
<b>1</b>	20	2
<b>2</b>	12	1,5
<b>3</b>	25	2
<b>4</b>	9	1,5

1	2	3
<b>5</b>	28	2
<b>6</b>	15	1,5
<b>7</b>	31	2,5
<b>8</b>	26	2
<b>9</b>	18	3
<b>10</b>	21	3

Сила тока в цепи

$$I = \frac{E}{R+r} \quad (2.1)$$

Падение напряжения на внутреннем сопротивлении источника

$$\Delta U = I \cdot r_0 \quad (2.2)$$

Напряжение на зажимах источника, т.е. напряжение, приложенное к цепи

$$U = E - \Delta U \quad (2.3)$$

Мощность источника

$$P_{\text{И}} = E \cdot I \quad (2.4)$$

Мощность потерь внутри самого источника

$$\Delta P = \Delta U \cdot I \quad (2.5)$$

Мощность потребителя

$$P = U \cdot I \quad (2.6)$$

Коэффициент полезного действия (КПД)

$$\eta = \frac{P}{P_{\text{и}}} = \frac{U}{\varepsilon} \quad (2.7)$$

Результаты расчета занести в таблицу 2.2.

3. С помощью формул (2.1) - (2.7) выполнить расчет всех параметров в режиме холостого хода при  $R = \infty$ .

4. В верхнюю строку таблицы 2.2 записать ещё 2 произвольных значения тока (от режима короткого замыкания до режима холостого хода) и обязательно значение тока, равное  $I_{\text{кз}}/2$  (режим согласованной нагрузки).

Расчет сопротивления приемника электрической энергии (сопротивление нагрузки) выполнить по формуле

$$R = \frac{\varepsilon}{I} - r_0 \quad (2.8)$$

Результаты расчетов сопротивления свести в таблицу 2.2.

5. Построить графики:

- $E = f(I)$ ,  $U = f(I)$ ,  $\Delta U = f(I)$  в одной системе координат (рисунок 2.2);
- $P_{\text{и}} = f(I)$ ,  $P = f(I)$ ,  $\eta = f(I)$  в другой системе координат (рисунок 2.3).

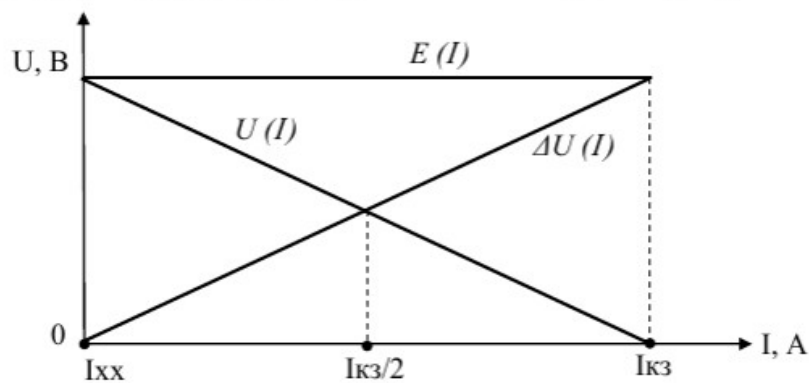


Рисунок 2.2

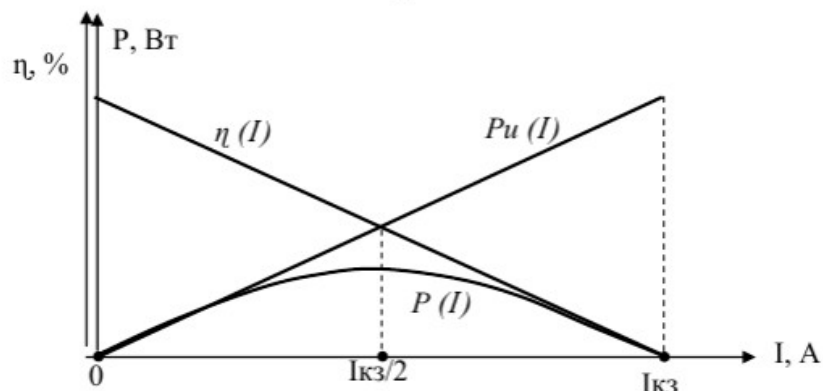


Рисунок 2.3

Проанализировать изменение параметров электрической цепи при изменении в ней тока.

### Содержание отчета

1. Тема и цель занятия.
2. Исходные данные для расчета.
3. Схема электрической цепи.
4. Расчет параметров цепи в режиме короткого замыкания.
5. Таблица результатов расчета.
6. Графики, построенные по результатам расчета.
7. Вывод по результатам расчета.

### Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику режимам работы электрической цепи: номинальному, согласованному, холостого хода, короткого замыкания.
2. В каком режиме работы электрической цепи можно измерить ЭДС?

**Раздел 1. Электрические цепи постоянного тока**

Тема 1.2. Магнитные цепи и электромагнитная индукция

ПК 5.1., ПК 5.5.,  
32, 33, 37 У1,  
У2, У3, У4

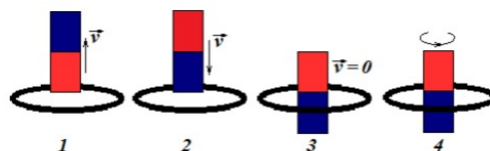
Тестово-расчетное задание (2 варианта, 15 заданий).

### Тест

#### Вариант 1.

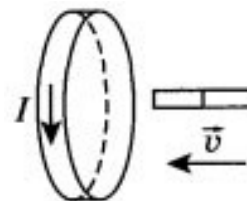
**1. Индукционный ток возникнет в проволочном витке при движении магнита в в случаях, представленных на рисунках:**

- А) 1 и 2
- Б) 1, 2 и 4
- В) только 4
- Г) 1, 2, 3, 4



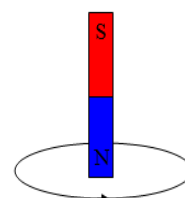
**2. Магнит вводится в алюминиевое кольцо так, как показано на рисунке. Направление тока в кольце указано стрелкой. Каким полюсом магнит вводится в кольцо?**

- А. северным
- Б. южным
- В. направление тока не зависит от полюса
- Г. направление тока зависит от скорости магнита



**3. Три одинаковые катушки включены последовательно в электрическую цепь постоянного тока. Катушка 1 без сердечника, в катушке 2 сердечник из кобальта, в катушке 3 сердечник из трансформаторной стали. В какой из катушек индукция магнитного поля будет наименьшей? (Магнитная проницаемость воздуха равна 1, кобальта — 175, трансформаторной стали — 8000.)**

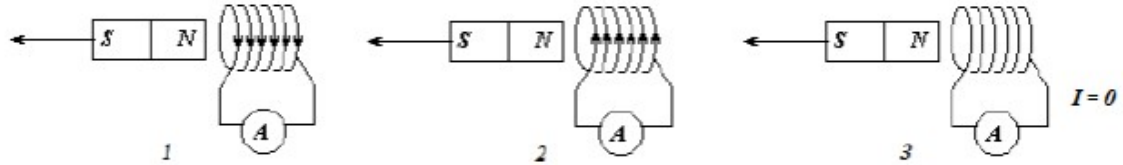
- А. 1
- Б. 2
- В. 3
- Г. во всех катушках одинакова



4. В каком направлении относительно замкнутого проводника необходимо двигать магнит, чтобы в проводнике возник электрический ток указанного направления?

- А. вправо
- Б. на указанной схеме ток не возникает
- В. вниз
- Г. вверх

5. Постоянный магнит удаляют из катушки, замкнутой на гальванометр. На каком рисунке правильно показано направление индукционного тока



- А. 1
- Б. 2
- В. 3
- Г. нет правильного рисунка

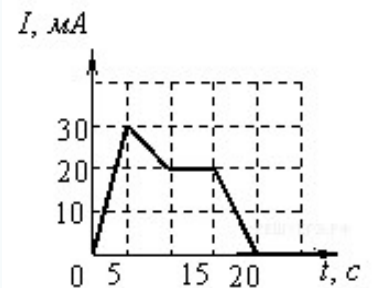
6. Укажите способы изменения магнитного потока.

- А. изменение индукции магнитного поля, в котором находится контур
- Б. изменение размеров контура
- В. изменение ориентации контура в магнитном поле
- Г. изменение силы тока в контуре
- Д. изменение разности потенциалов

7. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн.

Определите модуль среднего значения ЭДС самоиндукции в интервале времени от 10 до 15 с.

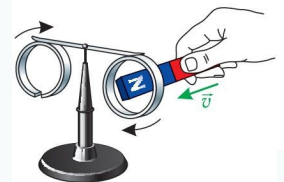
- А. 2 мкВ
- Б. 3 мкВ
- В. 5 мкВ
- Г. 0



8. На рисунке изображен момент демонстрационного эксперимента по проверке правила Ленца. Магнит северным полюсом сначала приближают сплошному кольцу, а затем удаляют из него.

При этом:

- А. в обоих опытах кольцо отталкивается от магнита
- Б. в обоих опытах кольцо притягивается к магниту
- В. в первом опыте кольцо отталкивается от магнита, во втором - кольцо притягивается к магниту
- Г. в первом опыте кольцо притягивается к магниту, во втором - кольцо отталкивается от магнита



9. На рисунке приведена демонстрация опыта по проверке правила Ленца. Опыт проводится со сплошным кольцом, а не разрезанным, потому что

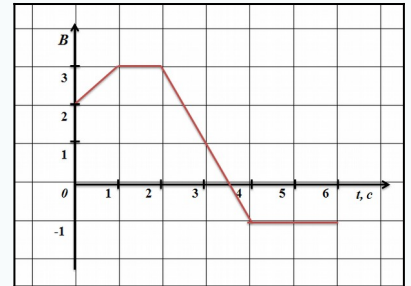
- А. в сплошном кольце возникает индукционный ток, а в разрезанном — нет
- Б. в сплошном кольце возникает ЭДС индукции, а в разрезанном — нет
- В. сплошное кольцо сделано из стали, а разрезанное - из алюминия
- Г. в разрезанном кольце возникает вихревое электрическое поле, а в сплошном — нет

10. Как измениться энергия магнитного поля катушки, если силу тока увеличить в 2 раза, а количество витков в обмотке увеличить в 3 раза?

- А. увеличиться в 12 раз
- Б. увеличиться в 3 раза
- В. увеличиться в 6 раз
- Г. увеличиться в 36 раз

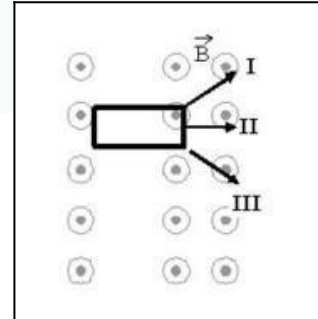
11. Виток провода, подключенный к амперметру, помещают в магнитное поле. Модуль магнитной индукции поля изменяется со временем согласно графику на рисунке. В какие промежутки времени амперметр покажет наличие электрического тока?

