

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Волхонов Михаил Геннадьевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 30.07.2025 15:51:58

Уникальный программный ключ:

40a6db1879d6a9ee29ec8e0ff32f95e4614a0998

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

Утверждаю:  
декан инженерно-технологического  
факультета

\_\_\_\_\_ / М.А. Иванова /

14 мая 2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине  
**«Электротехника и электроника»**

Специальность	23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств
Квалификация	специалист
Форма обучения	очная
Срок освоения ППССЗ	3 года 10 месяцев
На базе	основного общего образования

Караваево 2025

Фонд оценочных средств предназначен для оценивания сформированности компетенций по дисциплине «Электротехника и электроника».

Разработчик:

Климов Н.А.

Утвержден на заседании кафедры физики и автоматики, протокол №12 от 14 апреля 2025 года.

И.о. заведующего кафедрой: \_\_\_\_\_ И.А. Мамаева

Согласовано:

председатель методической комиссии инженерно-технологического факультета,  
протокол № 5 от 13 мая 2025 года.

\_\_\_\_\_ / М.А. Трофимов/

**Результаты освоения учебной дисциплины: «Электротехника и электроника»**

ППССЗ (СПО) по специальности:

23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств

Коды компетенций по ФГОС	Компетенции	Результат освоения
<b>Общие компетенции</b>		
ОК 1	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам	<b>Знать</b> способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам. <b>Уметь</b> выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам
ОК 2	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	<b>Знать</b> методы и способы поиска, анализа и интерпретации информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности. <b>Уметь</b> осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК 1.1.	Осуществлять диагностику автотранспортных средств	<b>Знать</b> приемы осуществления диагностики автотранспортных средств <b>Уметь</b> осуществлять диагностику автотранспортных средств
ПК 1.4.	Разрабатывать и осуществлять технологические процессы установки дополнительного оборудования на автотранспортные средства	<b>Знать</b> , как разрабатывать и осуществлять технологические процессы установки дополнительного оборудования на автотранспортные средства <b>Уметь</b> разрабатывать и осуществлять технологические процессы установки дополнительного оборудования на автотранспортные средства

**Требования к результатам освоения дисциплины:**

уметь:

У<sub>1</sub> – пользоваться электроизмерительными приборами;

У<sub>2</sub> – производить проверку электронных и электрических элементов автомобиля;

У<sub>3</sub> – производить подбор элементов электрических цепей и электронных схем.

знат:

З<sub>1</sub> – методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных и электронных цепей;

З<sub>2</sub> – компоненты автомобильных электронных устройств;

З<sub>3</sub> – методы электрических измерений;

З<sub>4</sub> – устройство и принцип действия электрических машин.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен обладать следующими личностными результатами:

ЛР 18 Способный анализировать производственную ситуацию, быстро принимать решения и знания на практике.

**Паспорт**  
**фонда оценочных средств**  
 ППССЗ (СПО) по специальности:  
 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств  
 Дисциплина: «Электротехника и электроника»

№ п/п	Контролируемые дидактические единицы	Контролируемые компетенции (или их части)	Наименование оценочных средств		
			Тесты, кол-во заданий	Другие оценочные средства	
				вид	кол-во заданий
1	<b>Раздел 1</b> <b>Электрические цепи постоянного тока</b>	ОК-1; 2 ПК – 2.1 У <sub>1</sub> ; У <sub>3</sub> ; З <sub>1</sub> ; З <sub>3</sub> ЛР-18	59	Опрос Защита лабораторных работ (ЗЛР) Контрольная работа	15 42 48
2	<b>Раздел 2</b> <b>Электрические цепи однофазного переменного тока</b>	ОК-1; 2 ПК – 2.1 У <sub>1</sub> ; У <sub>3</sub> ; З <sub>1</sub> ; З <sub>3</sub> ЛР-18	47	Опрос (ЗЛР)	19 41
3	<b>Раздел 3</b> <b>Трехфазные цепи</b>	ОК-1; 2 ПК – 2.1 У <sub>1</sub> ; У <sub>3</sub> ; З <sub>1</sub> ; З <sub>3</sub> ЛР-18	27	Опрос (ЗЛР)	19 13
4	<b>Раздел 4</b> <b>Магнитные цепи. Трансформаторы.</b>	ОК-1; 2 ПК – 2.1 У <sub>1</sub> ; З <sub>3</sub> ; З <sub>4</sub> ЛР-18	33	Опрос (ЗЛР)	32 7
5	<b>Раздел 5</b> <b>Электрические машины</b>	ОК-1; 2 ПК – 2.1 У <sub>2</sub> ; У <sub>3</sub> ; З <sub>1</sub> ; З <sub>4</sub> ЛР-18	44	(ЗЛР)	20
6	<b>Раздел 6</b> <b>Электрические приборы и измерения. Электробезопасность.</b>	ОК-1; 2 ПК – 2.1 У <sub>1</sub> ; У <sub>2</sub> ; З <sub>3</sub> ЛР-18	21	(ЗЛР)	9
7	<b>Раздел 7</b> <b>Электроника</b>	ОК-1; 2 ПК – 2.1 У <sub>2</sub> ; У <sub>3</sub> ; З <sub>1</sub> ; З <sub>2</sub> ЛР-18	33	(ЗЛР)	9
<b>Всего:</b>			<b>264</b>		<b>274</b>

## **Методика проведения контроля по проверке базовых знаний по дисциплине «Электротехника и электроника»**

### **Раздел 1 «Электрические цепи постоянного тока»**

Контролируемые компетенции (знания, умения):

ОК-1; 2 ПК-2.1; У<sub>1</sub>; У<sub>3</sub>; З<sub>1</sub>; З<sub>3</sub>, ЛР-18

#### **Вопросы для письменного опроса:**

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?
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.

Из тестовых заданий формируется 5 вариантов заданий по 3 вопроса в каждом.

#### **Критерии оценки:**

**5 баллов** - выставляется студенту, который правильно выполнил все поставленные вопросы, логически и стройно излагает учебный материал, умеет производить подбор элементов электрических цепей и электронных схем, знает методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных и электронных цепей.

**4 балла** - выставляется студенту, который по существу отвечает на поставленные вопросы, с небольшими погрешностями приводит формулировки определений, в ответе допускает небольшие пробелы, не искажающие его содержания.

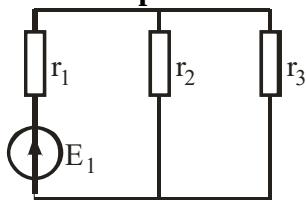
**3 балла** - выставляется студенту, который не совсем твердо владеет материалом, при ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности, неточную аргументацию теоретических положений.

**2 балла** - выставляется студенту, который слабо владеет материалом, при ответах допускает существенные погрешности аргументации теоретических положений.

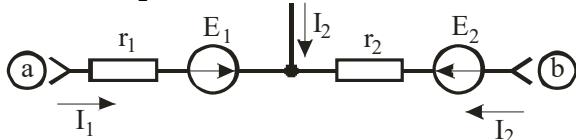
**1 балл** - выставляется студенту, который имеет общее представление о материале, при ответах допускает неточную аргументацию теоретических положений.

## Контрольная работа №1

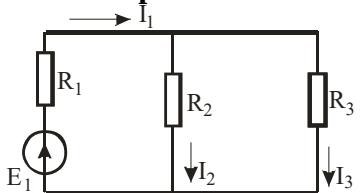
### Задачи Вариант №1.



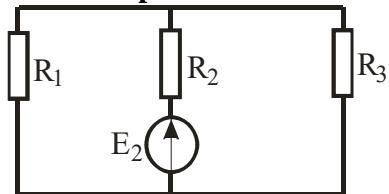
### Вариант №2.



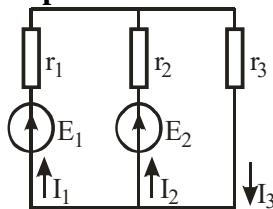
### Вариант №3.



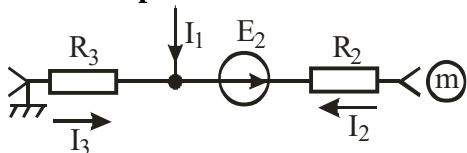
### Вариант №4.



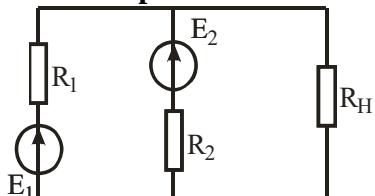
### Вариант № 5.



### Вариант №6.



### Вариант №7.



### Вариант №8.

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

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,  $E_2=E_1/3$ .

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.

Дано:  $E_1=72$  В,  $R_1=30$  Ом,  $R_2=4$  Ом,  $R_3=12$  Ом.

Определить токи  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ .

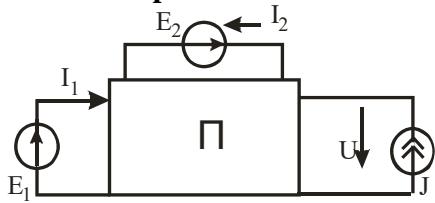
Ток в первой ветви  $I_1=6$  а при  $E_2=48$  В,  $R_1=3$  Ом,  $R_2=4$  Ом. Определить ток второй ветви, если ЭДС  $E_2$  перенести в первую ветвь.

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.

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.

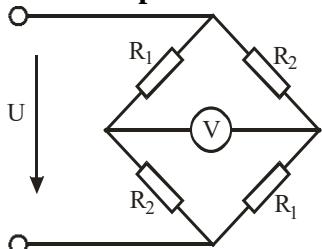
Определить, при каком значении сопротивления  $R_H$  в нем выделяется максимальная мощность

**Вариант № 9.**

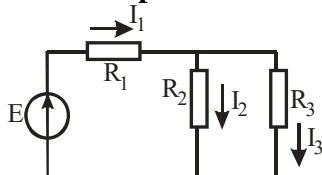
Пассивная электрическая цепь мощностью 100 Вт питается двумя источниками ЭДС  $E_1=50$  В,  $E_2=20$  В и одним источником тока  $J=2$  А. Определить напряжение  $U$  на источнике тока, если  $I_1=3$  А,  $I_2=1$  А.

**Вариант №10.**

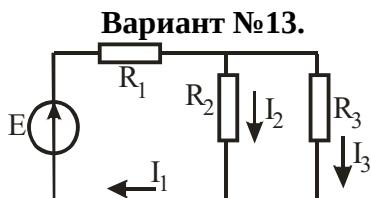
Измерены значения напряжения и тока на выходе активного двухполюсника для двух режимов:  $U_1=30$  В,  $I_1=3$  А;  $U_2=20$  В,  $I_2=5$  А. Определить параметры эквивалентного генератора

**Вариант №11.**

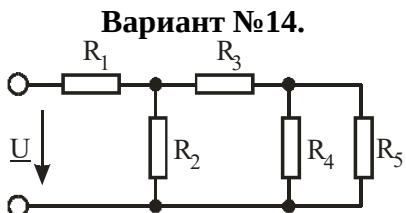
Найти показание вольтметра, если  $U=90$  В;  $R_1=10$  Ом,  $R_2=20$  Ом

**Вариант №12.**

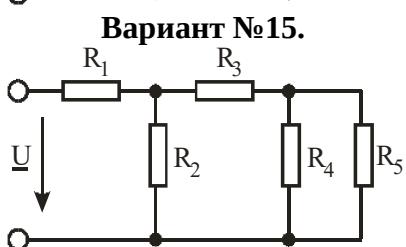
Дано:  $E=40$  В,  $R_1=30$  Ом,  $R_2=20$  Ом.  
Определить:  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ , напряжение на параллельном участке



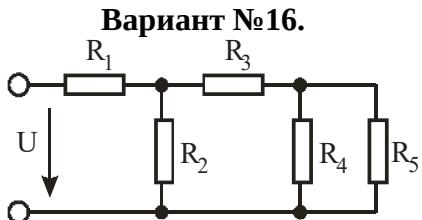
Дано:  $E=30$  В,  $R_1=15$  Ом,  $R_2=R_3=30$  Ом.  
Определить  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  и напряжение на параллельном участке



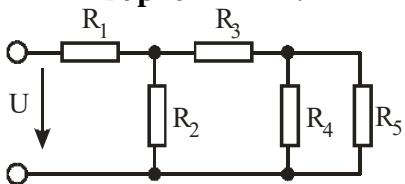
Дано:  $R_1=3$  Ом,  $R_2=6$  Ом,  $R_3=4$  Ом,  $R_4=4$  Ом,  $R_5=6$  Ом,  $U=30$  В.  
Найти:  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_5$ .



Дано:  $R_1=4$  Ом,  $R_2=4$  Ом,  $R_3=6$  Ом,  $R_4=4$  Ом,  $R_5=6$  Ом,  $I_2=2$  А.  
Найти:  $I_1$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_5$ ,  $U$

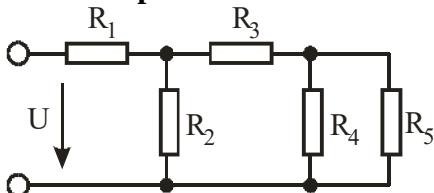


Дано:  $R_1=2$  Ом,  $R_2=5$  Ом,  $R_3=6$  Ом,  $R_4=2$  Ом,  $R_5=8$  Ом,  $U=40$  В.  
Определить:  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_5$ ,

**Вариант №17.**

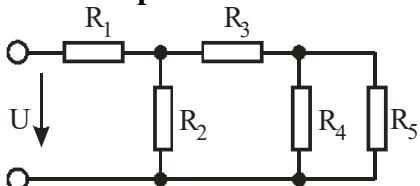
Дано:  $R_1=2 \text{ Ом}$ ,  $R_2=4 \text{ Ом}$ ,  $R_3=6 \text{ Ом}$ ,  $R_4=2 \text{ Ом}$ ,  
 $R_5=8 \text{ Ом}$ ,  $I_4=4 \text{ А}$ .