- А. от 0 с до 1 с
- Б. во все промежутки времени от 0 с до 6 с
- В. от 1 с до 4 с
- Г. от 0 с до 1 с и от 2 с до 4 с
- Д. от 0 с до 2 с и от 4 с до 6 с



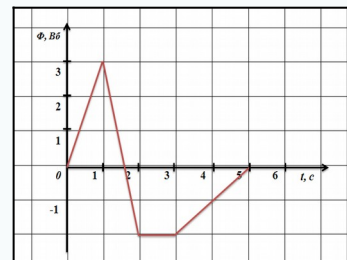
12. На рисунке показаны три направления проволочной рамки в неоднородном магнитном поле. Индукционный ток в рамке появляется при движении

- А. только по направлению I
- Б. только по направлению II
- В. только по направлению III
- Г. по всем направлениям



13. На рисунке показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. На каком из участков графика в контуре возникает максимальная по модулю ЭДС индукции?

- А. от 0 с до 1 с
- Б. от 1 с до 2 с
- В. от 2 с до 3 с
- Г. от 3 с до 5 с



14. В момент замыкания электрической цепи, содержащей катушку

- А. появится постоянный индукционный ток
- Б. появится индукционный ток, помогающий установлению тока
- В. индукционный ток не появится
- Г. появится индукционный ток, препятствующий установлению тока

15. Принцип действия генератора постоянного тока основан на

- А. действию силы Ампера на проводник с током в магнитном поле



- Б. возникновении ЭДС индукции в контуре при изменении пронизывающего его магнитного потока  
 В. выделении тепла Джоуля – Ленца в проводнике при протекании по нему тока  
 Г. существовании магнитного поля вокруг проводника с током

### Вариант 2.

1. Контур площадью  $1000 \text{ см}^2$  находится в однородном магнитном поле с индукцией  $0,5 \text{ Тл}$ , угол между вектором  $B$  индукции и нормалью к поверхности контура  $60^\circ$ . Каков магнитный поток через контур?

- А.  $250 \text{ Вб}$ . Б.  $1000 \text{ Вб}$ . В.  $0,1 \text{ Вб}$ . Г.  $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$ . Д.  $2,5 \text{ Вб}$ .

2. Какая сила тока в контуре индуктивностью  $5 \text{ мГн}$  создает магнитный поток  $2 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$ ?

- А.  $4 \text{ мА}$ . Б.  $4 \text{ А}$ . В.  $250 \text{ А}$ . Г.  $250 \text{ мА}$ . Д.  $0,1 \text{ А}$ . Е.  $0,1 \text{ мА}$ .

3. Магнитный поток через контур за  $5 \cdot 10^{-2} \text{ с}$  равномерно уменьшился от  $10 \text{ мВб}$  до  $0 \text{ мВб}$ . Каково значение ЭДС в контуре в это время?

- А.  $5 \cdot 10^{-4} \text{ В}$ . Б.  $0,1 \text{ В}$ . В.  $0,2 \text{ В}$ . Г.  $0,4 \text{ В}$ . Д.  $1 \text{ В}$ . Е.  $2 \text{ В}$ .

4. Каково значение энергии магнитного поля катушки индуктивностью  $5 \text{ Гн}$  при силе тока в ней  $400 \text{ мА}$ ?

- А.  $2 \text{ Дж}$ . Б.  $1 \text{ Дж}$ . В.  $0,8 \text{ Дж}$ . Г.  $0,4 \text{ Дж}$ . Д.  $1000 \text{ Дж}$ . Е.  $4 \cdot 10^5 \text{ Дж}$ .

5. Катушка, содержащая  $n$  витков провода, подключена к источнику постоянного тока с напряжением  $U$  на выходе. Каково максимальное значение ЭДС самоиндукции в катушке при увеличении напряжения на ее концах от  $0 \text{ В}$  до  $U \text{ В}$ ?

- А.  $U \text{ В}$ . Б.  $nU \text{ В}$ . В.  $U/n \text{ В}$ . Г. Может быть во много раз больше  $U$ , зависит от скорости изменения силы тока и от индуктивности катушки.

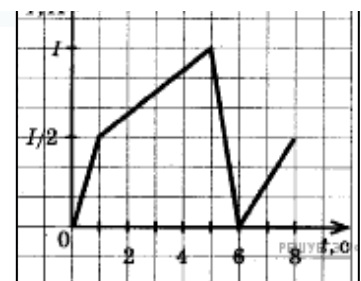
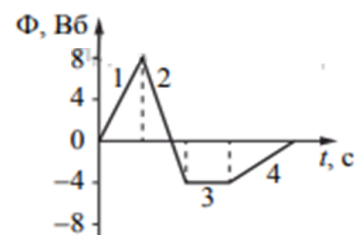
6. Что выражает следующее утверждение: ЭДС индукции в замкнутом контуре пропорциональна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром?

- А. Закон электромагнитной индукции. Б. Правило Ленца. В. Закон Ома для полной цепи. Г. Явление самоиндукции. Д. Закон электролиза.

7. При вдвигании полосового магнита в металлическое кольцо и выдвигании из него в кольце возникает индукционный ток. Этот ток создает магнитное поле. Каким полюсом обращено магнитное поле тока в кольце к:

- 1) вдвигаемому южному полюсу магнита и 2) выдвигаемому южному полюсу магнита.  
 А. 1 — северным, 2 — северным. Б. 1 — южным, 2 — южным.  
 В. 1 — южным, 2 — северным. Г. 1 — северным, 2 — южным.

8. На рисунке показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. На каком из участков графика в контуре возникает максимальная по модулю ЭДС индукции?

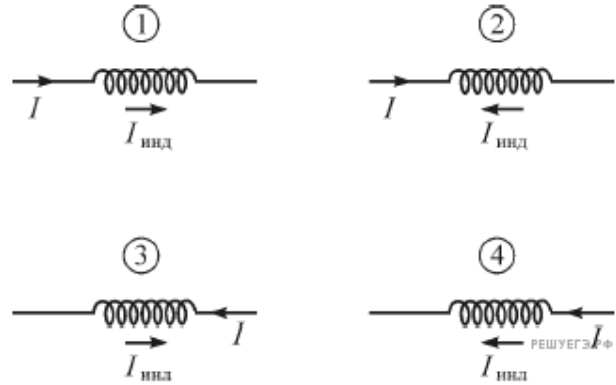


9. На рисунке приведен график зависимости силы тока в катушке индуктивности от времени. В каком промежутке времени ЭДС самоиндукции принимает наименьшее значение по модулю?

- 1) 0 — 1 с
- 2) 1 — 5 с
- 3) 5 — 6 с
- 4) 6 — 8 с

10. Сила тока  $I$ , текущего через катушку, возрастает. На каком рисунке правильно показано направление протекания индукционного тока  $I_{\text{инд}}$  (по отношению к току  $I$ ) в этой катушке?

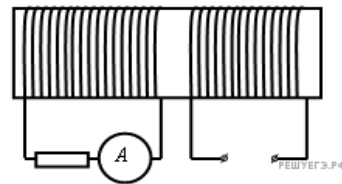
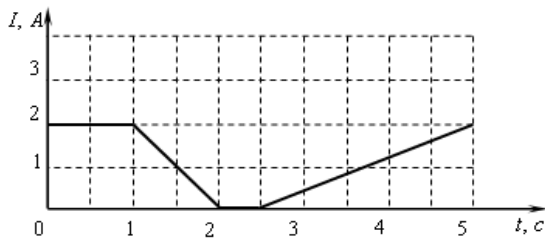
- 1) на 1 и 4
- 2) только на 1
- 3) на 2 и 3
- 4) только на 2



11. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведенному графику.

В какие промежутки времени амперметр покажет наличие тока в левой катушке?

- 1) от 1 с до 2 с и от 2,5 с до 5 с
- 2) только от 1 с до 2 с
- 3) от 0 с до 1 с и от 2 с до 2,5 с
- 4) только от 2,5 с до 5 с



12. Ток 4 А создает в контуре магнитный поток 20 мВб. Какова индуктивность контура?

- А. 5 Гн. Б. 5 мГн. В. 80 Гн. Г. 80 мГн. Д. 0,2 Гн. Е. 200 Гн.

13. Магнитный поток через контур за 0,5 с равномерно уменьшился от 10 мВб до 0 мВб. Каково значение ЭДС в контуре в это время?

- А.  $5 \cdot 10^{-3}$  В. Б. 5 В. В. 10 В. Г. 20 В. Д. 0,02 В. Е. 0,01 В.

14. Каково значение энергии магнитного поля катушки индуктивностью 500 мГн при силе тока в ней 4 А?

- А. 2 Дж. Б. 1 Дж. В. 8 Дж. Г. 4 Дж. Д. 1000 Дж. Е. 4000 Дж.

**15. Определить индуктивность катушки, через которую проходит поток величиной 5 Вб при силе тока 100 мА.**

А. 0,5      Б. 50 В.      В. 100 Гн      Г. 0,005 Гн      Д. 0,1 Гн

#### Ответы

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Вариант 1	А	В	В	Г	А	Б	Г	БВ	В	Г	Б	Г	Г	В	Б
Вариант 2	А	В	Б	Б	А	БВГ	А	Б	В	1	В	В	Г	А	Г

### **Практическое задание №2** **Расчет и выбор сечения проводов по допустимому нагреву и допустимой потере напряжения**

Цель: рассчитать сечение проводов по допустимой потере напряжения и проверить эти провода по нагреву.

Оборудование: методические указания, калькулятор.

#### Краткие теоретические сведения

При протекании по проводнику электрического тока происходит его нагрев. Нагрев изменяет физические свойства проводника. Чрезмерный нагрев опасен для изоляции, вызывает перегрев контактных соединений, перегорание проводника, что может привести к пожару или взрыву при неблагоприятных условиях окружающей среды.

Максимальная температура нагрева проводника, при которой изоляция его сохраняет диэлектрические свойства и обеспечивается надежная работа контактов, называется предельно допустимой, а наибольший ток, соответствующий этой температуре - длительно допустимым током по нагреву.

Расчёт сечения проводов и кабелей осуществляется обычно тремя способами:

- по допустимому нагреву
- по допустимой потере напряжения
- по механической прочности.

После выполнения этих расчётов выбирают стандартное сечение жилы проводника, равное максимальному из расчётных значений (или ближайшее большее).

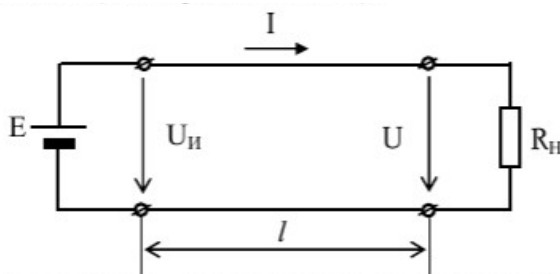
При относительно небольшой длине линий (~ до 30 м) расчёт на нагревание является определяющим. При прохождении по проводнику электрического тока выделяется тепло и проводник нагревается.

Нагрев изолированных проводов не должен быть выше определённого предела, т.к. изоляция при сильном нагреве может обуглиться и даже загореться. Для безаварийной работы проводов и кабелей нормами установлена предельно допустимая температура нагрева (60 - 80°C) в зависимости от типа изоляции, условий монтажа и температуры окружающей среды. Применяя эти установки, а также

зная максимальную силу тока в проводе, по таблицам выбирают сечение проводника.

Порядок выполнения расчета

1. Выписать исходные данные согласно варианту (таблица) и вычертить схему цепи (рисунок). Для расчетов принять материал проводов медь (для вариантов 1-15).