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

**Вариант №18.**

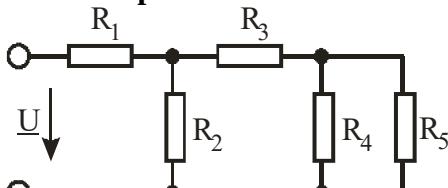
Дано:  $R_1=10 \text{ Ом}$ ,  $R_2=20 \text{ Ом}$ ,  $R_3=10 \text{ Ом}$ ,  $R_4=10 \text{ Ом}$ ,  $R_5=20 \text{ Ом}$ ,  $U=80 \text{ В}$ .

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

**Вариант №19.**

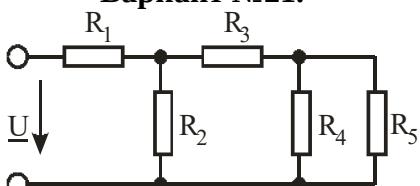
Дано:  $R_1=10 \text{ Ом}$ ,  $R_2=20 \text{ Ом}$ ,  $R_3=10 \text{ Ом}$ ,  $R_4=20 \text{ Ом}$ ,  $R_5=30 \text{ Ом}$ ,  $I_3=5 \text{ А..}$

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

**Вариант №20.**

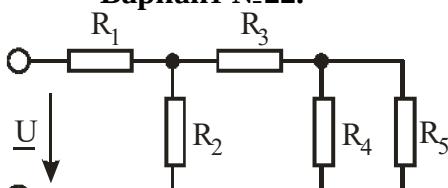
Дано:  $R_1=10 \text{ Ом}$ ,  $R_2=10 \text{ Ом}$ ,  $R_3=20 \text{ Ом}$ ,  $R_4=20 \text{ Ом}$ ,  $R_5=30 \text{ Ом}$ ,  $I_2=5 \text{ А.}$

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

**Вариант №21.**

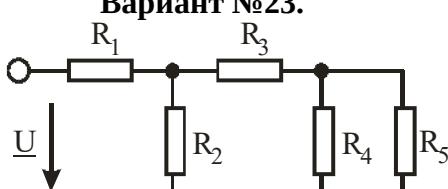
Дано:  $R_1=8 \text{ Ом}$ ,  $R_2=4 \text{ Ом}$ ,  $R_3=6 \text{ Ом}$ ,  $R_4=20 \text{ Ом}$ ,  $R_5=30 \text{ Ом}$ ,  $U=60 \text{ В.}$

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

**Вариант №22.**

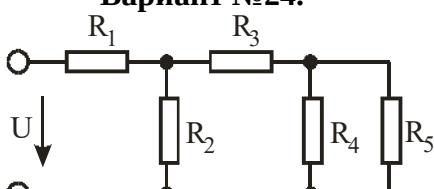
Дано:  $R_1=8 \text{ Ом}$ ,  $R_2=4 \text{ Ом}$ ,  $R_3=6 \text{ Ом}$ ,  $R_4=20 \text{ Ом}$ ,  $R_5=30 \text{ Ом}$ ,  $I_2=5 \text{ А.}$

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

**Вариант №23.**

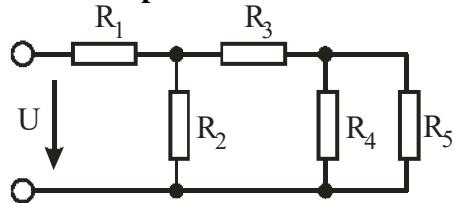
Дано:  $R_1=8 \text{ Ом}$ ,  $R_2=4 \text{ Ом}$ ,  $R_3=6 \text{ Ом}$ ,  $R_4=20 \text{ Ом}$ ,  $R_5=30 \text{ Ом}$ ,  $I_5=3 \text{ А..}$

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

**Вариант №24.**

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

**Вариант №25.**

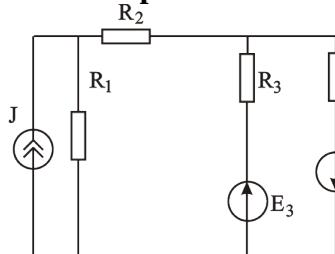
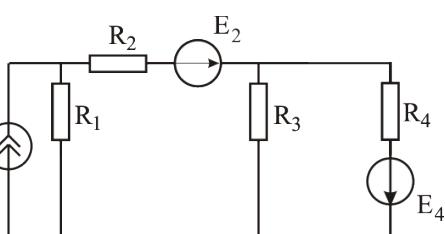
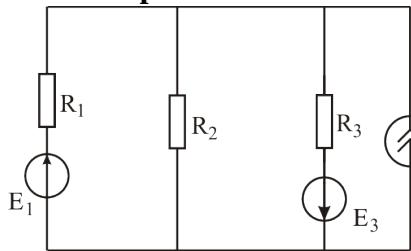
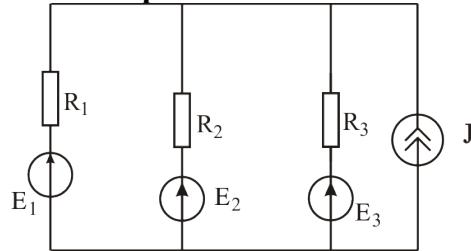
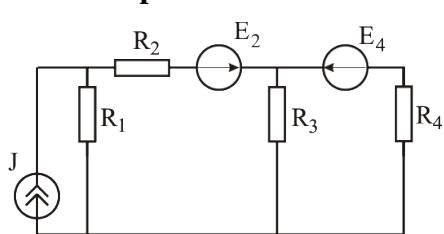
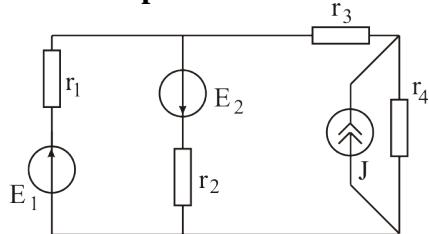
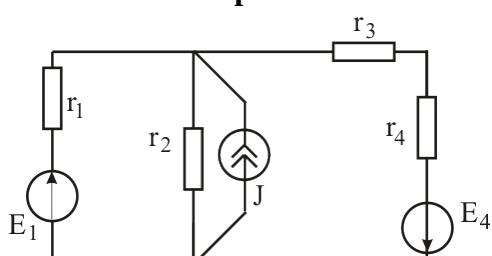
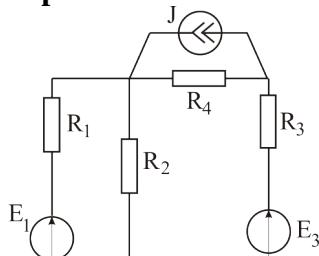
Дано:  $R_1=8 \text{ Ом}$ ,  $R_2=12 \text{ Ом}$ ,  $R_3=10 \text{ Ом}$ ,  $R_4=10 \text{ Ом}$ ,  $R_5=20 \text{ Ом}$ ,  $I_4=1 \text{ А}$ .  
Найти:  $I_1$ ,  $I_3$ ,  $U$ ,  $I_2$ ,  $I_5$ .

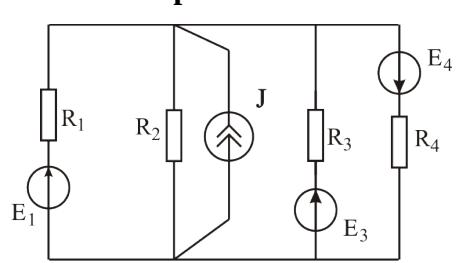
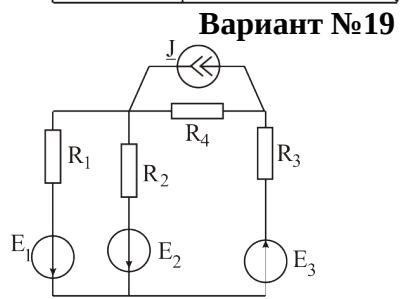
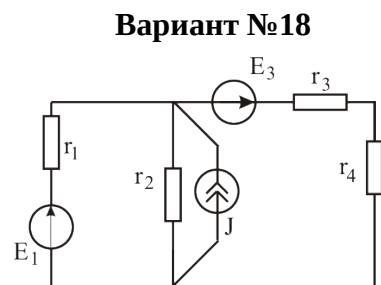
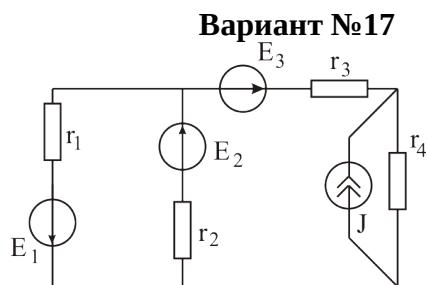
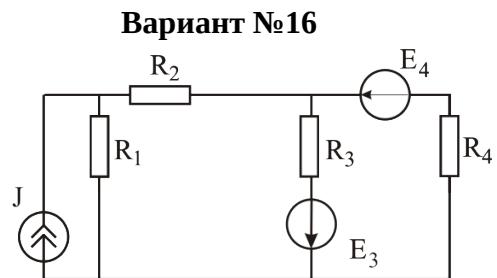
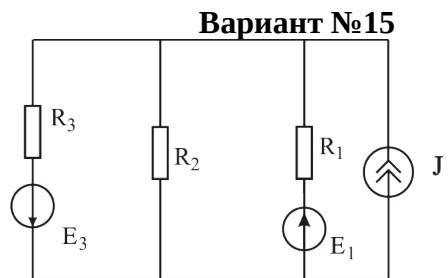
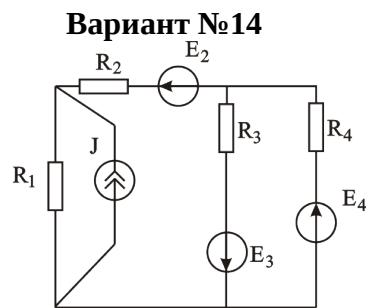
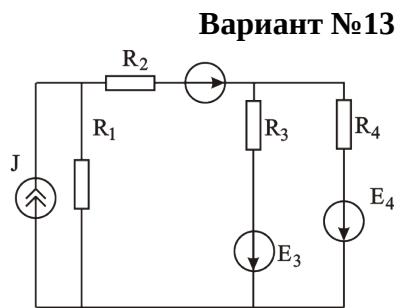
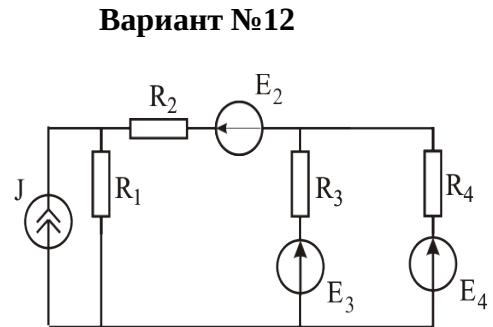
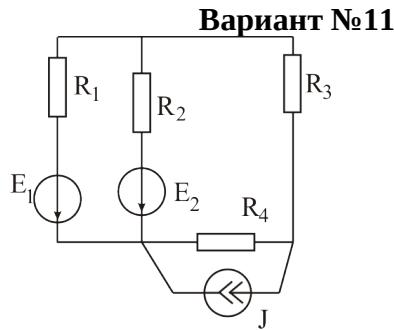
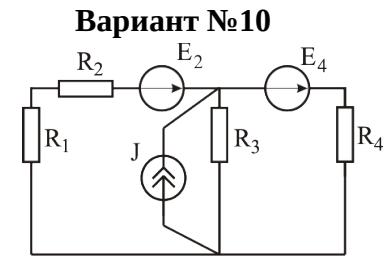
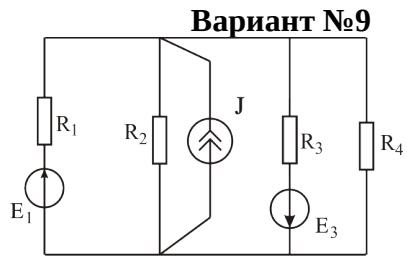
**Вариант №26.**

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.

**Контрольная работа № 2**

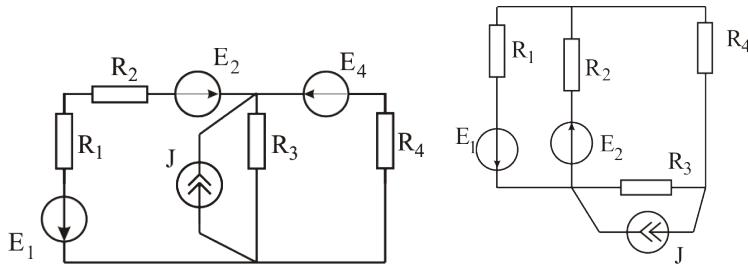
**Составить систему уравнений по законам Кирхгофа для предлагаемой схемы.**

**Вариант №1****Вариант №2****Вариант №3****Вариант №4****Вариант №5****Вариант №6****Вариант №7****Вариант №8**



**Вариант №21**

**Вариант №22**



### Критерии оценки:

**5 баллов** - выставляется студенту, который правильно решил задачу.

**4 балла** - выставляется студенту, который: решил задачу с 1 ошибкой.

**3 балла** - выставляется студенту, который: решил задачу с 2 ошибками.

**2 балла** - выставляется студенту, который: решил задачу с 3 ошибками.

**1 балл** - выставляется студенту, который имеет общее представление о материале.

### Лабораторная работа

Тема: **Ознакомление с оборудованием и электроизмерительными**

**приборами лабораторного стенда. Сборка схем.**

(время проведения занятия – 3 часа)

**Цель работы:** получение практических навыков по чтению и составлению электрических схем, сборке электрических цепей на лабораторном стенде, умению пользоваться электроизмерительными приборами.

#### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться со всеми приборами лабораторного стенда. Записать технические характеристики нескольких приборов (по указанию преподавателя) и определить их цену деления.
2. Ознакомиться с аппаратурой стенда.
3. Измерить напряжения всех источников питания при помощи вольтметра.
4. Составить схему с последовательным соединением нескольких резисторов. В схеме предусмотреть приборы для измерения силы тока, напряжения и мощности. После проверки правильности составленной схемы преподавателем собрать ее на лабораторном стенде и произвести необходимые измерения электрических величин. Пример схемы показан на рисунке.

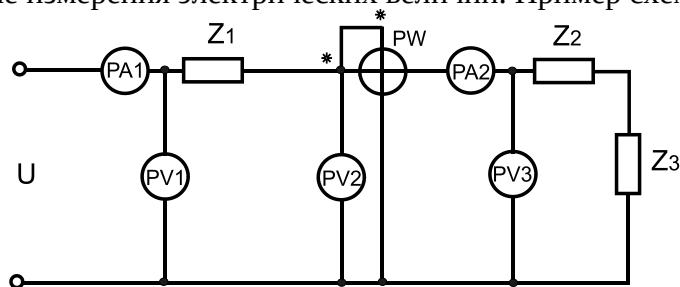


Рис. Варианты подключения измерительных приборов и нагрузки

5. Повторить пункт 4 с параллельным соединением резисторов.
6. Повторить пункт 4 со смешанным соединением резисторов.

#### Содержание отчета

1. Технические данные приборов и оборудования, используемых в работе.
2. Принципиальные электрические схемы исследований.
3. Результаты измерений электрических величин.

## **Контрольные вопросы**

1. Из каких элементов состоит электрическая цепь и каково их назначение?
2. Что называют узлом и ветвью электрической цепи?
3. Каков порядок сборки электрической цепи?
4. Как условно изображают системы электроизмерительных приборов?
5. Какие условные обозначения наносят на шкалы приборов? Расшифруйте условные обозначения на шкале прибора по заданию преподавателя.
6. Начертите схему включения амперметра, вольтметра, ваттметра.
7. Как поступить, если стрелка прибора отклонилась влево (вправо) от нулевой отметки при отключенном приборе?
8. Как поступить, если стрелка прибора отклонилась за максимальное деление шкалы?
9. Как поступить, если стрелка ваттметра отклонилась влево от нулевой отметки при включенном приборе?
10. Как определить цену деления комбинированного (многопредельного) прибора?
11. Как измерить ЭДС аккумулятора?
12. Два одинаковых сопротивления соединены последовательно (параллельно). Чему равно результирующее сопротивление?
13. Что будет, если в исследуемой цепи поменяли местами амперметр и вольтметр?
14. Назначение, устройство и принцип работы лабораторного автотрансформатора (ЛАТР).
15. Какие устройства используются в электрических цепях для защиты от перегрузок и коротких замыканий?
16. Какие приборы используются для измерения электрических величин?

В конце занятия преподаватель путем устного опроса проверяет усвоение знаний студентами по вопросам для самопроверки. Оформленные отчеты проверяются и подписываются преподавателем.

### **Критерии оценки:**

**5 баллов** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, правильно отвечает на все поставленные вопросы, умеет пользоваться электроизмерительными приборами, владеет методами электрических измерений.

**4 балла** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет: при ответе на поставленные вопросы допускает незначительные неточности, не искажающие его содержания.

**3 балла** выставляется студенту, который принимает не очень активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы допускает неточности.

**2 балла** выставляется студенту, который пассивно относится к выполнению работы, правильно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы испытывает затруднения.

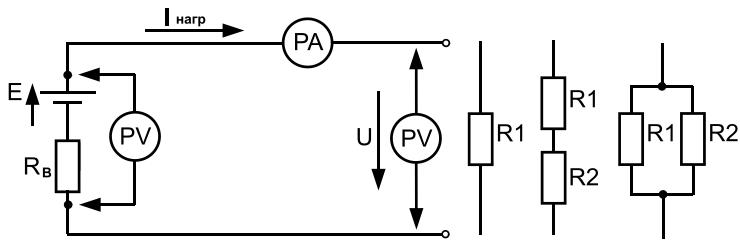
## **Лабораторная работа**

### **Тема: Исследование режимов работы аккумуляторов** (время проведения занятия – 3 часа)

**Цель работы:** изучение режимов работы аккумулятора как источника постоянного тока.

#### **Порядок выполнения работы**

1. Измерить ЭДС исследуемых источников.
2. Составить схему зарядки аккумулятора. В схеме предусмотреть источник постоянного напряжения 12 В (лабораторный автотрансформатор с выпрямителем) и амперметр постоянного тока на 5 А.
3. Определить номинальные зарядный и разрядный токи источников.
4. Собрать схему исследований согласно рисунку.



*Рис. Схема лабораторной установки  
для определения характеристик аккумулятора*

В качестве нагрузки сначала подключить к аккумулятору резистор  $R_1$  лабораторного стенда, затем — последовательное соединение резисторов  $R_1$  и  $R_2$ , параллельное соединение резисторов  $R_1$  и  $R_2$ . Снять внешнюю характеристику. Данные занести в таблицу.

*Таблица. Результаты опытных данных  
для построения внешней характеристики*

№ п/п	Из опыта			Из расчета					
	$E$	$U$	$I$	$IR_B$	$R_B$	$P_1$	$P_2$	$\Delta P$	$\eta$
	В	В	А	В	Ом	Вт	Вт	Вт	—
1									
2									
3									

5. Построить внешнюю характеристику. Определить ток короткого замыкания аккумулятора.
6. Определить внутреннее сопротивление, потери мощности и КПД источников при номинальном разрядном токе.

#### *Содержание отчета*

1. Паспортные данные приборов и оборудования, используемых в работе.
2. Принципиальные электрические схемы зарядки и исследования аккумулятора.
3. Таблица с результатами измерений и вычислений.
4. Внешняя характеристика аккумулятора.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какие системы электроизмерительных приборов могут быть использованы при измерениях в цепях постоянного тока?
2. Как измерить ЭДС на зажимах аккумулятора?
3. Как определить внутреннее сопротивление источника?
4. Как рассчитать потери и КПД источника?
5. Как определить напряжение на зажимах потребителя при параллельном соединении аккумуляторов?
6. При каких условиях два аккумулятора, включенные параллельно, будут саморазряжаться при отключенной нагрузке?
7. Как определить зарядный ток аккумулятора при их последовательном соединении к зарядному устройству?
8. Приведите начальные и конечные значения плотности электролита одного элемента кислотного аккумулятора.
9. Приведите предельное значение напряжения на одном элементе кислотного аккумулятора в конце заряда.
10. Как рассчитать величину добавочного сопротивления при заряде 12-вольтового аккумулятора от 24-вольтового?
11. Как определить полярность клемм аккумуляторной батареи?
12. При каких значениях напряжений батарея не допускается к эксплуатации?
13. Какие правила техники безопасности нужно соблюдать при работе с аккумуляторной батареей?
14. Охарактеризуйте режим зарядки аккумулятора при постоянном напряжении.

15. Охарактеризуйте режим зарядки аккумулятора при постоянном токе.
16. Какие электроизмерительные приборы применяются при проверке работоспособности аккумулятора?
17. Как определить номинальный разрядный ток аккумулятора?
18. Приведите несколько марок аккумуляторов и дайте их расшифровку.
19. Как рассчитать сопротивление нагрузки потребителя?
20. Как рассчитать количество тепла, выделяющееся в аккумуляторе при его работе?
21. Приведите выражение законов Ома и Кирхгофа для исследуемой схемы.
22. Какие источники электрической энергии вы знаете? Какие виды энергии они используют?
23. Какие режимы работы источников вам известны?
24. Каковы характерные особенности режима холостого хода?
25. Каковы характерные особенности режима короткого замыкания?
26. Что называется внешней характеристикой источника и каково ее назначение?

В конце занятия преподаватель путем устного опроса проверяет усвоение знаний студентами по вопросам для самопроверки. Оформленные отчеты проверяются и подписываются преподавателем.

**Критерии оценки:**

**5 баллов** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, правильно отвечает на все поставленные вопросы, умеет пользоваться электроизмерительными приборами, владеет методами электрических измерений.

**4 балла** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет: при ответе на поставленные вопросы допускает незначительные неточности, не искажающие его содержания.

**3 балла** выставляется студенту, который принимает не очень активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы допускает неточности.

**2 балла** выставляется студенту, который пассивно относится к выполнению работы, правильно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы испытывает затруднения.

**Фонд тестовых заданий для текущего контроля знаний по теме:**

*(Выберите один вариант ответа)*

**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

Ба́тт

+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:**

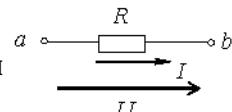
увеличилось в 2 раза

не изменилось

увеличилось в 4 раза

+уменьшилось в 2 раза

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



**имеет**

**вид:**

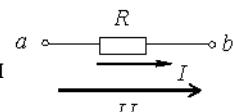
$$I = UR$$

$$P = I^2 R$$

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

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

**Если приложенное напряжение  $U = 20$  В, а сила тока в цепи**



**составляет 5**

**A, то сопротивление на данном участке имеет величину:**

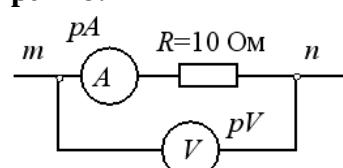
0,25 Ом

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

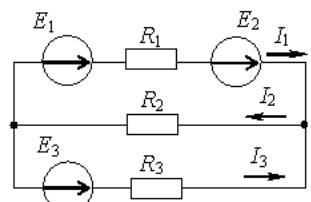
алгебраическая сумма токов в ветвях, подсоединенных к узлу, равна нулю

**Уравнение по первому закону Кирхгофа будет иметь вид:**



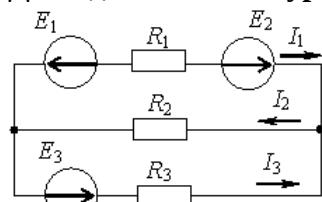
- .  $I_1 - I_2 - I_3 + I_4 = 0$
- $I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$
- $I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$
- + -  $I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$

**Если токи в ветвях составляют  $I_1=2 \text{ A}$ , а  $I_2=5 \text{ A}$ , то ток  $I_3$  будет равен:**



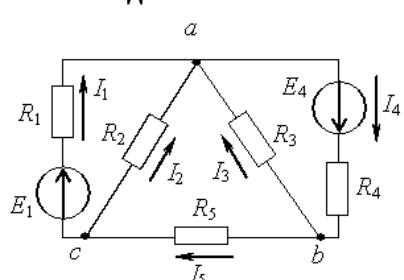
- 7 A
- . 10 A
- +3 A
- 2,5 A

**Для одного из контуров справедливо уравнение по второму закону Кирхгофа:**



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

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



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

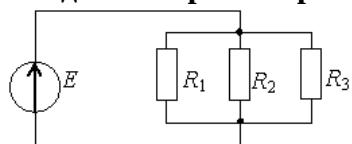
## Пять резисторов с сопротивлениями

$R_1 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 500 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 100 \text{ Ом}$  соединены параллельно.