Вариант	$P, \text{кВт}$	$l, \text{м}$	$e, \%$	$U, \text{В}$
1	2,1	800	2	380
2	2,2	900	2,5	
3	3,5	1000	5	
4	2,5	700	2,5	
5	3	1300	4	
6	2,3	700	2,5	
7	2,4	700	2	
8	2,6	700	3	
9	2,5	800	2,5	
10	3	800	4	
11	3	700	3	
12	3,1	800	3,5	
13	3,5	700	3	
14	4	500	2,5	
15	3,5	600	2,5	

Рассчитать параметры цепи при подключении её к источнику с напряжением  $U$ . Ток в линии, питающей потребитель

$$I = \frac{P}{U} \quad (3.1)$$

Сечение проводов, которое обеспечит потерю напряжения в заданных пределах

$$S = \frac{\rho \cdot 200 \cdot P \cdot l}{e U^2}, \quad (3.2)$$

где  $\rho$  - удельное сопротивление при  $t = 20^\circ \text{C}$ ,

принять  $\rho = 0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$  - для меди;

$\rho = 0,0271 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$  - для алюминия.

Выбрать по таблице стандартных сечений (таблица) ближайшее большее. Сравнить рассчитанное значение тока с допустимым

значением для выбранного сечения. Если рассчитанное значение меньше допустимого, то перегрева провода не произойдет. Сопротивление двухпроводной линии электропередачи выбранного сечения

$$R_{л} = \frac{\rho \cdot 2 \cdot l}{S} \quad (3.3)$$

Фактическое падение напряжения в линии

$$\Delta U = I \cdot R_{л} \quad (3.4)$$

Допустимое снижение напряжения

$$e = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100\% \quad (3.5)$$

Рассчитанное значение снижения напряжения сравнить с заданным допустимым.

Потери мощности в линии электропередачи

$$\Delta P = 2I R_{л} \quad (3.6)$$

Мощность источника электрической энергии, которая обеспечит работу приемников

$$P_{и} = I \cdot U_{и} \quad (3.7)$$

где  $U_{и}$  - напряжение в начале линии, т.е. на зажимах источника,

$$U_{и} = U + \Delta U \quad (3.8)$$

3. Сделать заключение о пригодности выбранного провода в соответствии с заданной потерей напряжения и проверкой этого провода по нагреву.

Сечение провода, мм <sup>2</sup>	Допустимая нагрузка для проводов, проложенных открыто, А	
	Медные	Алюминиевые
1	17	-
1,5	23	-
2,5	27	24
4	30	32
6	41	-
10	80	60
16	100	75
25	140	105
35	170	130
50	215	165
70	270	210
95	330	255
120	385	295

#### Содержание отчета

- 1 Тема и цель занятия.
- 2 Исходные данные для расчета.
- 3 Схема электрической цепи.
- 4 Расчет параметров цепи с проверками по нагреву и допустимой потере напряжения.
- 5 Вывод по результатам расчета.

#### Контрольные вопросы

- 1 Поясните чем опасен нагрев провода выше установленной нормы.
- 2 Поясните процедуру проверки провода по нагреву

Раздел 2. Электрические цепи переменного тока Тема 2.1. Основные сведения о синусоидальном электрическом токе.	ПК 3.1., ПК 5.1., 32, 34, 35, У1, У2, У3
---	--

### Практическое задание №3

#### Тема «Электрические цепи переменного тока»

Определить характер и величину сопротивления цепи, мощность. В масштабе построить временную и векторную диаграммы.

#### Пример.

Дано:

$$i = 5,5 \sin(\omega t + 150^\circ), \text{ А}$$

$$u = 20 \sin(\omega t + 60^\circ), \text{ В}$$

Решение:

Выбираем масштабы  $m_I = 1 \text{ А/см}$ ,  $m_U = 5 \text{ В/см}$ .

Т.к. ток опережает напряжение на  $90^\circ$ , значит, в цепи имеется только емкостное сопротивление: начальная фаза у силы тока  $150^\circ$ , а у напряжения  $60^\circ$ .

Строим векторную диаграмму в выбранном масштабе, учитывая начальные фазы.

Рассчитываем емкостное сопротивление (активное сопротивление отсутствует):

$$X_C = \frac{U_m}{I_m} = \frac{20}{5,5} = 3,64 \text{ Ом}$$

Активная мощность равна нулю, реактивная мощность равна:

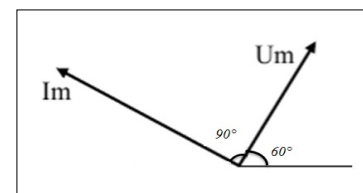
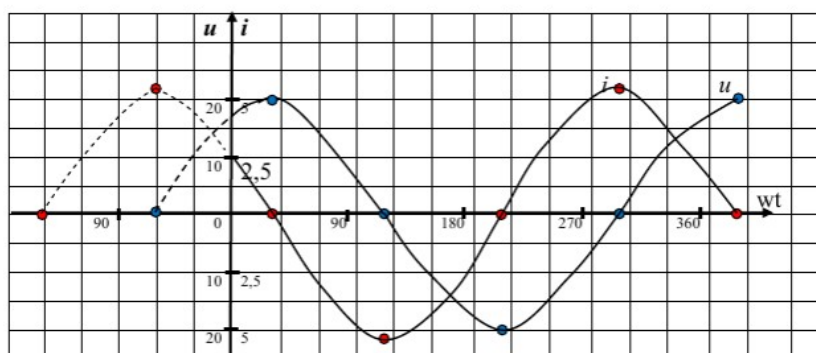
$$Q_C = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{20}{1,41} \cdot \frac{5,5}{1,41} = 55,3 \text{ вар}$$

Временная диаграмма (график зависимости силы тока и напряжения от  $\omega t$ )

$$i = 5,5 \sin(\omega t + 150^\circ), \text{ А}$$

$$u = 20 \sin(\omega t + 60^\circ), \text{ В}$$

$\omega t$	$-150^\circ$	$-60^\circ$	$30^\circ$	$120^\circ$	$210^\circ$	$300^\circ$	$390^\circ$
$\sin(\omega t + 150^\circ)$	0	1	0	-1	0	1	0
$i$	0	5,5	0	-5,5	0	5,5	0
$\sin(\omega t + 60^\circ)$		0	1	0	-1	0	1
$u$		0	20	0	-20	0	20



### Практическое занятие № 4

#### Расчет неразветвленной цепи переменного тока

Цель: рассчитать неразветвленную цепь переменного тока.

Оборудование: методические указания, калькулятор, транспортир.

#### Краткие теоретические сведения

При последовательном соединении на всех участках цепи проходит один ток. На каждом сопротивлении величина падения напряжения зависит от величины сопротивления. Общее напряжение цепи при последовательном соединении определяется суммой напряжений на каждом участке. Но, поскольку, между током цепи и напряжениями на сопротивлениях разный угол сдвига по фазе, то сумма может быть только векторная, например, для последовательного соединения активного, индуктивного и емкостного сопротивлений.

Для определения численного значения напряжения цепи необходимо построить векторную диаграмму.

При построении векторной диаграммы необходимо учитывать, что на активном сопротивлении ток и напряжение совпадают по фазе, на индуктивном – напряжение опережает ток на  $90^\circ$ , на емкостном – ток опережает напряжение на  $90^\circ$ .

#### Порядок выполнения расчета

1. Выписать исходные данные и вычертить схему цепи согласно варианту (таблица).

Вариант- схема	1-А	2-А	3-А	4-А	5-А	6-А	7-А	8-А	9-А	10-А
	11-Б	12-Б	13-Б	14-Б	15-Б	16-Б	17-Б	18-Б	19-Б	20-Б
	21-В	22-В	23-В	24-В	25-В	26-В	27-В	28-В	29-В	30-В
$U, В$	50	80	120	60	40	30	20	70	90	100
$R_1$	Ом	4	3	40	4	2	4	2	4	5
$R_2$		3	4	20	6	3	3	2	5	4
$L_1$	мГн	16	38	127	9,6	12,7	31,8	25,4	12,7	25,4
$L_2$		38	16	159	15,9	12,7	19	6,4	9,5	25,4
$C_1$	мкФ	319	531	106	796	637	796	531	796	1061
$C_2$		531	319	53	319	1061	796	796	796	796

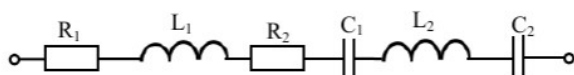


Рисунок 5.1 – Схема цепи «А»

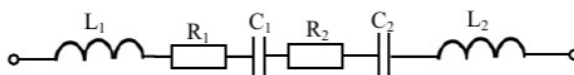
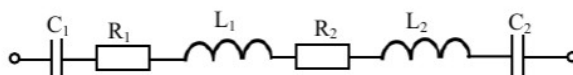


Рисунок 5.2 – Схема цепи «Б»



2. Определить реактивные сопротивления катушек и конденсаторов при частоте  $f = 50$  Гц

$$X_L = \omega L = 2\pi fL \quad (1)$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} \quad (2)$$

3. Определить полное сопротивление всей цепи

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}, \quad (3)$$

где

$$R = R_1 + R_2 \quad (4)$$

$$X_L = X_{L1} + X_{L2} \quad (5)$$

$$X_C = X_{C1} + X_{C2} \quad (6)$$

4. Определить действующее значение тока в цепи

$$I = \frac{U}{Z} \quad (7)$$

5. Для построения векторной диаграммы рассчитать действующее значение напряжения на каждом элементе цепи

$$U_{a1} = I \cdot R_1 \quad (8)$$

$$U_{L1} = I \cdot X_{L1} \quad (9)$$

$$U_{C1} = I \cdot X_{C1} \quad (10)$$

и т.д.

Выбрать масштаб и по рассчитанным значениям построить векторную диаграмму. При построении векторной диаграммы за базисный вектор принять вектор тока, т.к. величина тока на всех сопротивлениях при последовательном соединении одинакова. На активном сопротивлении напряжение совпадает с током, на индуктивности напряжение опережает ток, на емкости – отстает от тока.

Проверить правильность решения:

-измерить угол сдвига фаз между током и напряжением всей цепи и сравнить его значение с рассчитанным по формуле

$$\varphi = \arctg \frac{X_L - X_C}{R}, \quad (11)$$

где  $R$ ,  $X_L$  и  $X_C$  рассчитаны по формулам;

-измерить длину вектора общего напряжения цепи, умножить её на масштаб и сравнить с заданным значением.

6. Определить мощности цепи

-активную  $P = UI \cos \varphi, \text{ Вт} \quad (12)$

-реактивную  $Q = UI \sin \varphi, \text{ вар} \quad (13)$



-полную  $S = UI, VA$  (14)

7. Объяснить физическую сущность активного, индуктивного и емкостного сопротивлений в цепи переменного тока; указать на возможность применения второго закона Кирхгофа в цепях переменного тока.

Содержание отчета

- 1) Тема и цель занятия.
- 2) Исходные данные для расчета.
- 3) Схема электрической цепи согласно варианту.
- 4) Расчет параметров цепи.
- 5) Векторная диаграмма тока и напряжений.
- 6) Вывод.

Контрольные вопросы

1. Поясните, почему ток на индуктивности отстает на  $90^\circ$  от напряжения?
2. Объясните принцип построения векторной диаграммы.
3. Какой угол сдвига по фазе между током и напряжением на активном сопротивлении?

<p><b>Раздел 2. Электрические цепи переменного тока</b> Тема 2.2. Резонанс в электрических цепях.</p>	<p>ПК 3.1., ПК 5.1., 31, 32, 36, 34, У1, У2, У3</p>
---	---

Расчетно-тестовое задание (два варианта с ответами, 12 заданий)

### Вариант 1.

1. Резонанс в электрической цепи переменного тока - это

- 1) явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний силы тока или напряжения при совпадении частоты внешнего переменного напряжения с собственной частотой колебательного контура.
- 2) явление резкого уменьшения амплитуды вынужденных колебаний силы тока или напряжения при совпадении частоты внешнего переменного напряжения с собственной частотой колебательного контура.
- 3) явление резкого возрастания частоты вынужденных колебаний силы тока или напряжения при совпадении амплитуды внешнего переменного напряжения с собственной амплитудой колебательного контура.
- 4) явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний силы тока (напряжения).
- 5) явление резкого уменьшения амплитуды вынужденных колебаний силы тока (напряжения).

2. Катушку, конденсатор и резистор соединили последовательно. Действующие напряжения на них равны соответственно 15, 10 и 12 В. Подведённое действующее напряжение равно

- 1) 9,0 В
- 2) 11 В
- 3) 13 В
- 4) 16 В
- 5) 18 В

3. В сеть переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц включили конденсатор. Если амплитудное значение силы тока в цепи конденсатора 0,2 А, то ёмкость этого конденсатора (в мкФ) равна \_\_\_\_\_.

4. В каком соответствии по фазе находятся ток и напряжение в цепи переменного тока с резистором и катушкой?

- 1) ток и напряжение не совпадают по фазе
- 2) ток опережает напряжение по фазе на  $90^\circ$
- 3) ток отстает от напряжения по фазе на  $90^\circ$
- 3) фаза между током и напряжением меняется произвольно

5. Чему равно полное сопротивление цепи при последовательном соединении резистора, конденсатора и катушки?

$$1) \quad Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega C}^2}$$

$$2) \quad Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$3) \quad Z = \sqrt{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$4) \quad Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$$

6. В каком соответствии по фазе находятся ток и напряжение в цепи переменного тока с резистором и конденсатором?

- 1) ток и напряжение не совпадают по фазе
- 2) ток опережает напряжение по фазе на  $90^\circ$
- 3) ток отстает от напряжения по фазе на  $90^\circ$
- 3) фаза между током и напряжением меняется произвольно

7. Чему равен угол сдвига фаз трехфазного тока между фазными напряжениями генератора?

- 1)  $45^\circ$  2)  $90^\circ$  3)  $120^\circ$  4)  $180^\circ$

8. В какой цепи может возникнуть резонанс токов?

- 1) при последовательном соединении равных индуктивного и ёмкостного сопротивлений
- 2) при параллельном соединении равных индуктивного и ёмкостного сопротивлений
- 3) при смешанном соединении равных индуктивного и ёмкостного сопротивлений
- 4) при отсутствии активного сопротивления

9. Чему равно полное сопротивление цепи при резонансе напряжений?

$$1) \quad Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega C}^2}$$

$$2) \quad Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$3) \quad Z = \sqrt{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$4) \quad Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$$

10. Во сколько раз угловая частота  $\omega$  больше, чем частота  $\nu$ ?

- 1) в 4 раза. 2) в 3,14 раза. 3) в 6 раз. 4) в  $2\pi$  раза. 5) в 2 раза.

11. Какую величину переменного тока измеряют электроизмерительные приборы?

- 1) максимальную 2) мгновенную 3) действующую 4) среднюю

12. Как изменится резонансная частота колебательного контура, если емкость увеличится в 4 раза?

1. Увеличится в 4 раза
2. Уменьшится в 4 раза
3. Уменьшится в 2 раза
4. Увеличится в 2 раза

### Вариант 2.

1. Контур состоит из катушки  $L$ ,  $R_k$  и конденсатора  $C$ , причем активное сопротивление катушки  $R_k = 0$ . Каково соотношение между напряжениями на катушке и конденсаторе в режиме резонанса?

1.  $U_k = U_c$
2.  $U_k > U_c$
3.  $U_k < U_c$

2. Каким должно быть сопротивление вольтметра, чтобы он, будучи подключенным к катушке или конденсатору, не влиял на ток в контуре в режиме резонанса?

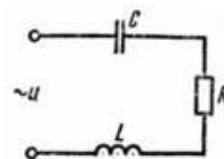
1.  $R_v > R_k$
2.  $R_v < R_k$
3.  $R_v = R_k$
4.  $R_v = R_c$

3. Какие приборы дают возможность точно фиксировать режим резонанса?

1. Вольтметр
2. Амперметр
3. Вольтметр и амперметр
4. Омметр

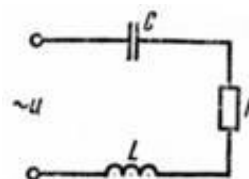
4. Вопрос :  $X_L = 20$  Ом;  $R = 10$  Ом;  $U = 20$  В. Определите напряжение на конденсаторе при резонансе

- 1) 80 В
- 2) 10 В
- 3) 40 В
- 4) 20 В



5.  $X_L = 20$  Ом;  $R = 10$  Ом;  $U = 10$  В. Найдите напряжение на конденсаторе при резонансе

- 1) 10 В
- 2) 100 В
- 3) 200 В
- 4) 20 В



6.  $X_L = 10$  Ом;  $X_C = 5$  Ом. Как надо изменить емкость конденсатора, чтобы возник резонанс токов?

- 1) задача не определена, т.к. неизвестна частота приложенного к цепи напряжения
- 2) увеличить в четыре раза

- 3) уменьшить в два раза
- 4) увеличить в два раза

7. Укажите параметр переменного тока, от которого зависит ёмкостное сопротивление конденсатора

- 1) Период переменного тока
- 2) Действующее значение тока
- 3) Начальная фаза
- 4) Максимальное значение тока

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

- 1) Период переменного тока
- 2) Действующее значение тока
- 3) Начальная фаза
- 4) Максимальное значение тока

9. Катушка индуктивности  $L$  подключена к источнику переменного напряжения. Как изменится ток в катушке, если частота источника увеличивается в два раза?

- 1) Уменьшится в два раза
- 2) Увеличится в два раза
- 3) Не изменится

10. Выберите правильное соотношение между  $U_m$  и  $U$  для синусоидального напряжения

- 1)  $U = U_m$
- 2)  $U = U_m/2$
- 3)  $U = 0,707U_m$
- 4)  $U = 2U_m$

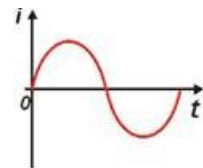
11. Какие элементы содержит цепь, характеризующаяся этой векторной диаграммой

- 1)  $L$
- 2)  $R, C$
- 3)  $R, L, C$
- 4)  $C$



12. В какой момент времени  $t$  мгновенное значение тока достигает положительного максимума, если ток изменяется, как показано на графике?

- 1)  $t = T/2$
- 2)  $t = T/8$
- 3)  $t = T/4$
- 4)  $t = 3T/4$



### Ответы

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Вариант 1</b>	2	3	3	4	1	3	2	4	1	2	4	3
<b>Вариант 2</b>	4	1	2	3	3	4	1	2	2	3	1	3

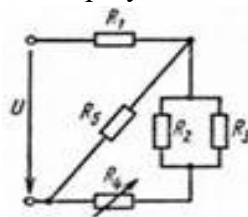
## Тест

## Вариант 1.

1. Может ли нулевой провод в четырехпроводной трёхфазной цепи обеспечить симметрию фазных напряжений при несимметричной нагрузке?
  - 1) Может, если нагрузка чисто активная
  - 2) Не может
  - 3) Может
  
2. Будут ли меняться линейные токи в четырехпроводной трёхфазной цепи при обрыве нулевого провода в случае несимметричной нагрузки?
  - 1) Будут
  - 2) Будут
  - 3) Если нагрузка чисто активная, токи меняться не будут
  - 4) Токи будут меняться, но только в случае реактивной нагрузки
  
3. Обычно векторные диаграммы строят
  - 1) Для действующих и амплитудных значений
  - 2) Для действующих значений ЭДС, напряжений и токов
  - 3) Для амплитудных значений ЭДС, напряжений и токов
  
4. Чему равен угол сдвига фаз между напряжением и током в катушке индуктивности, если  $R_a=0$ ?
  - 1)  $-90^\circ$
  - 2)  $45^\circ$
  - 3)  $90^\circ$
  - 4)  $0^\circ$
  
5. Трёхфазная симметричная нагрузка потребляет 800 Вт активной мощности. Найдите коэффициент мощности, если при  $\cos\varphi=1$  нагрузка потребляет 1000 Вт.
  - 1) 0,5
  - 2) 1,2
  - 3) 1,0
  - 4) 1,0
  
6. Полная мощность, потребляемая трехфазной нагрузкой, 1000ВА. Реактивная мощность нагрузки 800ВАр. Определите коэффициент мощности.
  - 1) 0,7
  - 2) 0,9
  - 3) 0,8
  - 4) 0,6
  
7. Может ли ток в нулевом проводе четырехпроводной трёхфазной цепи равняться нулю?
  - 1) Ток в нулевом проводе всегда равен нулю
  - 2) Не может
  - 3) Может
  - 4) Для окончательного ответа на вопрос недостаточно данных

8. Как изменится напряжение на всех участках цепи при увеличении  $R_4$  при условии, что  $U = \text{const}$ ?

- 1)  $U_1 \uparrow, U_{2,3} \downarrow, U_4 \downarrow, U_5 \downarrow$
- 2)  $U_1 \uparrow, U_{2,3} \uparrow, U_4 \uparrow, U_5 \downarrow$
- 3)  $U_1 \uparrow, U_{2,3} \uparrow, U_4 \uparrow, U_5 \uparrow$
- 4)  $U_1 \downarrow, U_{2,3} \downarrow, U_4 \uparrow, U_5 \uparrow$

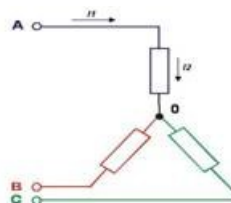


9. Обмотки трёхфазного генератора соединены звездой. С чем соединён конец первой обмотки?

- 1) С началом второй обмотки
- 2) С концом второй обмотки
- 3) С началом третьей обмотки
- 4) С концом третьей обмотки

10. Какой из токов линейный, а какой фазный?

- 1)  $I_1, I_2$  – линейные
- 2)  $I_1$  – фазный,  $I_2$  – линейный
- 3)  $I_1, I_2$  – фазные
- 4)  $I_1$  – линейный,  $I_2$  – фазный



11. В трёхфазную сеть с линейным напряжением 220 В надо включить двигатель, обмотки которого рассчитаны на 127 В. Как следует соединить обмотки двигателя?

- 1) Звездой с нулевым проводом
- 2) Звездой
- 3) Треугольником
- 4) Трёхфазный двигатель в эту сеть включать нельзя

12. Нагрузка соединена по схеме четырехпроводной звезды. Будут ли меняться фазные напряжения на нагрузке при обрыве нулевого провода в случае: а) симметричной нагрузки; б) несимметричной нагрузки?