**Ток будет :**

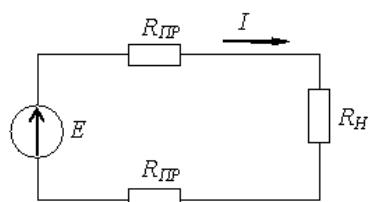
- +наибольшим в сопротивлении  $R_2$
- наибольшим в сопротивлениях  $R_1$  и  $R_5$
- во всех сопротивлениях один и тот же
- наибольшим в сопротивлении  $R_4$

**Соединение резисторов  $R_1, R_2, R_3$ :**



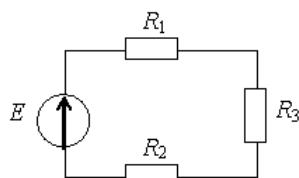
- последовательное
- смешанное
- звездой
- +параллельное

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



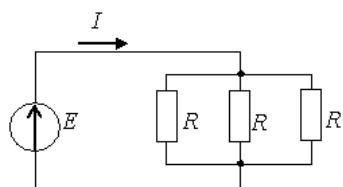
- 0.5 В
- 0,05 В
- 20 В
- +10 В

**Если  $R_1 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 200 \text{ Ом}$ , то в резисторах будут наблюдаться следующие токи :**



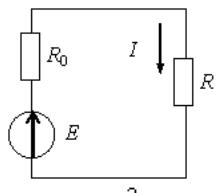
- в  $R_2 > \text{max}$ , в  $R_1 > \text{min}$
- +во всех один и тот же ток
- в  $R_2 > \text{max}$ , в  $R_3 > \text{min}$
- в  $R_1 > \text{max}$ , в  $R_2 > \text{min}$

**Если  $R = 30 \text{ Ом}$ , а  $E = 20 \text{ В}$ , 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:**



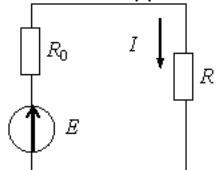
$$+P = RI^2$$

$$P = EI$$

$$P = RI$$

$$P = R_0 I^2$$

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



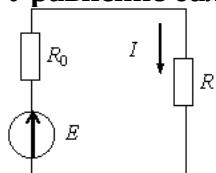
$$P = RI^2$$

$$+P = R_0 I^2$$

$$P = EI$$

$$P = RI$$

**Уравнение баланса мощностей имеет вид:**



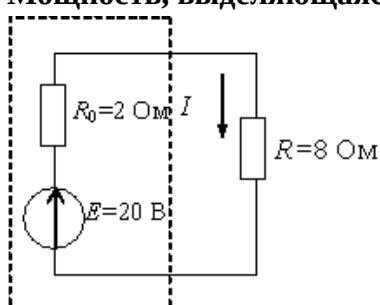
$$EI = IR - IR_0$$

$$EI = I^2 R_0 - I^2 R$$

$$EI = I^2 R - I^2 R_0$$

$$+EI = I^2 R_0 + I^2 R$$

**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

+Бант

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

$U = E$ ;

$$+U = E - R_{\text{внут}}I;$$

$$I = J - G_{\text{внут}}U;$$

$$I = J.$$

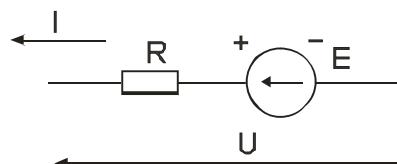
**Закон Ома для участка цепи, содержащей ЭДС, имеет вид:**

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

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

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

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



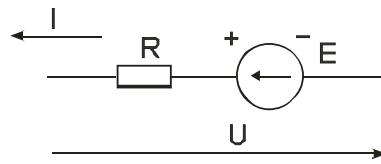
**Закон Ома для участка цепи, содержащей ЭДС, имеет вид:**

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

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

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

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



**Закон Ома для полной цепи:**

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

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

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

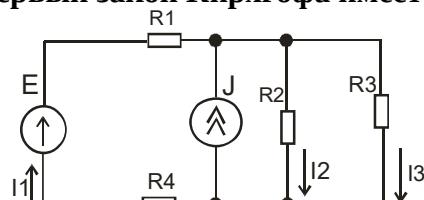
$$I = \frac{U}{R_H}$$

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

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

$$-R_2 I_2 + R_3 I_3 = 0$$

$$E = R_1 I_1 + R_3 I_3$$



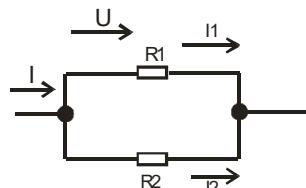
**Ток  $I_1$  в цепи, состоящей из двух параллельных резисторных ветвей, определяется по формуле:**

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

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

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

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

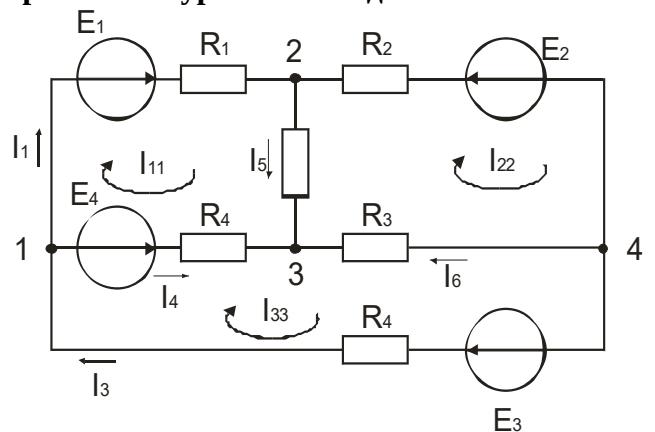


**Для расчета тока в одной ветви сложной цепи рекомендуется использовать:**  
принцип наложения;

теорему взаимности (обратимости);  
+теорему об эквивалентном генераторе;  
теорему о компенсации.

**Уравнение по методу контурных токов для первого контура имеет вид:**

$$+R_{11}I_{11}+R_{12}I_{22}+R_{13}I_{33}=E_{11}; \\ R_{21}I_{11}+R_{22}I_{22}+R_{23}I_{33}=E_{22}; \\ R_{31}I_{11}+R_{32}I_{22}+R_{33}I_{33}=E_{33}$$



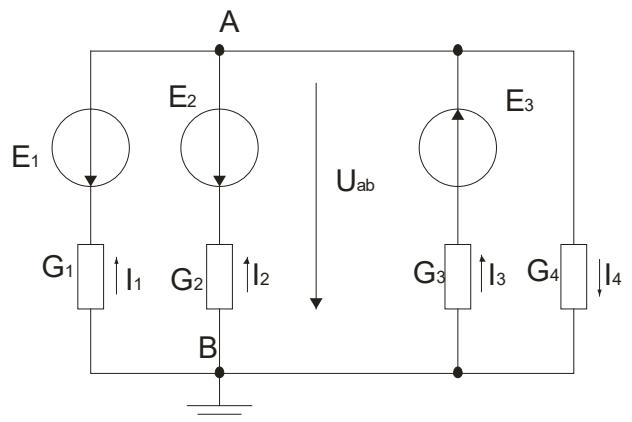
**Формула для определения узлового напряжения  $U_{AB}$  выглядит:**

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

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

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

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



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

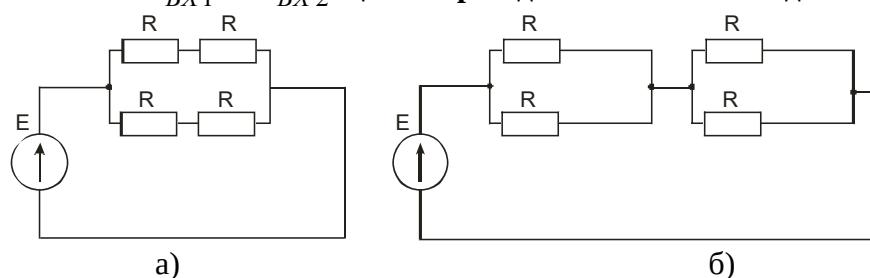
$$+\sum I_i = 0;$$

$$\sum I_j R_j = \sum E_j;$$

$$\sum \varphi_i G_i = \sum E_i G_i;$$

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

**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  $R_{BX2}$

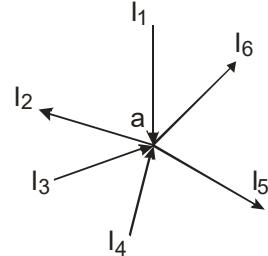
**Уравнение, записанное по первому закону Кирхгофа для узла «а», представлено:**

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

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

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

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



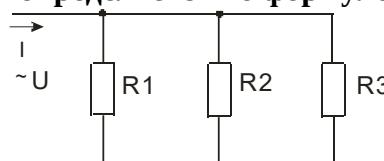
**Эквивалентное сопротивление данной схемы определяется по формуле:**

$$R_{\Omega} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_{\Omega} = (R_1 + R_2 + R_3) / (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$+ 1/R_{\Omega} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

$$1/R_{\Omega} = R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$



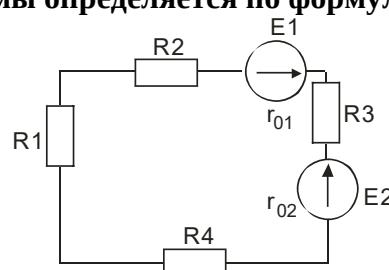
**Эквивалентное сопротивление приведенной схемы определяется по формуле**

$$+ R_{\Omega} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + r_{01} + r_{02}$$

$$1/R_{\Omega} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4 + 1/r_{01} + 1/r_{02}$$

$$R_{\Omega} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 - r_{01} - r_{02}$$

$$R_{\Omega} = R_1 + R_2 - R_3 - R_4 - r_{01} - r_{02}$$



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

+484 Ом

486 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 %.5.

+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 сталиалюминиевых
- +В медных

**Определить полное сопротивление цепи при параллельном соединении 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 0,1 А, если  $R_1 = 100$  Ом;  $R_2 = 200$  Ом?**

- 10 В
- 300 В
- 3 В
- +30 В

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

- Общее сопротивление равно сумме сопротивлений всех ветвей схемы
- Отношение токов обратно пропорционально отношению сопротивлений на ветвях схемы.
- Напряжение на всех ветвях схемы одинаковы. +4. 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 средств не соответствует последовательному соединению ветвей при постоянном токе?**

- Ток во всех элементах цепи одинаков
- Напряжение на зажимах цепи равно сумме напряжений на всех его участков.
- +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.

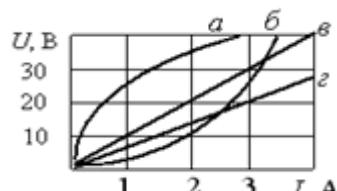
Расшифруйте аббревиатуру - ЭДС.

Электронно-динамическая система

Электрическая движущая система

+Электродвижущая сила

Электронно-действующая сила.



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:

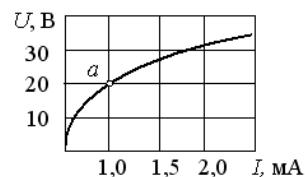
+нелинейной электрической цепью

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:

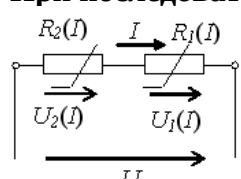
активным

линейным

+нелинейным

пассивным

При последовательном соединении двух нелинейных элементов верно выражение:



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

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

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

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

### **Методика проведения текущего контроля**

Параметры методики	Значение параметра
Предел длительности всего контроля	20 минут
Последовательность выбора тестовых заданий	Случайная
Предлагаемое количество тестовых заданий	10

#### **Критерии оценки:**

**5 баллов** - оценка «отлично» выставляется студенту, который правильно выполнил 90-100% тестовых заданий.

**4 баллов** - оценка «хорошо» выставляется студенту, который правильно выполнил 70-80% тестовых заданий.

**3 балла** - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил 50-60% тестовых заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил менее 50% тестовых заданий, баллы не выставляются.

### **Раздел №2 «Электрические цепи однофазного переменного тока»**

#### **Контролируемые компетенции (знания, умения):**

OK-1; 2, ПК – 2.1; У<sub>1</sub>; У<sub>3</sub>; З<sub>1</sub>; З<sub>3</sub>, ЛР-18

#### **Вопросы для письменного опроса:**

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 значение 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. Условие и особенности режима резонанса токов. Частотные характеристики параллельного контура.
18. Коэффициент мощности и пути его повышения.
19. Какой должна быть взята нагрузка, присоединяемая к активному двухполюснику, чтобы в ней выделялась максимальная мощность?

Из тестовых заданий формируется 5 вариантов заданий по 3 вопроса в каждом.

#### **Критерии оценки:**

**5 баллов** - выставляется студенту, который правильно выполнил все поставленные вопросы, логически и стройно излагает учебный материал, умеет производить подбор элементов электрических цепей и электронных схем, знает методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных и электронных цепей.

**4 балла** - выставляется студенту, который по существу отвечает на поставленные вопросы, с небольшими погрешностями приводит формулировки определений, в ответе допускает небольшие пробелы, не искажающие его содержания.

**3 балла** - выставляется студенту, который не совсем твердо владеет материалом, при ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности, неточную аргументацию теоретических положений.

**2 балла** - выставляется студенту, который слабо владеет материалом, при ответах допускает существенные погрешности аргументации теоретических положений.

**1 балл** - выставляется студенту, который имеет общее представление о материале, при ответах допускает неточную аргументацию теоретических положений.

### **Лабораторная работа**

#### **Тема: Определение параметров катушки индуктивности**

(время проведения занятия – 3 часа)

**Цель занятия:** экспериментальное определение активного сопротивления и индуктивности катушки.

#### **Порядок выполнения работы**

- Составить схемы для исследования катушки индуктивности на постоянном и переменном токе методом амперметра-вольтметра. В схеме необходимо предусмотреть лабораторный автотрансформатор (ЛАТР).
- Собрать на лабораторном стенде электрическую схему для исследования катушки индуктивности на постоянном токе. После проверки схемы преподавателем включить ее в сеть и, изменяя напряжение при помощи автотрансформатора ЛАТР, снять 5-6 значений тока и напряжения на катушке. Данные занести в таблицу. Определить омическое сопротивление катушки  $R$ .

**Внимание! Не подавать на катушку силу тока свыше 3 А во избежание выхода ее из строя.**

**Таблица. Результаты исследования катушки индуктивности на постоянном токе**

Параметры	Значения					
$U$ , В						
$I$ , А						
$R$ , Ом						

- Повторить пункт 2 для исследования катушки индуктивности на переменном токе. После проверки схемы преподавателем включить ее в сеть и снять 5-6 значений тока и напряжения аналогично предыдущему опыту. Данные занести в таблицу. Вычислить полное сопротивление катушки, Ом:

$$Z = \frac{U}{I}.$$

Таблица. Результаты исследования катушки индуктивности на переменном токе

Измерено		Вычислено			
$U, \text{ В}$	$I, \text{ А}$	$Z, \text{ Ом}$	$X_L, \text{ Ом}$	$L, \text{ Гн}$	$\cos \varphi$

4. Вычислить индуктивное сопротивление катушки  $X_L$  на основе треугольника сопротивлений (рис. 3.1), Ом:

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}.$$

Рис. 3.1. Треугольник сопротивлений

5. Вычислить индуктивность катушки, Гн:

$$L = \frac{X_L}{2\pi f}.$$

6. По результатам одного из опытов построить треугольник сопротивлений.