- 1) а) нет; б) нет
- 2) а) да; б) да
- 3) а) нет; б) да
- 4) а) да; б) нет

13. Чему равен ток в нулевом проводе четырёхпроводной трёхфазной системы при симметричной нагрузке?

- 1) Нулю
- 2) Алгебраической сумме фазных токов
- 3) Любому фазному току
- 4) Алгебраической сумме линейных токов

14. Полная мощность, потребляемая трехфазной нагрузкой,  $S = 1000$  ВА. Реактивная мощность  $Q = 600$  ВАр. Определите коэффициент мощности

- 1) 1
- 2) 0,4
- 3) 0,8
- 4) 0,6

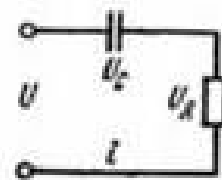
15. С чем соединяется начало первой обмотки при соединении обмоток трёхфазного генератора треугольником?

- 1) С концом третьей обмотки
- 2) С началом второй обмотки
- 3) С концом второй обмотки
- 4) С началом третьей обмоткой

### Вариант 2.

1. Между какими точками надо включить вольтметр для измерения фазного напряжения?

- 1) АВ
- 2) АС
- 3) ВС
- 4) АО



2.  $U_C = 30$  В;  $U_R = 40$  В; Найдите  $U$

- 1) 50 В
- 2) 60 В
- 3) 30 В
- 4) 40 В

3. Трёхфазная симметричная нагрузка соединена треугольником. Фазный ток 20 А. Чему равен линейный ток?

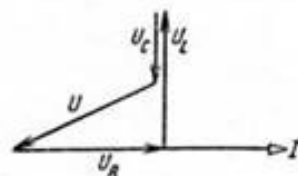
- 1) 17,3 А
- 2) 20 А
- 3) 40 А
- 4) 34,6 А

4. Выберите правильное соотношение между  $I_m$  и  $I$  для синусоидального тока

- 1)  $I = I_m/2$
- 2)  $I = I_m$
- 3)  $I = 0,707I_m$
- 4)  $I = 0,5I_m$

5. При каком условии векторная диаграмма имеет такой вид

- 1)  $X_C > X_L$
- 2)  $X_C = X_L$
- 3)  $X_C < X_L$

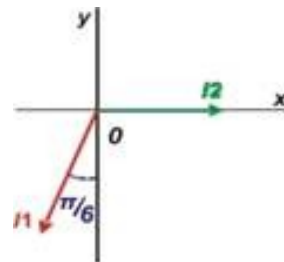


6. Как изменится период синусоидального сигнала при уменьшении частоты в три раза?

- 1) Уменьшится в 9 раз
- 2) Увеличится в 3 раза
- 3) Уменьшится в 3 раза
- 4) Увеличится в 9 раз

7. Выберите правильное утверждение по отношению к векторам  $I_1$  и  $I_2$

- 1)  $I_1$  опережает  $I_2$  на  $120^\circ$
- 2)  $I_2$  опережает  $I_1$  на  $120^\circ$
- 3)  $I_1$  опережает  $I_2$  на  $240^\circ$

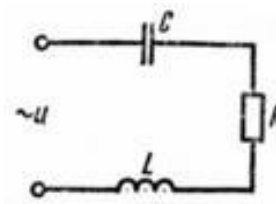


8. Почему обрыв нулевого провода четырехпроводной трёхфазной системы является аварийным режимом?

- 1) На одних фазах приёмника энергии напряжение увеличивается, а на других уменьшается
- 2) На всех фазах приёмника энергии напряжение возрастает
- 3) На всех фазах приёмника энергии напряжение падает

9.  $X_L=50$  Ом;  $X_C=42$  Ом;  $R=6$  Ом;  $U=100$  В. Найдите амплитуду тока в цепи.

- 1) 2 А
- 2) 14,1 А
- 3) 141 А
- 4) 10 А



10. Укажите одно из важнейших достоинств цепей переменного тока по сравнению с цепями постоянного тока

- 1) Возможностью передачи электроэнергии на дальние расстояния
- 2) Возможностью преобразования электрической энергии в механическую
- 3) Возможностью преобразования электрической энергии в тепловую
- 4) Возможностью изменения величины напряжения и тока в цепи с помощью трансформатора

11. Будут ли меняться линейные токи в четырёхпроводной трёхфазной цепи при обрыве нулевого провода в случае симметричной нагрузки?

- 1) Будут
- 2) Токи будут меняться, но только в случае реактивной нагрузки
- 3) Если нагрузка чисто активная, токи меняться не будут
- 4) Не будут

12. В каких единицах выражается реактивная мощность потребителей?

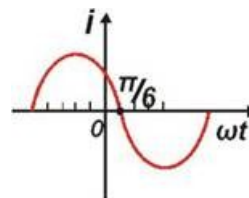
- 1) Дж
- 2) ВАр
- 3) Вт
- 4) ВА

13. Трёхфазный генератор работает на симметричную нагрузку. Коэффициент мощности равен 0,8. Полное сопротивление фазы 10 Ом. Фазный ток равен 10А. Найдите активную мощность, потребляемую нагрузкой.

- 1) 80 Вт
- 2) 800 Вт
- 3) 100 Вт
- 4) 2400 Вт

14. Определить начальную фазу переменного тока, представленного на графике

- 1)  $-5\pi/6$
- 2)  $\pi/6$
- 3)  $5\pi/6$
- 4)  $-\pi/6$



15. Трёхфазный генератор работает на симметричную нагрузку. Коэффициент мощности равен 0,8. Полное сопротивление фазы 10 Ом. Фазный ток равен 10А. Найдите активную мощность, потребляемую нагрузкой.

- 1) 80 Вт
- 2) 800 Вт
- 3) 100 Вт
- 4) 2400 Вт

**Ответы к тесту**



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Вариант 1</b>	1	2	3	4	1	4	1	2	3	3	4	3	3	4	3
<b>Вариант 2</b>	4	1	2	3	3	2	4	2	2	3	4	1	2	3	4

### Практическое задание № 5

#### Расчет трехфазной системы при соединении приемников электроэнергии «звездой»

Цель: рассчитать трехфазную цепь при соединении потребителей «звездой» в случае неравномерной нагрузки.

Оборудование: методические указания, калькулятор, транспортир.

Краткие теоретические сведения

Соединение «звездой» заключается в том, что концы фаз потребителей X, Y, Z соединяют в одну общую точку, которая называется нулевой 0 или нейтральной N. К началам фаз A, B, C присоединяют линейные провода.

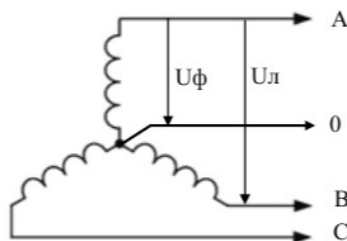


Рисунок 1. Схема соединения «звездой»

Напряжения между началом и концом фазы, т.е. между линейным проводом и нулевым называются фазными  $U_\phi$ :  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_C$ .

Напряжения между двумя линейными проводами называются линейными  $U_\lambda$ :  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$ ,  $U_{CA}$ .

При соединении фаз «звездой» фазное напряжение меньше линейного  $U_\lambda$  в 1,73 раза

$$U_\phi = \frac{U_\lambda}{\sqrt{3}} \quad (1)$$

Ток фазный равен току линейному  $I_\phi = I_\lambda$  (2).

В нулевом проводе ток равен векторной сумме токов фаз, т.е.

$$I_0 = I_A + I_B + I_C \quad (3)$$

При равномерной нагрузке, когда сопротивления фаз равны между собой, токи фаз равны между собой и поэтому ток в нулевом проводе отсутствует. При неравномерной нагрузке ток в нулевом проводе определяется по векторной диаграмме (рисунок 2).

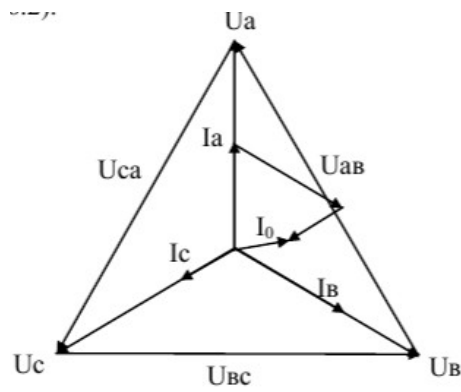


Рисунок.2 – Векторная диаграмма при соединении «звездой»

### Порядок выполнения работы

1. Выписать исходные данные согласно варианту (таблица 1) и вычертить схему цепи (рисунок 3).

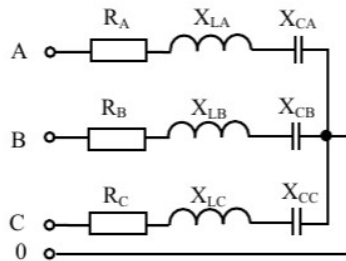


Таблица 1 – Исходные данные для расчета

Вариант	$R_A$	$R_B$	$R_C$	$X_{LA}$	$X_{LB}$	$X_{LC}$	$X_{CA}$	$X_{CB}$	$X_{CC}$
	Ом								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>1</b>	-	9	7	4	11	-	-	-	15
<b>2</b>	10	-	10	18	-	9	10	14	-
<b>3</b>	14	17	-	-	5	25	9	-	8
4	0	5	10	10	12	22	12	10	22
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>8</b>	11	-	8	6	-	18	-	17	5
<b>9</b>	15	4	-	18	15	-	9	-	19
<b>10</b>	10	16	-	20	-	22	10	8	-
<b>11</b>	3	-	11	-	10	2	9	-	14
<b>12</b>	-	13	14	20	-	10	-	9	3
<b>13</b>	-	18	15	7	7	-	23	-	10
<b>14</b>	14	-	6	10	-	11	7	19	-
<b>15</b>	4	17	-	-	24	5	18	-	10
<b>16</b>	20	19	-	6	-	27	-	-	3
<b>17</b>	5	-	17	11	16	-	-	-	4
<b>18</b>	-	5	14	21	-	4	7	13	-
<b>19</b>	15	8	11	-	5	11	-	-	7
<b>20</b>	2	-	5	20	-	7	-	18	24
<b>21</b>	25	23	-	4	4	-	7	-	28
<b>22</b>	16	14	-	16	-	19	8	6	-
<b>23</b>	7	-	2	-	8	11	5	-	2
<b>24</b>	-	4	6	10	-	3	-	8	9
<b>25</b>	-	10	3	11	4	-	3	-	9
<b>26</b>	15	-	7	4	-	8	-	15	-
<b>27</b>	6	3	-	-	6	15	11	-	4
<b>28</b>	8	11	-	7	-	10	-	4	3
<b>29</b>	17	-	4	2	14	-	6	-	8
<b>30</b>	-	9	5	10	-	8	2	4	-

2. Определить полное сопротивление фаз

$$Z_{\phi} = \sqrt{R_{\phi}^2 + (X_{L\phi} - X_{C\phi})^2} \quad (4)$$

3. Определить фазное напряжение по формуле (6.1).