#### Содержание отчета

- Паспортные данные приборов и оборудования, используемых в работе.
- Принципиальные электрические схемы исследования катушки индуктивности на постоянном и переменном токе.
- Таблицы с результатами измеренных и вычисленных значений.
- Треугольник сопротивлений.

#### Контрольные вопросы

- Как определяется сопротивление катушки индуктивности?
- Как определяется полное сопротивление катушки индуктивности?
- Как определяется индуктивное сопротивление катушки индуктивности?
- Что произойдет с углом сдвига фаз между напряжением и током в катушке, если увеличить частоту тока, удалить из катушки сердечник?
- Объясните назначение магнитопровода в катушке индуктивности.
- Поясните влияние магнитопровода на значение индуктивности в катушке.
- Как изменится величина тока в катушке индуктивности при питании ее от сети постоянного тока и от сети переменного тока одной и той же величины напряжения?
- Почему магнитопровод катушек индуктивности, работающих в цепях переменного тока, изготавливается из листовой электротехнической стали?
- Изобразите кривую перемагничивания ферромагнитного материала (петля гистерезиса) и укажите ее характерные точки.
- Каковы характерные неисправности катушки индуктивности с ферромагнитным сердечником?
- Приведите методы поиска различных неисправностей катушек индуктивности.
- Катушку индуктивности с ферромагнитным сердечником включили под напряжение. Через некоторое время из нее пошел дым. Приведите возможные причины.
- Объясните, почему индуктивность катушки с ферромагнитным сердечником уменьшается при увеличении тока.
- Приведите примеры устройств с катушками индуктивности и объяснить их назначение.
- Приведите формулы, которые связывают магнитную индукцию и напряженность

магнитного поля в вакууме и в ферромагнитном материале. Назвать единицы измерения и объяснить физический смысл величин.

#### 16. Как выявить неисправность катушки зажигания автомобиля?

В конце занятия преподаватель путем устного опроса проверяет усвоение знаний студентами по вопросам для самопроверки. Оформленные отчеты проверяются и подписываются преподавателем.

#### Критерии оценки:

**5 баллов** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, правильно отвечает на все поставленные вопросы, умеет пользоваться электроизмерительными приборами, владеет методами электрических измерений.

**4 балла** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет: при ответе на поставленные вопросы допускает незначительные неточности, не искажающие его содержания.

**3 балла** выставляется студенту, который принимает не очень активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы допускает неточности.

**2 балла** выставляется студенту, который пассивно относится к выполнению работы, правильно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы испытывает затруднения.

### Лабораторная работа

Тема: Исследование неразветвленной электрической цепи  
(время проведения занятия – 3 часа)

Цель занятия: проверка основных положений для цепи переменного тока, содержащей активное и реактивное сопротивления. Исследование схемы как модели линии передачи переменного тока, выяснение зависимости потери напряжения от величины нагрузки.

#### Порядок выполнения работы

1. Собрать электрическую цепь согласно рисунку. Для измерения напряжения предусмотреть два вольтметра на 300 и 60 В со свободными концами. Питание электрической цепи осуществлять от регулируемого источника питания синусоидального напряжения, расположенного на панели источника питания стенда (лабораторный автотрансформатор — ЛАТР). Перед включением необходимо убедиться, что ручка регулятора напряжения находится в крайнем левом положении.

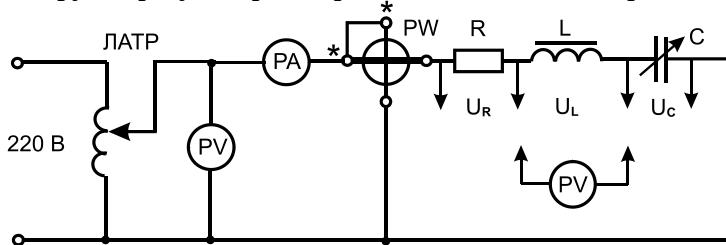


Рис. 4.3. Электрическая схема исследования неразветвленной электрической цепи

2. После проверки преподавателем схемы включить ее под напряжение. Установить ЛАТРом величину напряжения 120:130 В.

3. Изменяя емкость конденсаторной батареи, произвести измерения необходимых величин (4:5 опытов). Результаты измерений занести в таблицу.

*Таблица. Результаты исследования неразветвленной электрической цепи*

Измерено							Вычислено						
C, мкФ	U, В	U <sub>R</sub> , В	U <sub>L</sub> , В	U <sub>C</sub> , В	I, А	P, Вт	R, Ом	R <sub>L</sub> , Ом	Z <sub>L</sub> , Ом	Z, Ом	X <sub>C</sub> , Ом	X <sub>L</sub> , Ом	cos φ

Вычисление параметров цепи производить по формулам:

$$Z = \frac{U}{I}; \quad Z_L = \frac{U_L}{I}; \quad R = \frac{U_R}{I}; \quad R + R_L = \frac{P}{I^2};$$

$$X_L = \sqrt{Z_L^2 - R_L^2}; \quad U_L = IX_L; \quad \cos \varphi = \frac{P}{UI};$$

$$X_L = 2\pi fL; \quad X_C = \frac{1}{2\pi fC}.$$

4. По полученным данным построить векторные диаграммы для трех случаев  $X_L > X_C$ ;  $X_L = X_C$ ;  $X_L < X_C$ .

#### *Содержание отчета*

- Паспортные данные приборов и оборудования, используемых в работе.
- Принципиальная электрическая схема исследования.
- Таблица с результатами измеренных и вычисленных значений.
- Векторные диаграммы (треугольники напряжений).

#### **Контрольные вопросы**

- Запишите формулы для расчета  $R$ ,  $R_L$ ,  $L$ ,  $Z$ ,  $C$ ,  $\omega$ ,  $\cos \varphi$ , если известны показания амперметра, вольтметра, ваттметра.
- Изобразите векторную диаграмму цепи с  $R$ ,  $L$ ,  $C$  элементами при резонансе напряжений.
- Запишите зависимости между  $R$ ,  $X_L$ ,  $X_C$ ,  $U_L$ ,  $U_C$ ,  $\cos \varphi$  при резонансе напряжений.
- Может ли быть величина напряжения на индуктивности, активном сопротивлении, емкости больше величины питающего напряжения? Заключение по данному вопросу подтвердить примером.
- Изобразите треугольники напряжений, сопротивлений и мощностей для цепи с  $R$ ,  $L$ ,  $C$  элементами. Напишите зависимости между величинами и привести примеры их практического применения.
- В чем заключается явление резонанса, и при каких условиях оно возникает?
- Какую опасность представляет резонанс напряжений для электротехнических устройств?
- Изменением каких параметров электрической цепи можно получить резонанс напряжения?
- С помощью каких приборов и по какому признаку можно судить о возникновении резонанса напряжений в электрической цепи?
- Приведите анализ построенных векторных диаграмм до и после резонанса напряжений и дать объяснение, в каком случае напряжение опережающее, а в каком — отстающее?
- К чему приводит изменение активного сопротивления электрической цепи при резонансе напряжений?
- Сохранится ли резонанс напряжений, если изменить величину напряжения питающей сети?
- Можно ли получить резонанс напряжений путем изменения параметров питающего напряжения?
- Приведите примеры электротехнических и электронных устройств, в которых используется явление резонанса напряжения.

В конце занятия преподаватель путем устного опроса проверяет усвоение знаний студентами по вопросам для самопроверки. Оформленные отчеты проверяются и подписываются преподавателем.

### Критерии оценки:

**5 баллов** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, правильно отвечает на все поставленные вопросы, умеет пользоваться электроизмерительными приборами, владеет методами электрических измерений.

**4 балла** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет: при ответе на поставленные вопросы допускает незначительные неточности, не искажающие его содержания.

**3 балла** выставляется студенту, который принимает не очень активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы допускает неточности.

**2 балла** выставляется студенту, который пассивно относится к выполнению работы, правильно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы испытывает затруднения.

## Лабораторная работа

### Тема: Компенсация реактивной мощности

(время проведения занятия – 3 часа)

**Цель занятия:** ознакомление с методом повышения коэффициента мощности электрической цепи путем включения конденсаторов параллельно с нагрузкой. Выявление эффективности повышения коэффициента мощности.

#### Порядок выполнения работы

1. Собрать электрическую цепь согласно рисунку. Для измерения напряжения предусмотреть многопредельный вольтметр со свободными концами. В схеме катушка (сопротивления  $R_K$  и  $X_K$ ) имитирует нагрузку, а резистор (сопротивление  $R_L$ ) — линию. Измерение как активной, так и реактивной мощности производится при помощи одного ваттметра, а переключение его с режима на режим осуществляется при помощи переключателя  $S$  (активная мощность — положение  $P$  и реактивная — положение  $Q$ ).

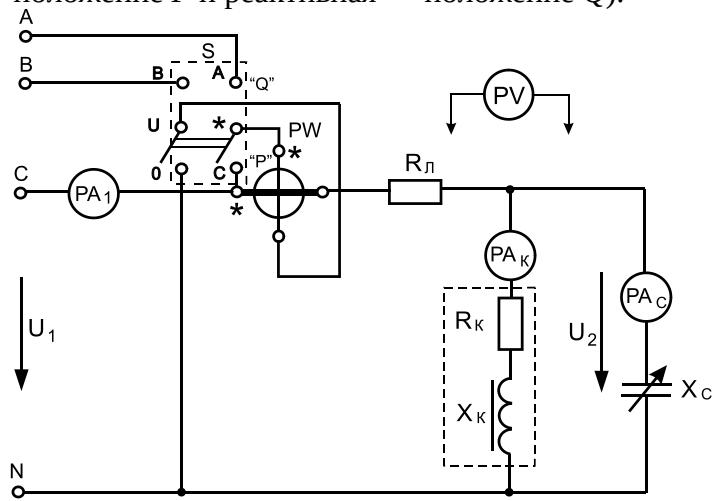


Рис. 5.2. Электрическая схема исследования цепи

для компенсации реактивной мощности 2. Изменяя емкость конденсатора от нуля (конденсатор не включен) до значения, при котором емкостный ток  $I_C$  в 1,6:2 раза больше тока катушки  $I_K$ , проследить за изменениями показаний приборов. Отметить наступление резонанса токов (полной компенсации реактивной мощности), при этом ваттметр, включенный на режим измерения реактивной мощности, показывает, что из сети реактивная мощность не потребляется (его показание равно нулю).

Результаты замеров (4:5 точек) записать в таблицу.

Таблица. Результаты исследования компенсации реактивной мощности

C, мкФ	Измерено							Вычислено				
	$U_1$ , В	$U_2$ , В	$U_L$ , В	$I_1$ , А	$I_K$ , А	$I_C$ , А	$P$ , Вт	$Q$ , ВАр	$Q_C$ , ВАр	$\cos \varphi$	$\Delta P$ , Вт	$\eta_L$ , %

3. Вычислить реактивную мощность включенной батареи конденсаторов  $Q_C$ , коэффициент мощности  $\cos \varphi$ , потери мощности в резисторе  $R_L$  —  $\Delta P$ , КПД линии  $\eta_L$ . Расчет производить по формулам:

$$Q_C = U_2 I_C, \quad \cos \varphi = \frac{P_1}{U_1 I_1},$$

$$\Delta P = I^2 R_L \text{ или } \Delta P = U_L I,$$

$$\eta_L = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1} = \frac{P_2}{P_1}.$$

4. Построить векторные диаграммы (треугольники токов) для трех случаев: при отключенной конденсаторной батарее; при полной компенсации реактивной мощности ( $I_K = I_C$ ,  $Q=0$ ,  $\cos \varphi=1$ ); при перекомпенсации (мощность конденсаторов превышает индуктивную мощность нагрузки и в сеть отдается емкостная мощность). Пример треугольника токов показан на рисунке.

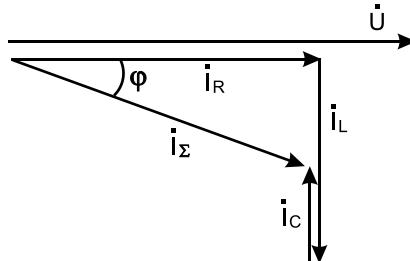


Рис. Пример векторной диаграммы токов

#### Содержание отчета

- Паспортные данные приборов и оборудования, используемых в работе.
- Принципиальная электрическая схема исследования.
- Таблица с результатами измеренных и вычисленных значений.
- Векторные диаграммы (треугольники токов).

#### Контрольные вопросы

- Какие причины вызывают уменьшение коэффициента мощности?
- Для какой цели увеличивают коэффициент мощности в электрических цепях?
- Что такое резонанс токов?
- Как измеряют активную и реактивную мощности?
- Почему падение напряжения в линии зависит от коэффициента мощности?
- Поясните на примере, как зависит величина полной мощности источников электроэнергии от коэффициента мощности потребителя.
- Объясните, что понимают под активной, реактивной и полной мощностями, и показать, по каким формулам они рассчитываются.
- Напишите формулы для расчета сопротивления, токов, напряжений, мощностей для схемы исследований.
- Приведите способы увеличения коэффициента мощности естественным путем.
- Поясните с использованием векторных диаграмм, как зависит коэффициент мощности потребителя от величины активной (реактивной) составляющей тока нагрузки.
- В электрической цепи (см. рис. 5.2) произвели полную компенсацию реактивной мощности. На основании показаний каких приборов можно сделать такое заключение? Объяснить при помощи векторных диаграмм и с физической точки зрения.

В конце занятия преподаватель путем устного опроса проверяет усвоение знаний студентами по вопросам для самопроверки. Оформленные отчеты проверяются и подписываются преподавателем.

#### **Критерии оценки:**

**5 баллов** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, правильно отвечает на все поставленные вопросы, умеет пользоваться электроизмерительными приборами, владеет методами электрических измерений.