4. Определить фазные токи. При соединении «звездой» они равны линейным,  $I_{\phi} = I_L$

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\phi}} \quad (5)$$

5. Построить векторную диаграмму токов и напряжений цепи. Для этого под углом  $120^\circ$  расположить векторы фазных напряжений  $U_A, U_B, U_C$ . Соединив концы векторов фазных напряжений, получить векторы линейных напряжений  $U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}$ . Для построения векторов токов фаз определить угол между фазными токами и напряжениями

$$\varphi = \arccos \frac{R}{Z} \quad (.6)$$

При построении диаграммы учитывать тот факт, что на активном сопротивлении напряжение совпадает с током, на индуктивности напряжение опережает ток, на емкости – отстает от тока.

С помощью векторной диаграммы определить ток в нулевом проводе векторной суммой токов фаз, используя формулу (6.3).

Для определения численного значения измерить длину вектора тока нулевого провода и умножить её на масштаб.

6. Определить полную мощность трехфазной цепи

$$S_{\Sigma} = S_A + S_B + S_C \quad (7)$$

где  $S_A, S_B, S_C$  – полные мощности отдельных фаз, рассчитанные по формуле

$$S_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi} \quad (8)$$

7. Указать на необходимость использования нулевого провода при неравномерной нагрузке.

## Содержание отчета

- 1) Тема и цель занятия
- 2) Задание
- 3) Исходные данные
- 4) Схема электрической цепи
- 5) Расчетная часть
- 6) Векторная диаграмма тока и напряжений
- 7) Вывод

## Контрольные вопросы

1. Как называется напряжение, измеряемое между двумя линейными проводами?
2. Как определить ток в нейтральном (нулевом) проводе?
3. Каково соотношение между линейными и фазными токами и напряжениями?

<b>Раздел 2. Электрические цепи переменного тока</b>	ПК 1.1., ПК 5.5., 32, 33, 35, 36, 37,
Тема 2.4. Электрические машины	У2, У3, У4

Контрольная работа (три расчетные задачи, два варианта с ответами)

## Контрольная работа

## Вариант 1.

**1. Действующее значение ЭДС каждой обмотки симметричного трехфазного генератора  $U=220$  В. Определить линейные напряжения при соединении обмоток: 1) звездой; 2) треугольником; 3) неправильной звездой (веером), в результате неправильного подсоединения фазы С к остальным фазам.**

*Решение*

При соединении звездой линейные напряжения генератора при симметричной системе ЭДС

$$U_L = \sqrt{3}U_\phi = 1,73 \cdot 220 \text{ В.}$$

При соединении треугольником линейные напряжения равны фазным, т.е.  $U_L = U_\phi = 220$  В.

При неправильном подсоединении фазы С к остальным фазам линейные напряжения

$$U_{AB} = \sqrt{3}U_\phi = 1,73 \cdot 220 = 380 \text{ В; } U_{BC} = U_\phi = 220 \text{ В; } U_{CA} = U_\phi = 220 \text{ В.}$$

**2. Однофазный двухобмоточный трансформатор имеет номинальные напряжения: первичное 6,3 кВ, вторичное 0,4 кВ; максимальное значение магнитной индукции в стержне магнитопровода 1,5 Тл; площадь поперечного сечения этого стержня 200 см<sup>2</sup>; коэффициент заполнения стержня сталью 0,95. Определить число витков в обмотках трансформатора и коэффициент трансформации, если частота переменного тока в сети 50 Гц.**

*Решение*

Максимальное значение основного магнитного потока

$$\Phi_{max} = B_{max} Q_{ст} k_c = 1,5 \cdot 0,02 \cdot 0,95 = 0,0285 \text{ Вб.}$$

Число витков во вторичной обмотке

$$w_2 = \frac{U_1}{4,44 f \Phi_{max}} = \frac{400}{4,44 \cdot 50 \cdot 0,0286} = 63 \text{ витка.}$$

Коэффициент трансформации

$$k = \frac{U_1}{U_{2ном}} = \frac{6,3}{0,4} = 15,75.$$

Число витков в первичной обмотке  
 $w_1 = w_2 k = 63 \cdot 15,75 = 992$  витка.

**3.Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором имеет следующие данные: максимальное значение магнитной индукции в воздушном зазоре 1,5 Тл, диаметр расточки статора 180 мм длина сердечника статора 141 мм равная  $0,8D_1$  число полюсов в обмотках статора и ротора  $2p = 4$ , число последовательно соединенных витков в фазных обмотках статора и ротора 48, обмоточные коэффициенты для основной гармонике статора  $k_{об1}$  и ротора  $k_{об2}$  принять равными 0,93. Требуется определить фазные значения ЭДС в обмотке статора  $E_1$  и в обмотке фазного ротора при неподвижном его состоянии  $E_2$  и вращающемся со скольжением  $s=8\%$ , частоту тока в неподвижном и вращающемся роторе. Частота тока в питающей сети 50 Гц.**

*Решение:*

Полюсное деление

$$\tau = \pi D_1 / 2p = 3,14 \cdot 180 / 4 = 141 \text{ мм.}$$

Основной магнитный поток

$$\Phi = (2/\pi) B_g l_1 \tau = (2/\pi) 1,5 \cdot 0,8 \cdot 180 \cdot 10^{-3} \cdot 141 \cdot 10^{-3} = 0,019 \text{ Вб.}$$

ЭДС фазной обмотки статора

$$E_1 = 4,44 f_1 \Phi w_1 k_{об1} = 4,44 \cdot 50 \cdot 0,019 \cdot 48 \cdot 0,93 = 188 \text{ В.}$$

ЭДС в обмотке неподвижного ротора

$$E_2 = 4,44 f_1 \Phi w_2 k_{об2} = 4,44 \cdot 50 \cdot 0,019 \cdot 8 \cdot 0,93 = 31 \text{ В.}$$

ЭДС во вращающемся роторе при скольжении 8 %

$$E_{2s} = E_2 s = 31 \cdot 0,08 = 2,5 \text{ В.}$$

Частота тока в неподвижном роторе 50 Гц.

. Частота тока во вращающемся роторе при скольжении 8 % 4 Гц.

**Вариант 2.**

**1. ЭДС каждой фазы симметричного трехфазного генератора  $E_\phi=3642$  В. Активное сопротивление каждой обмотки  $R=0,9$  Ом, а индуктивное  $X=4$  Ом. Определить ток в обмотках генератора при неправильном соединении обмоток треугольника в режиме холостого хода.**

*Решение*

$$I = 2 E_\phi / \sqrt{(3R)^2 + (3X)^2} = 2 \cdot 3642 / \sqrt{(3 \cdot 0,9)^2 + (3 \cdot 4)^2} = 590 \text{ А.}$$

Видим, что включение обмоток трехфазного генератора неправильным треугольником приводит к режиму, близкому к короткому замыканию, даже при холостом ходе.

**2.Номинальная мощность однофазного трансформатора 10500 кВА, напряжения 110 кВ и 6,3 кВ, напряжение короткого замыкания 10,5%, ток холостого хода 3,3 %, потери холостого хода 29,5 кВт, потери короткого замыкания 81,5 кВт. Определить токи холостого хода и короткого замыкания. напряжение короткого замыкания.**

*Решение*

Напряжение короткого замыкания:

$$U_k = \frac{U_k [\%]}{100} U_{1н} = \frac{10,5}{100} \cdot 110 = 11,5 \text{ кВ.}$$

Номинальный ток:

$$I_{1н} = \frac{S_n}{U_{1н}} = \frac{10500}{110} = 95,5 \text{ А.}$$

Ток холостого хода:

$$I_0 = \frac{I_0 [\%]}{100} I_{1н} = \frac{3,3}{100} \cdot 95,5 = 3,14 \text{ А.}$$

Ток короткого замыкания:

$$I_{1к} = I_{1н} \frac{U_{1н}}{U_{1к}} = 95,5 \cdot \frac{110}{11,5} = 914 \text{ А.}$$

**3. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором серии 4Л имеет следующие данные: 4 кВт, 2880 об, 86,6%. Определить высоту оси вращения  $h$ , число полюсов  $2p$ , скольжение при номинальной нагрузке  $s$ , момент на валу  $M$ , начальный пусковой и максимальный моменты, потребляемую двигателем из сети активную мощность  $P$ , суммарные потери при номинальной нагрузке, номинальный и пусковой токи в питающей сети при соединении обмоток статора «звездой» и «треугольником». Двигатель 4А100S2Y3.**

*Решение*

В обозначении типоразмера двигателя цифры, стоящие после обозначения серии 4 А, указывают на высоту оси вращения, т.е.  $h=100$  мм.

Следующая далее цифра указывает на число полюсов, т. е.  $2p = 2$ ; при частоте переменного тока 50 Гц этому числу полюсов соответствует синхронная частота вращения 3000 об/мин.

Скольжение при номинальной нагрузке определяется номинальной частотой вращения ротора двигателя

$$s_{ном} = (n_1 - n_{ном}) / n_1 = (3000 - 2880) / 3000 = 0,04.$$

Момент на валу двигателя (полезный момент двигателя) при номинальной нагрузке, т.е. при номинальной частоте вращения 2820 об/мин

$$M_2 = 9,55 P_{ном} / n_{2ном} = 9,55 \cdot 4000 / 2880 = 13,26 \text{ Н·м.}$$

Начальный пусковой момент

$$M_n = M_{ном} (M_n / M_{ном}) = 13,26 \cdot 2 = 26,52 \text{ Н·м.}$$

Максимальный (критический) момент двигателя определяют по его перегрузочной способности

$$M_{max} = M_{ном} (M_{max} / M_{ном}) = 13,26 \cdot 2,5 = 33,15 \text{ Н·м.}$$

Номинальный ток в фазной обмотке статора

$$I_{1ном} = P_{ном} / (m_1 U_1 \eta_{ном} \cos \varphi_{1ном}) =$$

$$= 4000 / (3 \cdot 220 \cdot 0,865 \cdot 0,89) = 7,9 \text{ А.}$$

Потребляемая двигателем из сети активная мощность в режиме номинальной нагрузки

$$P_{\text{ином}} = P_{\text{ном}} / \eta_{\text{ном}} = 4 / 0,865 = 4,6 \text{ кВт.}$$

Суммарные потерн двигателя при номинальной нагрузке

$$\sum P = P_{\text{ином}} - P_{\text{ном}} = 4,6 - 4 = 0,6 \text{ кВт.}$$

Линейный ток статора:

при соединении обмоток статора «звездой»

$$I_{\text{лнY}} = I_1 = 7,9 \text{ А;}$$

при соединении обмоток статора «треугольником»

$$I_{\text{лн\Delta}} = 1,73I_1 = 1,73 \cdot 7,9 = 13,5 \text{ А.}$$

<b>Раздел 3. Основы электроники</b>	ПК 4.3., 34, У4
Тема 3.1. Физические основы электроники	

Тестовое задание (20 заданий, 2 варианта с ответами)

### Тест

#### Вариант 1.

1. Какими носителями электрического заряда создаётся ток в полупроводниках?

- А. только электронами    Б. Электронами и ионами  
 В. Электронами и дырками    Г. Только ионами  
 Д. Только отрицательными ионами

2. Какие носители заряда присутствуют в полупроводниках р-типа:

- А) фотоны; Б) электроны; В) дырки.

3. Каким типом проводимости обладают полупроводниковые материалы без примесей?

- А. ионной    Б. В основном электронной  
 В. в основном дырочной    Г. В равной степени электронной и дырочной  
 Д. Не проводят ток

4. Какие носители заряда присутствуют в полупроводниках n-типа:

- А) дырки; Б) нейтроны; В) электроны.

5. Донорная примесь характеризуется присутствием атома с:

- А) большей валентностью; Б) меньшей валентностью; В) такой же валентностью.

6. Акцепторная примесь характеризуется присутствием атома с:

- А) меньшей валентностью; Б) такой же валентностью; В) большей валентностью.

7. В четырёх валентный германий добавили первый раз трёхвалентный галлий, а во второй раз пятивалентный мышьяк. Каким типом проводимости в основном будет обладать проводник в каждом случае?

- А. В I - дырочной, во II – электронной.    Б. В I - электронной, во II – дырочной.  
 В. В обоих случаях электронной.    Г. В обоих случаях дырочной.  
 Д. Правильный ответ не приведён.

8. В четырёх валентный кремний добавили первый раз трёхвалентный индий, а во второй раз пятивалентный фосфор. Каким типом проводимости в основном будет обладать проводник в каждом случае?

- А. В I - дырочной, во II – электронной. Б. В I - электронной, во II – дырочной.
- В. В обоих случаях электронной Г. В обоих случаях дырочной.
- Д. Правильный ответ не приведён.

9. На стыке двух полупроводников разных типов образуется:

- А) непроводящий слой; Б) запирающий слой; В) валентный слой.

10. Атомы какого элемента, нужно использовать в качестве примесей к германию или кремнию (4 группа в периодической системе элементов Д. И. Менделеева), чтобы получить дырочный полупроводник?

- А. Элемента 3 группы Б. Элемента 4 группы
- В. Элемента 5 группы Г. Элемента 2 группы Д. Элемента 1 группы

11. Полупроводниковый диод: А) имеет два p-n – перехода; Б) имеет один p-n – переход; В) не имеет p-n – переход.

12. Прямой ток - ... А) ток протекающий через диод, при подключении его p-области к «+», а n-области к «-» источника тока; Б) ток протекающий через диод, при подключении его p-области к «-», а n-области к «+» источника тока.

13. Почему диод не пропускает ток в обоих направлениях?

- А) при обратном включении между двумя областями возникает область, которая не имеет свободных носителей электрического тока; Б) при обратном включении источник тока не работает; В) диод нельзя включать в обратном направлении.

14. Пробой диода наступает при:

- А) превышении прямого тока; Б) достижении обратным напряжением некоторого критического значения; В) отсутствии тока.

15. Выпрямительный диод служит для:

- А) увеличения напряжения или тока; Б) преобразования переменного тока в постоянный;
- В) управления внешними устройствами.

16. Полупроводниковый диод имеет ВАХ с:

- А) одной ветвью; Б) семейством ветвей; В) двумя ветвями

17. Фотопроводимость-это:

- А) проводимость, вызванная действием примеси
- Б) проводимость, вызванная действием температуры
- В) проводимость, вызванная действием света
- Г) проводимость, вызванная действием тока

18. Полупроводниковый диод, излучающий свет при прохождении через него прямого тока:

- А) стабилитрон
- Б) светодиод
- В) выпрямительный диод
- Г) варикап



19. Какие полупроводниковые приборы применяются для получения неизменяющегося напряжения:

- А) динисторы
- Б) стабилитроны
- В) варикапы
- Г) тиристоры

20. Пробой диода наступает при:

- А) превышении прямого тока
- Б) достижении обратным напряжением некоторого критического значения
- В) отсутствии тока
- Г) пороговом напряжении

### Вариант 2.

Какими носителями электрического заряда создается ток в полупроводниках?

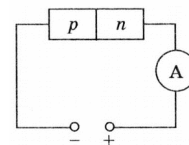
- А) Электронами и дырками
- Б) Только дырками
- В) Только электронами
- Г) Нейтронами

2. Каким типом проводимости обладают полупроводники с акцепторной примесью?

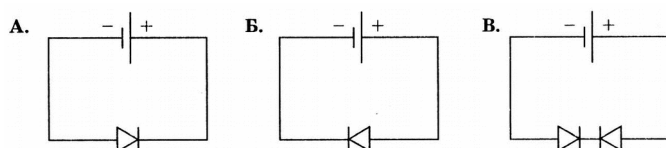
- А) В основном дырочной
- Б) В основном электронной
- В) Электронной и дырочной

3. К полупроводнику р-п-типа подключен источник тока, как показано на рис. Будет ли амперметр регистрировать ток в цепи?

- А) Нет
- Б) Да
- В) Определенного ответа дать нельзя



4. Представлены три варианта включения полупроводниковых диодов в электрическую цепь с одним и тем же источником тока. В каком случае сила тока в цепи будет иметь максимальное значение?



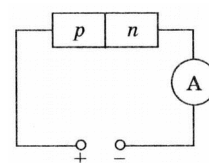
- А) В случае Б.
- Б) В случае А.
- В) В случае В.

5. Каким типом проводимости обладают чистые полупроводники?

- А) Электронной и дырочной.
- Б) Только электронной.
- В) Только дырочной.

6. Каким типом проводимости обладают полупроводники с донорной примесью?

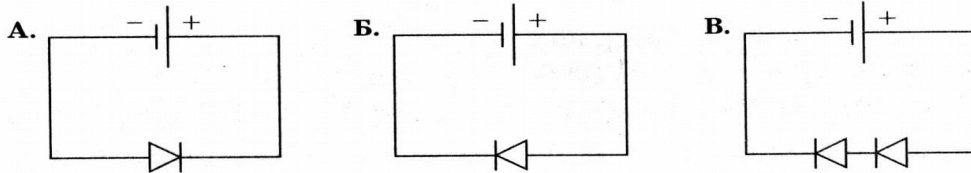
- А) В основном электронной.
- Б) В основном дырочной.
- В) Электронной и дырочной.



7. К полупроводнику р-п-типа подключен источник тока, как показано на. Будет ли амперметр регистрировать ток в цепи?

- А) Да.
- Б) Нет.
- В) Определенного ответа дать нельзя.

8. На представлены три варианта включения полупроводниковых диодов в электрическую цепь с одним и тем же источником тока. В каком случае сила тока в цепи будет иметь минимальное значение?



- А) В случае А.
- Б) В случае Б.
- В) В случае В.

9. Чем объясняется малая толщина базы в транзисторе?

- А) Необходимо, чтобы попадающие в базу с эмиттера основные носители зарядов не успевали рекомбинировать.
- Б) Необходимо, чтобы попадающие в базу с эмиттера основные носители зарядов успели рекомбинировать.
- В) Необходимо, чтобы база не создавала большого сопротивления.

10. Элемент какой группы следует ввести в полупроводник, относящийся к IV группе, чтобы получить в нем проводимость п-типа?

- А) V.
- Б) II.
- В) III.
- Г) IV.
- Д) VI.

11. Элемент какой группы следует ввести в полупроводник, относящийся к IV группе, чтобы получить проводимость р-типа?

- А) III.
- Б) V.
- В) II.
- Г) IV.
- Д) VI.

12. Добавление элемента V группы привело к возникновению проводимости п-типа. К какой группе относится полупроводник?

- А) IV.
- Б) V.
- В) II.
- Г) III.
- Д) VI.

13. Какие носители тока являются основными в полупроводниках p-n типа?

- А) Дырки
- Б) Электроны
- В) Нейтроны
- Г) Ионы

14. Какие носители тока являются неосновными в полупроводниках n-типа?

- А) Электроны.
- Б) Дырки.
- В) Нейтроны
- Г) Ионы

15. В полупроводнике ток, переносимый электронами -  $I_{\text{э}}$ , и ток, переносимый дырками -  $I_{\text{д}}$ .

Если полупроводник обладает собственной проводимостью, то какое соотношение токов будет верным?

- А)  $I_{\text{э}} = I_{\text{д}}$
- Б)  $I_{\text{э}} > I_{\text{д}}$
- В)  $I_{\text{э}} < I_{\text{д}}$

16. В полупроводнике ток, переносимый электронами -  $I_{\text{э}}$ , и ток, переносимый дырками -  $I_{\text{д}}$ .

Если полупроводник обладает проводимостью p-типа, то какое соотношение токов будет верным?

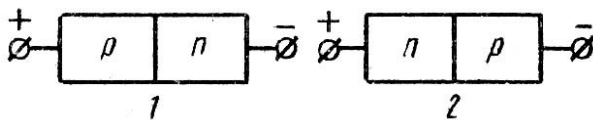
- А)  $I_{\text{э}} < I_{\text{д}}$
- Б)  $I_{\text{э}} = I_{\text{д}}$
- В)  $I_{\text{э}} > I_{\text{д}}$

17. В полупроводнике ток, переносимый электронами -  $I_{\text{э}}$ , и ток, переносимый дырками -  $I_{\text{д}}$ .

Если полупроводник обладает проводимостью n-типа, то какое соотношение токов будет верным?

- А)  $I_{\text{э}} > I_{\text{д}}$
- Б)  $I_{\text{э}} < I_{\text{д}}$
- В)  $I_{\text{э}} = I_{\text{д}}$

18. На рисунке показаны оба возможных включения p-n-перехода. Укажите, в каком случае p-n-переход включен в прямом направлении.



1. Рисунок 1 - прямое включение, рисунок 2 - обратное.

2. Рисунок 1 - обратное включение, рисунок 2 - прямое.

19. Какие диоды применяют для выпрямления переменного тока?

- А) Плоскостные
- Б) Точечные
- В) Любые
- Г) Никакие

20. Полупроводниковый прибор, сопротивление которого изменяется при воздействии на него оптического излучения:

- А) фоторезистор
- Б) транзистор
- В) конденсатор
- Г) тиристор

**Ответы**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Вариант 1</b>	А	Б	Г	В	А	Б	Б	Г	В	А	Б	В	Б	4	А	Б	Г	В	А	Б
<b>Вариант 2</b>	Б	Г	В	Г	А	Б	Г	В	А	Б	Г	В	А	Б	А	А	Б	1	Г	Б

**Раздел 3. Основы электроники**

Тема 3.2.-3.4 Электронные приборы

ПК 3.1., ПК 4.3.,  
ПК 5.1., 32, 33, 34,  
У1, У3, У4

Тестовое задание (20 заданий, 2 варианта с ответами)

**Вариант 1.**

1. Электронные элементы для выпрямления переменного тока:

- а) Диоды
- б) Полевые транзисторы
- в) Биполярные транзисторы
- г) Тиристоры

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

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

3. Из каких элементов можно составить сглаживающие фильтры?