**4 балла** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет: при ответе на поставленные вопросы допускает незначительные неточности, не искажающие его содержания.

**3 балла** выставляется студенту, который принимает не очень активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы допускает неточности.

**2 балла** выставляется студенту, который пассивно относится к выполнению работы, правильно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы испытывает затруднения.

#### **Фонд тестовых заданий для текущего контроля знаний по теме:**

*Выберите один вариант ответа.*

**Угловая частота  $w$  определяется в соответствии с выражением:**

$$w = 2f T$$

$$w = 1/T$$

$$+w = 2p f$$

$$w = 2p T$$

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

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

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

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

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

**Угол сдвига фаз  $\varphi$  между напряжением  $u(t) = U_m \sin(\omega t + \psi_u)$  и током**

**$i(t) = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$  определяется как:**

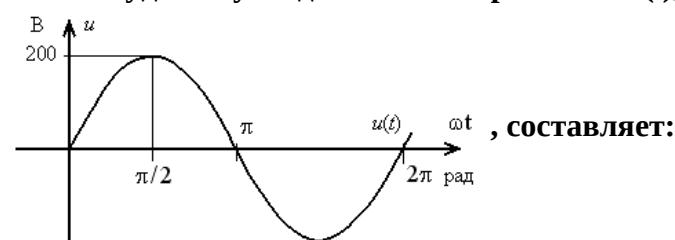
$$\varphi = -\psi_u - \psi_i$$

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

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

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

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



282 В

2p В

141 В

+200 В

**Действующее значение синусоидального электрического тока**

$i(t) = I_m \sin(\omega t + \psi_i)$  определяется как:

$$I_m \sin \psi_i$$

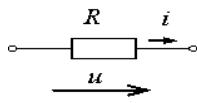
$$I_m / \sin \psi_i$$

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

$$\sqrt{2} I_m$$

Мгновенное значение тока  $i(t)$  при напряжении  $u(t) = 100 \sin 314t$  В и величине  $R$ , равной 50

Ом составит:



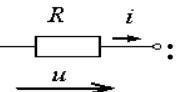
$$0.5 \sin 314t \text{ A}$$

$$+2 \sin 314t \text{ A}$$

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

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

Начальная фаза тока  $i(t)$  при напряжении  $u(t) = 100 \sin(314t + \pi/4)$  В составит



$$-\pi/4 \text{ rad}$$

$$0 \text{ rad}$$

$$+\pi/4 \text{ rad}$$

$$3\pi/4 \text{ rad}$$

Индуктивное сопротивление  $X_L$  равно :

$$1/\omega L$$

$$\omega C$$

$$1/\omega C$$

$$+\omega L$$

Емкостное сопротивление  $X_C$  равно :

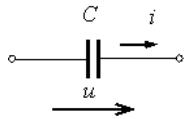
$$\omega C$$

$$+1/(\omega C)$$

$$\omega L$$

$$1/(\omega L)$$

Емкостное сопротивление  $X_C$  при величине  $C = 100 \text{ мкФ}$  и угловой частоте  $\omega = 314 \text{ рад/с}$  равно :



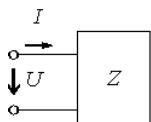
$$31400 \Omega$$

$$+ 32 \Omega$$

$$314 \Omega$$

$$100 \Omega$$

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



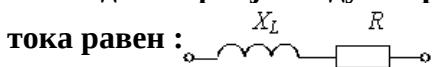
$$+ \underline{U}/\underline{I}$$

$$\underline{I}/\underline{U}$$

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

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

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



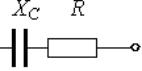
$$\arctg(L/R)$$

$$R/\omega L$$

$$\omega L/R$$

$$+\arctg(\omega L/R)$$

Комплексное сопротивление приведенной цепи  $Z$  равно :



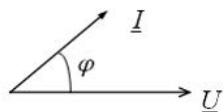
$$+ R - j/(\omega C)$$

$$R + C$$

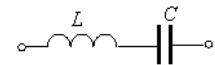
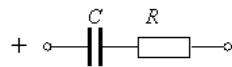
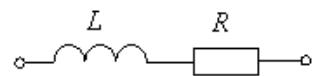
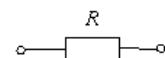
$$R + j\omega C$$

$$R - j\omega C$$

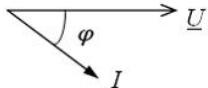
14. Векторной диаграмме



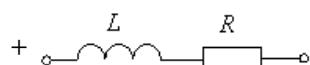
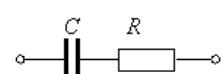
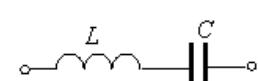
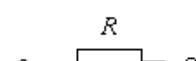
соответствует схема:



Векторной диаграмме



соответствует схема:



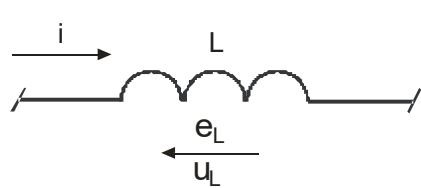
Для катушки индуктивности, включенной в цепь переменного тока, справедливо  
отношение

$$u_L = L \int i_L dt$$

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

$$u_L = L i_L$$

$$u_L = L \frac{di_L}{dt} + L \int i_L dt$$



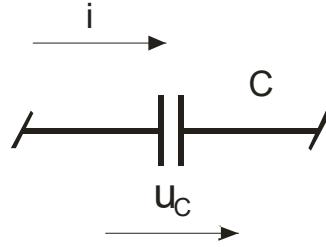
Для конденсатора, включенного в цепь переменного тока, справедливо отношение:

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

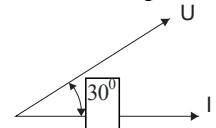
$$u_c = C \frac{di_c}{dt}$$

$$u_c = Ci_c$$

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



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:**

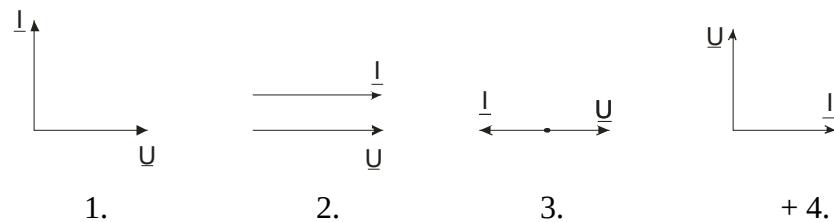
ток отстает от напряжения по фазе на угол  $\varphi$

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:**

$$+ g = R/Z^2;$$

$$b = X/Z^2;$$

$$Z = R + jX_L - jX_C;$$

$$Y = g - jb.$$

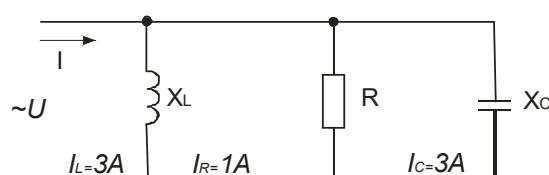
**Общий ток в данной цепи равен:**

$$0 \text{ A};$$

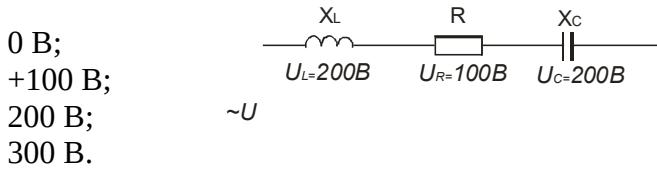
$$+1 \text{ A};$$

$$2 \text{ A};$$

$$3 \text{ A}.$$



**Общее напряжение в данной цепи равно:**



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

$$Z = R + X_L + X_C$$

$$+Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = R - X_L - X_C$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2 + X_C^2}$$

**Резонанс токов в электрической цепи возникает:**

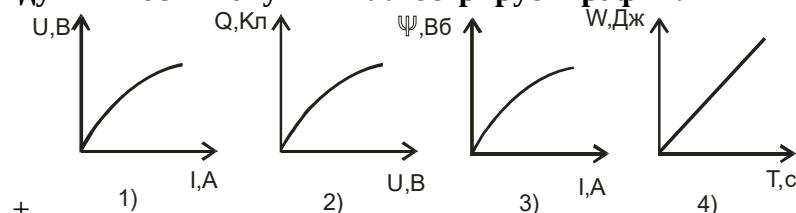
в контуре с параллельным соединением индуктивной катушки и конденсатора;

в контуре с последовательным соединением индуктивной катушки и конденсатора;

при равенстве нулю полного реактивного сопротивления контура;

+при равенстве нулю полной реактивной проводимости контура.

**Характеристику индуктивности катушки иллюстрирует график:**



**Характеристику конденсатора иллюстрирует график:**

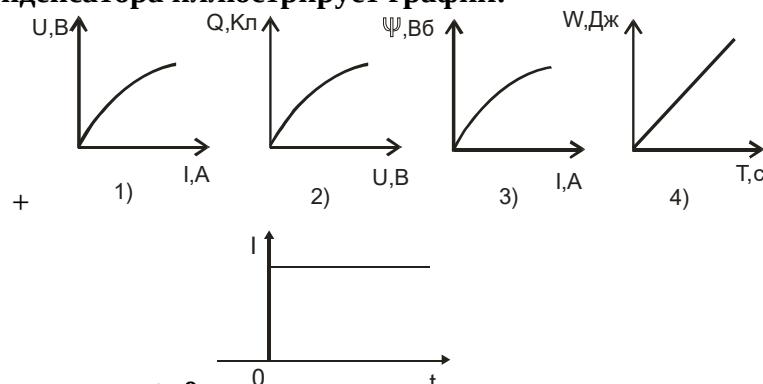
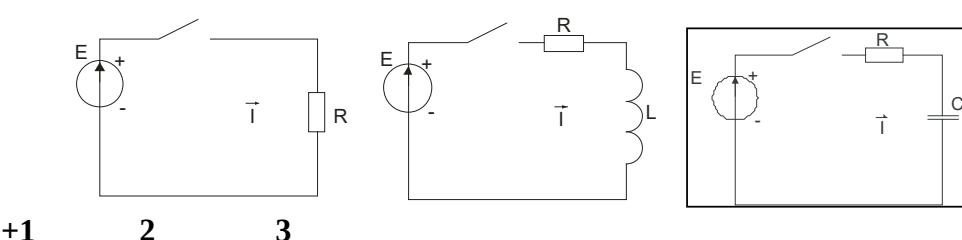


График изменения тока при  $t \geq 0$

соответствует цепи:



**К первому закону коммутации относится соотношение:**

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

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

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

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

**Ко второму закону коммутации относится соотношение:**

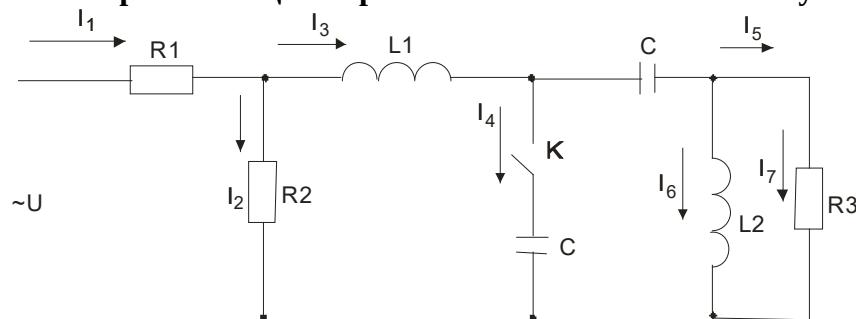
$$i_L(0_-) = i_L(0_+)$$

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

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

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

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



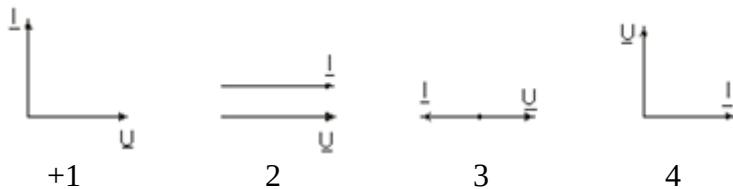
$$I_1, I_2, I_7$$

$$I_4, I_5$$

$$+I_3, I_6$$

$$I_1, I_4, I_5, I_7$$

**Включению емкости в цепь синусоидального тока соответствует векторная диаграмма:**



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

$$0^\circ$$

$$+30^\circ$$

$$60^\circ$$

$$150^\circ$$

**Схема состоит из одного резистивного элемента с сопротивлением  $R=220$  Ом. Напряжение на её зажимах  $u=220\sin628t$ . Определите показания амперметра и вольтметра.**

$$+I= 1 \text{ A } U=220 \text{ В}$$

$$I= 0,7 \text{ A } U=156 \text{ В}$$

$$I= 0,7 \text{ A } U=220 \text{ В}$$

$$I= 1 \text{ A } U=156 \text{ В}$$

**Амплитуда синусоидального напряжения 100 В, начальная фаза = - 60°, частота 50 Гц.**

**Запишите уравнение мгновенного значения этого напряжения.**

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

$$u=100\sin(50t - 60)$$

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

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

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

**Определите коэффициент нагрузки.**

$$\cos = 0,6$$

$$\cos = 0,3$$

$$\cos = 0,1$$

$$+\cos = 0,9$$

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

- 16 А ; 157 А
- 157 А ; 16 А
- 11,3 А ; 16 А
- +16 А ; 11,3

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

магнитного поля

электрического поля

+тепловую

магнитного и электрического полей

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

Действующее значение тока

Начальная фаза тока

+Период переменного тока

Максимальное значение тока

**Конденсатор емкостью С 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?**

+Уменьшится в 3 раза

Увеличится в 3 раза

Не изменится

Изменится в 6 раз

### Методика проведения текущего контроля

Параметры методики	Значение параметра
Предел длительности всего контроля	20 минут
Последовательность выбора тестовых заданий	Случайная
Предлагаемое количество тестовых заданий	10

#### Критерии оценки:

**5 баллов** - оценка «отлично» выставляется студенту, который правильно выполнил 90-100% тестовых заданий.

**4 баллов** - оценка «хорошо» выставляется студенту, который правильно выполнил 70-80% тестовых заданий.

**3 балла** - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил 50-60% тестовых заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил менее 50% тестовых заданий, баллы не выставляются.

### Раздел №3 «Трехфазные цепи»

Контролируемые компетенции (знания, умения):

OK-1; 2, ПК – 2.1; У<sub>1</sub>; У<sub>3</sub>; З<sub>1</sub>; З<sub>3</sub>, ЛР-18

#### Вопросы для письменного опроса:

1. Трехфазные симметричные системы ЭДС.
2. Соединение звездой и треугольником. Линейные и нулевой провода, линейные и фазные напряжения и токи.
3. Как вы объясните, что напряжения, которые получают от трехфазных цепей, могут быть представлены следующим рядом: 127, 220, 380, 660 В?
4. Каковы функции нулевого провода в системе «звезда» — «звезда» при несимметричной нагрузке?
5. При каких способах соединения генератора с нагрузкой линейный ток равняется фазному току?
6. При каких способах соединения генератора с нагрузкой линейное напряжение равняется фазному?
7. Расчет симметричной цепи при соединении звезда-звезда.
8. Расчет симметричной цепи при соединении треугольник-звезда.
9. Расчет несимметричной цепи при соединении звезда-звезда.
10. Расчет несимметричной цепи при соединении треугольник-треугольник.
11. Расчет несимметричной цепи при соединении треугольник-звезда.
12. Соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при соединении несимметричной нагрузки звездой.
13. Соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при соединении несимметричной нагрузки треугольником.
14. Соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при соединении симметричной нагрузки звездой.
15. Соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при соединении симметричной нагрузки треугольником.
16. Как экспериментально определить зажимы фаз А, В, С симметричной трехфазной системы напряжений?
17. Активная, реактивная и полная мощности трехфазной системы?
18. Почему при симметричной нагрузке расчет можно вести на одну фазу?
19. Почему активную мощность трехфазной системы при наличии нулевого провода нельзя измерять с помощью схемы с двумя ваттметрами?

Из тестовых заданий формируется 5 вариантов заданий по 3 вопроса в каждом.

#### Критерии оценки:

**5 баллов** - выставляется студенту, который правильно выполнил все поставленные

вопросы, логически и стройно излагает учебный материал, умеет производить подбор элементов электрических цепей и электронных схем, знает методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных и электронных цепей.

**4 балла** - выставляется студенту, который по существу отвечает на поставленные вопросы, с небольшими погрешностями приводит формулировки определений, в ответе допускает небольшие пробелы, неискажающие его содержания.

**3 балла** - выставляется студенту, который не совсем твердо владеет материалом, при ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности, неточную аргументацию теоретических положений.

**2 балла** - выставляется студенту, который слабо владеет материалом, при ответах допускает существенные погрешности аргументации теоретических положений.

**1 балл** - выставляется студенту, который имеет общее представление о материале, при ответах допускает неточную аргументацию теоретических положений.

### Лабораторная работа

Тема: Исследование цепи трехфазного тока  
при соединении потребителей по схеме «звезда»  
(время проведения занятия – 3 часа)

Цель занятия: исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей энергии по схеме «звезда» для различных режимов работы.

#### Порядок выполнения работы

1. Собрать электрическую цепь согласно рисунку.

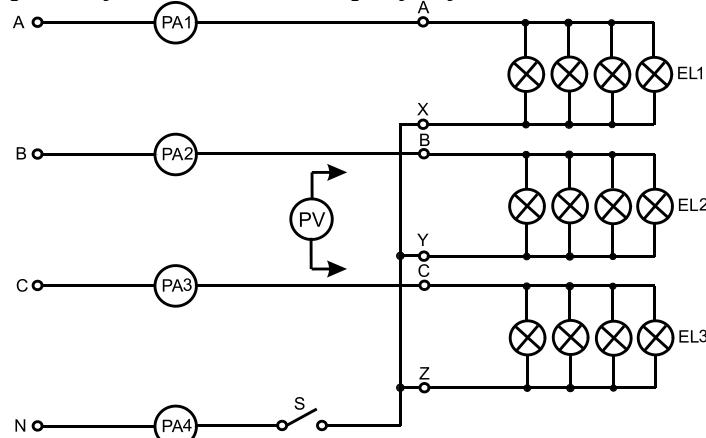


Рис. Принципиальная электрическая схема исследования трехфазной цепи при соединении потребителей по схеме «звезда»

2. Установить симметричную нагрузку в фазах (одинаковое количество ламп в каждой фазе) и записать показания приборов при наличии нейтрального провода и без него (включение и отключение нейтрального провода производить тумблером S).

Убедиться, что  $U_L = \sqrt{3} U_\phi$ .

3. Установить несимметричную нагрузку фаз (разное количество ламп в каждой фазе) и записать показания приборов при наличии нейтрального провода и без него.

4. Установить симметричную нагрузку и, отключив все лампы в одной из фаз потребителя, что соответствует обрыву в данной фазе, записать показания приборов при наличии нейтрального провода и без него.

5. Провести опыт короткого замыкания фазы без нейтрального провода. Для этого накоротко замкнуть начало и конец любой фазы, например A и X. Нагрузка двух других фаз при этом должна быть симметричная, нейтральный провод отключен. Записать показания приборов. Все данные измерений и вычислений внести в таблицу 7.1.

*Таблица. Результаты исследования электрической цепи с соединением потребителей по схеме «звезда»*

Характер нагрузки	$U_A$ , В	$U_B$ , В	$U_C$ , В	$U_{AB}$ , В	$U_{BC}$ , В	$U_{CA}$ , В	$U_{NN}$ , В	$I_A$ , А	$I_B$ , А	$I_C$ , А	$I_N$ , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Симметричная без нейтрального провода											
Симметричная с нейтральным проводом											
Несимметричная без нейтрального провода											
Несимметричная с нейтральным проводом											
Полная разгрузка одной фазы без нейтрального провода											
Полная разгрузка одной фазы с нейтральным проводом											
Короткое замыкание фазы без нейтрального провода											

*Примечание.*  $U_{NN}$  — напряжение, измеряемое между нейтральными точками генератора и нагрузки.

6. Построить векторные диаграммы для каждого пункта.

#### *Содержание отчета*

1. Принципиальная электрическая схема лабораторной установки.
2. Таблица с результатами измерений.
3. Расчетные формулы и векторные диаграммы.
4. Выводы по работе.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какое соединение фаз генератора и нагрузки называется «звездой»?
2. Каково соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами при соединении нагрузки «звездой»?
3. Объяснить назначение нулевого провода.
4. Как определить ток в нулевом проводе?
5. Что такое напряжение смещения нейтрали? В каких случаях оно равно нулю?
6. Чем опасно короткое замыкание одной фазы при наличии и отсутствии нулевого провода?
7. Какая трехфазная система называется несвязанной?
8. Пояснить построенные векторные диаграммы.

В конце занятия преподаватель путем устного опроса проверяет усвоение знаний студентами по вопросам для самопроверки. Оформленные отчеты проверяются и подписываются преподавателем.

#### **Критерии оценки:**

**5 баллов** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, правильно отвечает на все поставленные вопросы, умеет пользоваться электроизмерительными приборами, владеет методами электрических измерений.

**4 балла** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет: при ответе на поставленные вопросы допускает

незначительные неточности, не искажающие его содержания.

**3 балла** выставляется студенту, который принимает не очень активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы допускает неточности.

**2 балла** выставляется студенту, который пассивно относится к выполнению работы, правильно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы испытывает затруднения.

### Лабораторная работа

#### Тема: Исследование цепи трехфазного тока при соединении потребителей по схеме «треугольник» (время проведения занятия – 3 часа)

**Цель занятия:** исследование различных режимов работы потребителей трехфазного тока, соединенных по схеме «треугольник».

#### Порядок выполнения работы

- Собрать электрическую схему согласно рисунку.

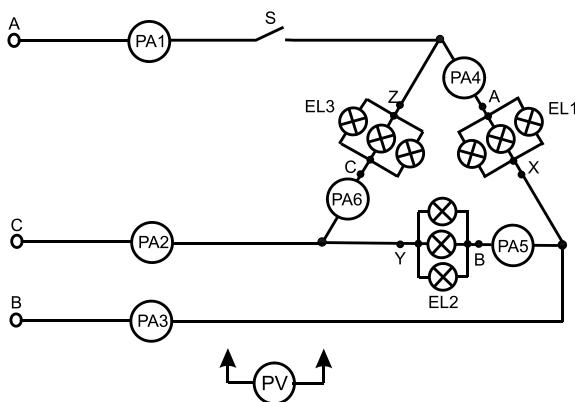


Рис. Схема исследования трехфазной цепи  
при соединении треугольником

- Измерить фазные, линейные токи и напряжения при симметричной нагрузке фаз. Убедиться, что  $I_L = \sqrt{3} I_\phi$ . Данные измерений занести в таблицу.
- Произвести аналогичные измерения для несимметричной нагрузки (включить разное количество ламп в фазах). Данные измерений занести в таблицу 8.1.

Таблица. Результаты исследования электрической цепи  
при соединении потребителей по схеме «треугольник»

Характер нагрузки	$I_{AB}$ , А	$I_{BC}$ , А	$I_{CA}$ , А	$I_A$ , А	$I_B$ , А	$I_C$ , А	$U_{AB}$ , В	$U_{BC}$ , В	$U_{CA}$ , В
Симметричная									
Несимметричная									
Обрыв фазы									
Обрыв линейного провода									

- Установив симметричную нагрузку, отключить полностью лампы в одной из фаз (обрыв фазы). Данные измерений занести в таблицу.
- При симметричной нагрузке фаз осуществить обрыв одного из линейных проводов (разомкнуть выключатель S). Данные измерений занести в таблицу.
- Для всех пунктов эксперимента построить в масштабе векторные диаграммы.

## *Содержание отчета*

1. Принципиальная электрическая схема лабораторной установки.
2. Таблица с результатами измерений.
3. Расчетные формулы и векторные диаграммы.
4. Выводы по работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Какое соединение фаз генератора или нагрузки называется треугольником?
2. Каковы соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при симметричной нагрузке фаз, соединенных треугольником?
3. Как определяются линейные токи?
4. Как определяются активная, реактивная и полная мощности трехфазной цепи при различных нагрузках?
5. Каковы будут напряжения на фазах приемников электроэнергии, если перегорит предохранитель в одном из линейных проводов?

В конце занятия преподаватель путем устного опроса проверяет усвоение знаний студентами по вопросам для самопроверки. Оформленные отчеты проверяются и подписываются преподавателем.

### **Критерии оценки:**

**5 баллов** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, правильно отвечает на все поставленные вопросы, умеет пользоваться электроизмерительными приборами, владеет методами электрических измерений.

**4 балла** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет: при ответе на поставленные вопросы допускает незначительные неточности, не искажающие его содержания.

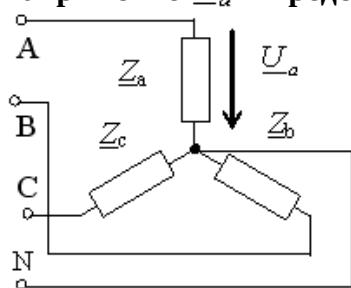
**3 балла** выставляется студенту, который принимает не очень активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы допускает неточности.

**2 балла** выставляется студенту, который пассивно относится к выполнению работы, правильно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы испытывает затруднения.

### **Фонд тестовых заданий для текущего контроля знаний по теме:**

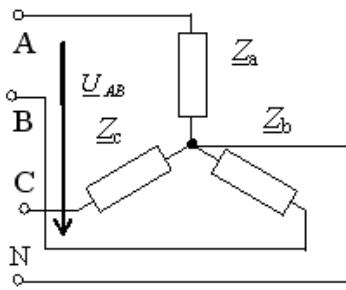
*(Выберите один вариант ответа)*

**Напряжение  $\underline{U}_a$  в представленной схеме называется:**



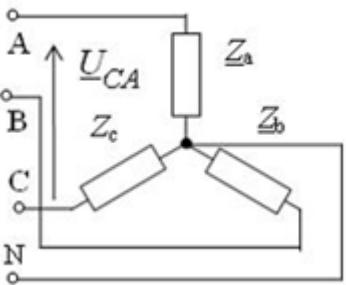
- среднеквадратичным напряжением  
средним напряжением  
+фазным напряжением  
линейным напряжением

**Напряжение  $\underline{U}_{AB}$  в представленной схеме называется:**



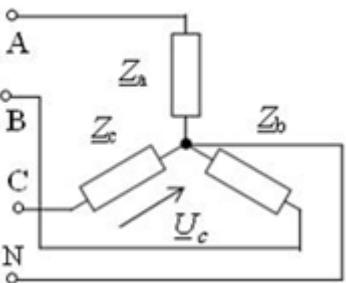
- +линейным напряжением  
среднеквадратичными напряжениями  
фазным напряжением  
средним напряжением

**Напряжение  $\underline{U}_{CA}$  в представленной схеме называется:**



- среднеквадратичными напряжениями  
средним напряжением  
+линейным напряжением  
фазным напряжением

**Напряжение  $\underline{U}_c$  в представленной схеме называется:**



- линейным напряжением  
среднеквадратичными напряжениями  
средним напряжением  
+фазным напряжением

**Трехфазная нагрузка называется симметричной, если:**

- $Z_a = Z_b = Z_c$  и  $\varphi_a \neq \varphi_b \neq \varphi_c$
- $Z_a \neq Z_b \neq Z_c$
- $+Z_a = Z_b = Z_c$
- $Z_a \neq Z_b \neq Z_c$  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;
- +для выравнивания фазных напряжений при несимметрической нагрузке;
- для выравнивания фазных напряжений при симметрической нагрузке;
- для подключения предохранителя.