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

4. Для выпрямления переменного напряжения применяют:

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

5. Какие направления характерны для совершенствования элементной базы электроники?
- а) Повышение надежности
  - б) Снижение потребления мощности
  - в) Миниатюризация
  - г) Все перечисленные
6. Укажите полярность напряжения на эмиттере и коллекторе транзистора типа р-п-р.
- а) плюс, плюс
  - б) минус, плюс
  - в) плюс, минус
  - г) минус, минус
7. Каким образом элементы интегральной микросхемы соединяют между собой?
- а) Напылением золотых или алюминиевых дорожек через окна в маске
  - б) Пайкой лазерным лучом
  - в) Термокомпрессией
  - г) Всеми перечисленными способами
8. Какие особенности характерны как для интегральных микросхем (ИМС), так и для больших интегральных микросхем (БИС)?
- а) Миниатюрность
  - б) Сокращение внутренних соединительных линий
  - в) Комплексная технология
  - г) Все перечисленные
9. Как называют средний слой у биполярных транзисторов?
- а) Сток
  - б) Исток
  - в) База
  - г) Коллектор
10. Сколько р-п переходов содержит полупроводниковый диод?
- а) Один
  - б) Два
  - в) Три
  - г) Четыре
11. Как называют центральную область в полевом транзисторе?
- а) Сток
  - б) Канал
  - в) Исток
  - г) Ручей
12. Сколько р-п переходов у полупроводникового транзистора?
- а) Один
  - б) Два
  - в) Три
  - г) Четыре
13. Управляемые выпрямители выполняются на базе:
- а) Диодов

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

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

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

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

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

16. Какими свободными носителями зарядов обусловлен ток в фоторезисторе?

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

17. Сток, исток, затвор: это – электроды...

- а) биполярного транзистора
- б) солнечного элемента
- в) фоторезистора
- г) полевого транзистора

18. Эмиттер, коллектор, база: это – электроды...

- а) биполярного транзистора
- б) солнечного элемента
- в) фоторезистора
- г) полевого транзистора

19. Какой прибор использует ИК- диод и фотодиод?

- а) биполярный транзистор
- б) солнечный элемент
- в) фотодиод
- г) полевой транзистор

20. Определить величину сигнала на входе двухкаскадного усилителя и его коэффициент усиления в децибелах, если коэффициент усиления первого каскада  $K_{ш}=20$ ; второго  $K_{ш}=50$ ; а на выходе напряжение равно 20 В.

- а)  $U=0.05$  В  $K_v=100$  Дб
- б)  $U=0.02$  В  $K_v=100$  Дб
- в)  $U=0.02$  В  $K_v=60$  Дб
- г)  $U=0.01$  В  $K_v=80$  Дб

**Вариант 2.**

1. Указать полупроводниковый прибор с одним p-n-переходом

- а) диод
- б) транзистор
- в) тиристор
- г) светодиод

2. Для усиления сигнала применяют...

- а) диод
- б) транзистор
- в) тиристор
- г) светодиод

3. Указать способ, который не приведет к отключению тиристора

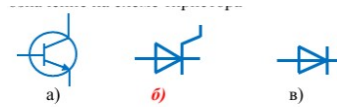
- а) смена полярность источника
- б) отключение управляющего электрода
- в) снижение тока тиристора до тока удержания
- г) снижение напряжения

4. Если в состав кремния ввести фосфор, то получим полупроводник....

- а) p-типа
- б) x-типа
- в) m-типа
- г) n-типа

5. Обозначение на схеме тиристора

- а)    б)    в)



6. Процесс заполнения электронами дырок называется....

- а) инжекцией
- б) рекомбинацией
- в) термогенерацией

7. Примесь, с помощью которой получают дырочную проводимость, называется....

- а) акцепторной
- б) донорной
- в) легированной
- г) полупроводниковой

8. Полевой транзистор, включенный по схеме с общим истоком, имеет:

- а) низкое входное и низкое выходное сопротивления
- б) низкое входное и высокое выходное сопротивления
- в) низкое входное и среднее выходное сопротивления
- г) высокое входное и среднее выходное сопротивления

9. В зависимости от конструкции диоды делятся:

- а) пластинчатые
- б) сферические
- в) точечные
- г) плоскостные

10. Полупроводниковый прибор, электроды которого называются Эмиттер, Коллектор, База

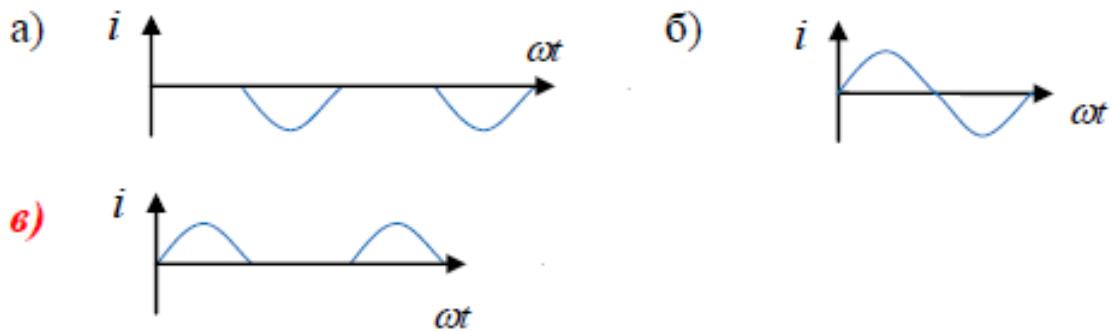
- а) диод
- б) транзистор
- в) тиристор

11. Для плавного регулирования выпрямленного тока используют

- а) диод
- б) транзистор
- в) тиристор
- г) светодиод

12. Указать график выпрямленного тока однофазного однополупериодного выпрямителя

- а) б) в)

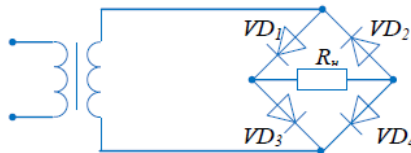


13. Назначение выпрямителя

- а) преобразование переменного тока в постоянный
- б) преобразование постоянного тока в переменный
- в) преобразование переменного тока в импульсный

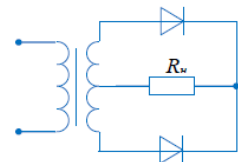
14. В схеме мостового выпрямителя неправильно включен диод...

- а) D1
- б) D2
- в) D3
- г) D4

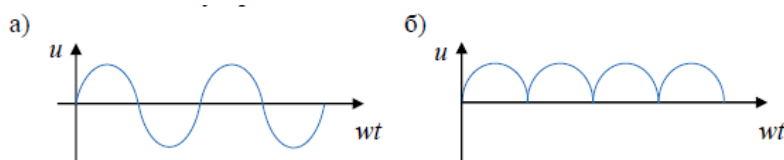


15. На рисунке изображена схема выпрямителя...

- а) однофазного двухполупериодного со средней точкой
- б) однофазного двухполупериодного мостового
- в) трёхфазного однополупериодного
- г) однофазного однополупериодного

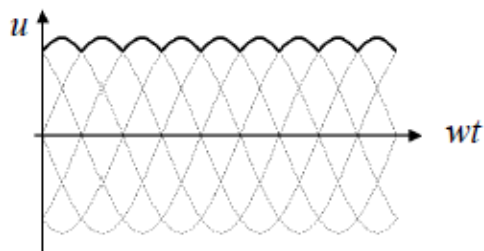


16. По временным диаграммам напряжения на входе (а) и выходе устройства (б) определить название устройства





- а) сглаживающий фильтр
- б) однофазный мостовой выпрямитель
- в) трехфазный мостовой выпрямитель
- г) стабилизатор напряжения



17. На рисунке выделен график выпрямленного напряжения

- а) сглаживающего фильтра
- б) однофазного мостового выпрямителя
- в) трехфазного мостового выпрямителя
- г) стабилизатора напряжения

18. Микросхема, в которой все элементы и межэлементные соединения выполнены только в виде проводящих пленок и диэлектрических материалов называется

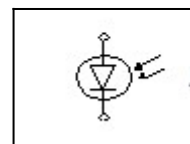
- а) полупроводниковой
- б) пленочной
- в) гибридной

19. Указать процесс, который не является этапом изготовления микросхем

- а) эпитаксия
- б) окисление
- в) фотолитография
- г) инъекция

20. Какого прибора представлено схематическое обозначение?

- а) фоторезистора
- б) солнечного элемента
- в) фотодиода
- г) фототранзистора



Ответы к тесту

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

**Промежуточная аттестация в 4 семестре -  
дифференцированный зачет**

ПК 1.1., ПК 1.3.,  
ПК 3.1., ПК 4.3.,  
ПК 5.1., ПК 5.5.,  
31-37, У1-У4

### Вопросы к дифференцированному зачету

Раздел 1. Электрические цепи постоянного тока

1. Элементарные частицы. Электрический заряд. Электрическое поле. Закон Кулона.

2. Основные характеристики электрического поля: напряженность, электрический потенциал, электрическое напряжение и его измерение.
3. Электрический ток. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Сила тока и измерение тока.
4. Преобразование электрической энергии в другие виды энергии. Электродвижущая сила. Химические источники ЭДС.
5. Электрическое сопротивление. Закон Ома. Последовательное, параллельное и смешанное соединение сопротивлений.
6. Работа и мощность электрического тока.
7. Законы Кирхгофа.
8. Расчёт электрических цепей методами узловых и контурных уравнений, эквивалентных сопротивлений, преобразования «треугольника» и «звезды» сопротивлений, наложения токов, эквивалентного генератора, контурных токов.
9. Основные параметры, характеризующие магнитное поле. Закон Ампера. Закон Био — Савара. Циркуляция магнитной индукции. Магнитные поля прямого провода, кольцевой и цилиндрической катушек.
10. Магнитный поток. Магнитное потокосцепление. Индуктивность собственная и взаимная. Магнитные свойства вещества. Напряжённость магнитного поля. Закон полного тока. Явление магнитного гистерезиса.
11. Магнитные цепи. Магнитодвижущая сила. Расчёт разветвлённой однородной магнитной цепи. Узловые и контурные уравнения магнитной цепи.
12. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Силы Лоренца. ЭДС самоиндукции и взаимной индукции.
13. Получение синусоидальной ЭДС. Уравнения и графики синусоидальных величин. Векторные диаграммы. Действующая и средняя величины переменного тока.

#### Раздел 2. Электрические цепи переменного тока

14. Цепи с активным сопротивлением, индуктивностью, емкостью, реальной катушкой, реальным конденсатором.
15. Неразветвленная цепь с реальным конденсатором и реальной катушкой. Векторные диаграммы напряжений, треугольники сопротивлений и мощностей. Режимы работы цепи.
16. Векторные диаграммы токов, треугольники проводимостей и мощностей. Режимы работы цепи. Резонанс токов.
17. Общие сведения о трехфазных системах. Получение трехфазной ЭДС. Соединение «звездой» при симметричной нагрузке.
18. Роль нулевого провода. Трёхфазные несимметричные цепи при соединении приёмника «треугольником». Переменное вращающееся электромагнитное поле.
19. Устройство электрических машин постоянного тока.
20. Двигатели постоянного тока.
21. Устройство асинхронного двигателя. Принцип действия асинхронного двигателя.
22. Назначение и область применения трансформаторов.

#### Раздел 3. Основы электроники

23. Физические свойства полупроводников.
24. Процессы электропроводимости полупроводников. Методы формирования р-п перехода.
25. Назначение, устройство, принцип работы полупроводниковых диодов.
26. Назначение, устройство, принцип работы транзисторов, тиристоров.
27. Назначение, устройство, принцип работы фотоэлектронных приборов.
28. Полупроводниковые приборы с внутренним фотоэффектом (фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры светодиоды).

29. Выпрямители и сглаживающие фильтры. Однофазные и трехфазные схемы выпрямления.
30. Принцип стабилизации. Устройство и работа простейших стабилизаторов напряжения.
31. Усилители. Схемы усилителей.
32. Режимы работы усилительных элементов. Усилительный каскад.