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

$$+I_{\Delta} = I_{\phi}; U_{\Delta} = \sqrt{3} U_{\phi};$$

$$I_{\Delta} = \sqrt{3} I_{\phi}; U_{\Delta} = U_{\phi};$$

$$U = I(-jX_c);$$

$$U = I j XL;$$

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

$$I_{\Delta} = I_{\phi}; U_{\Delta} = \sqrt{3} U_{\phi};$$

$$+I_{\Delta} = \sqrt{3} I_{\phi}; U_{\Delta} = U_{\phi};$$

$$U = I(-jX_c);$$

$$U = I j XL;$$

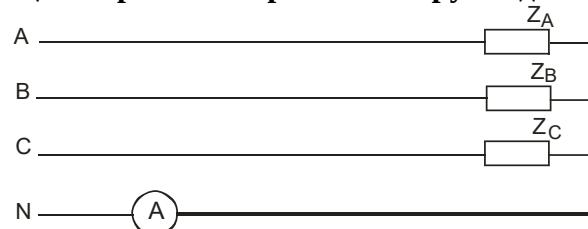
**Показание амперметра в трехфазной цепи при симметричной нагрузке должно быть равно:**

$$3 A;$$

$$+0 A;$$

$$2 A;$$

$$1 A.$$



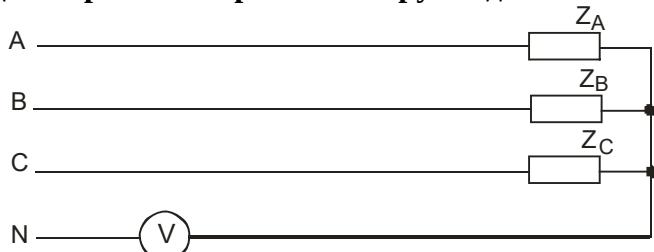
**Показание вольтметра в трехфазной цепи при симметричной нагрузке должно быть равно:**

$$300 B;$$

$$+0 B;$$

$$220 B;$$

$$110 B.$$



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

$$I_{\Delta\Delta} = I_{\Delta\lambda}$$

$$+I_{\Delta\Delta} = 3 \cdot I_{\Delta\lambda}$$

$$I_{\Delta\Delta} = \sqrt{3} \cdot I_{\Delta\lambda}$$

$$I_{\Delta\Delta} = 1/2 \cdot I_{\Delta\lambda}$$

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

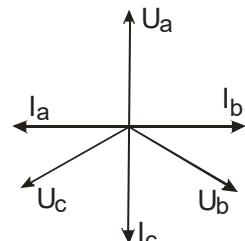
$$P_{\Delta} = P_{\lambda}$$

$$+P_{\Delta} = 3 \cdot P_{\lambda}$$

$$P_{\Delta} = \sqrt{3} \cdot P_{\lambda}$$

$$P_{\Delta} = 1/2 \cdot P_{\lambda}$$

**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 э.д.с. (напряжений, токов) называется такая система, которую можно записать в виде:**

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

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

$$\dot{I}_1 = I e^{-j\frac{2\pi}{3}}; \dot{I}_2 = I e^{j\frac{2\pi}{3}}; \dot{I}_3 = I.$$

$$\dot{E}_1 = E; \dot{E}_2 = E e^{-j90^\circ}; \dot{E}_3 = E e^{j90^\circ}.$$

**Линейное напряжение в многофазной цепи это:**

Разность потенциалов точек в начале и конце провода линии

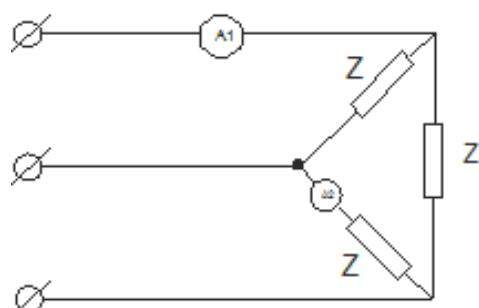
+Напряжение между двумя линейными проводами

Произведение тока в линии на полное сопротивление фазы нагрузки

Напряжение между началом и концом фазы нагрузки

**Симметричный трехфазный потребитель, соединенный в треугольник, подключен к трехфазной сети напряжением 220 в.**

**Определить линейный ток, если сопротивление фазы потребителя равно 11 Ом**



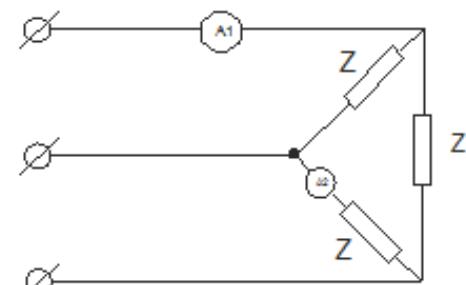
20 а

60 а

+34,6 а

11,56 а

**Амперметр A1, включенный в цепь симметричного потребителя, показывает 17,3 А. Что покажет амперметр A2?**



17,3A

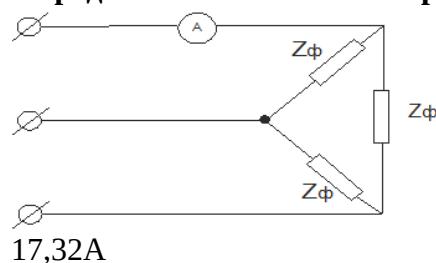
20A

+10 A

34,6A

**Система синусоидальных линейных напряжений, питающая цепь, симметрична.**

**Определить показание амперметра, если известно, что  $U_{л}=100$  в;  $Z_{\phi}=10$  Ом.**



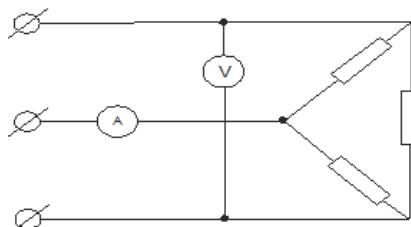
17,32A

+10A

14,1A

5A

Сопротивление фазы симметрично трехфазного потребителя равно 10 Ом. Что покажет вольтметр ( см. схему ), если амперметр показывает 17,3 А?



+U=100 В

U=173 В

U=300 В

U=50 В

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

Симметричный трехфазный потребитель, соединенный в треугольник, имеет сопротивление фазы  $z_1 = 15 \text{ Ом}$ . 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  $z_2 = 9 \text{ Ом}$ . Другой симметричный потребитель соединен треугольником и подключен к той же сети. Каково сопротивление фазы  $z_2$  второго потребителя, если известно, что линейные токи обоих потребителей одинаковы.

$z_2 = 9 \text{ Ом}$ .

$z_2 = 15,6 \text{ Ом}$ .

+ $z_2 = 27 \text{ Ом}$ .

$z_2 = 5,2 \text{ Ом}$ .

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

$S = 3U_{\text{Л}}I_{\text{Л}}$ .

$S = \sqrt{3}U_{\Phi}I_{\Phi}$ .

+ $S = 3U_{\Phi}I_{\Phi}$ .

$S = U_{\Phi}I_{\Phi}$ .

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

+один

два

три

четыре

**Почему обрыв нейтрального провода четырехпроводной системы является аварийным режимом?**

+На одних фазах приёмника энергии напряжение увеличивается, на других уменьшается

На всех фазах приёмника энергии напряжение падает

На всех фазах приёмника энергии напряжение возрастает

Возникает короткое замыкание

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

Трехпроводной звездой.

Четырехпроводной звездой

+Треугольником

Шестипроводной звездой.

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

+cos = 0.8

cos = 0.4

cos = 0.5

cos = 0.6

#### Методика проведения текущего контроля

Параметры методики	Значение параметра
Предел длительности всего контроля	20 минут
Последовательность выбора тестовых заданий	Случайная
Предлагаемое количество тестовых заданий	10

#### Критерии оценки:

**5 баллов** - оценка «отлично» выставляется студенту, который правильно выполнил 90-100% тестовых заданий.

**4 баллов** - оценка «хорошо» выставляется студенту, который правильно выполнил 70-80% тестовых заданий.

**3 балла** - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил 50-60% тестовых заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который правильно ответил менее 50% тестовых заданий, баллы не выставляются.

## **Раздел №4 «Магнитные цепи. Трансформаторы»**

Контролируемые компетенции (знания, умения):

ОК-1; 2, ПК – 2.1; У<sub>1</sub>; З<sub>3</sub>; З<sub>4</sub>, ЛР-18

### **Вопросы для опроса:**

1. Основные характеристики магнитного поля.
2. Магнитные свойства материалов.
3. Сформулируйте закон электромагнитной индукции.
4. Основные элементы конструкции трансформатора и их назначение.
5. Назначение, принцип действия исследуемого трансформатора.
6. Для чего проводится опыт холостого хода?
7. Изобразите электрическую схему опыта холостого хода двухобмоточного трехфазного трансформатора и дайте необходимые пояснения.
8. Какие зависимости называют характеристиками холостого хода трансформатора, и при соблюдении каких условий они получаются?
9. Какие значения характеристик холостого хода называют номинальными?
10. Изобразите и объясните зависимость тока холостого хода трансформатора от величины подводимого напряжения, запишите условия, при которых она получена.
11. Изобразите и объясните зависимость потерь холостого хода трансформатора от величины подводимого напряжения, запишите условия, при которых она получена.
12. Изобразите и объясните зависимость коэффициента мощности холостого хода трансформатора от величины подводимого напряжения, запишите условия, при которых она получена.
13. Какие параметры схемы замещения трансформатора определяются по результатам опыта холостого хода?
14. Поясните определение параметров схемы замещения трансформатора по результатам опыта холостого хода.
15. Изобразите схему замещения трансформатора для холостого хода трансформатора и назовите ее параметры.
16. Каким образом и почему изменяются параметры схемы замещения трансформатора с увеличением напряжения при проведении опыта холостого хода?
17. Как определить коэффициент трансформации по результатам опыта холостого хода?
18. Как получить по результатам опыта холостого хода трехфазного трансформатора значение коэффициента мощности?
19. На что расходуется активная мощность, потребляемая трансформатором в режиме холостого хода?
20. На что используется реактивная мощность трансформатора в режиме холостого хода?
21. Для чего проводится опыт короткого замыкания?
22. Изобразите электрическую схему опыта короткого замыкания двухобмоточного трехфазного трансформатора и дайте необходимые пояснения.
23. Какие зависимости называют характеристиками короткого замыкания трансформатора, и при соблюдении каких условий они получаются?
24. Изобразите и объясните зависимость тока короткого замыкания трансформатора от величины подводимого напряжения, запишите условия, при которых она получена.
25. Изобразите и объясните зависимость потерь короткого замыкания трансформатора от величины подводимого напряжения, запишите условия, при которых она получена.
26. Изобразите и объясните зависимость коэффициента мощности короткого замыкания трансформатора от величины подводимого напряжения, запишите условия, при которых она получена.
27. Поясните получение по результатам опыта короткого замыкания трехфазного трансформатора значение коэффициента мощности.
28. Какие параметры схемы замещения трансформатора определяются по результатам опыта короткого замыкания?

29. Поясните определение параметров схемы замещения трансформатора по результатам опыта короткого замыкания.

30. Почему с увеличением тока вторичной обмотки трансформатора растет ток и в первичной обмотке?

31. Что понимается под коэффициентом полезного действия (КПД) трансформатора?

32. Изобразите и поясните зависимость КПД трансформатора от коэффициента нагрузки, запишите условия, при которых она получена.

Из тестовых заданий формируется 5 вариантов заданий по 3 вопроса в каждом.

**5 баллов** - выставляется студенту, который правильно выполнил все поставленные вопросы, логически и стройно излагает учебный материал, умеет производить подбор элементов электрических цепей и электронных схем, знает методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных и электронных цепей, устройство и принцип действия электрических машин.

**4 балла** - выставляется студенту, который по существу отвечает на поставленные вопросы, с небольшими погрешностями приводит формулировки определений, в ответе допускает небольшие пробелы, не искажающие его содержания.

**3 балла** - выставляется студенту, который не совсем твердо владеет материалом, при ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности, неточную аргументацию теоретических положений.

**2 балла** - выставляется студенту, который слабо владеет материалом, при ответах допускает существенные погрешности аргументации теоретических положений.

**1 балл** - выставляется студенту, который имеет общее представление о материале, при ответах допускает неточную аргументацию теоретических положений.

### Лабораторная работа

#### Тема: Исследование работы однофазного трансформатора

(время проведения занятия – 2 часа)

**Цель работы:** изучение устройства, принципа работы однофазного трансформатора. Исследование трансформатора в режимах холостого хода, короткого замыкания и при нагрузке.

#### Порядок выполнения работы

1. Собрать схему согласно рисунку 1.

2. После проверки схемы преподавателем включить схему под напряжение и произвести опыт холостого хода при выключенном нагружении (тумблеры ламповой нагрузки отключены). Данные измерений занести в таблицу 1.

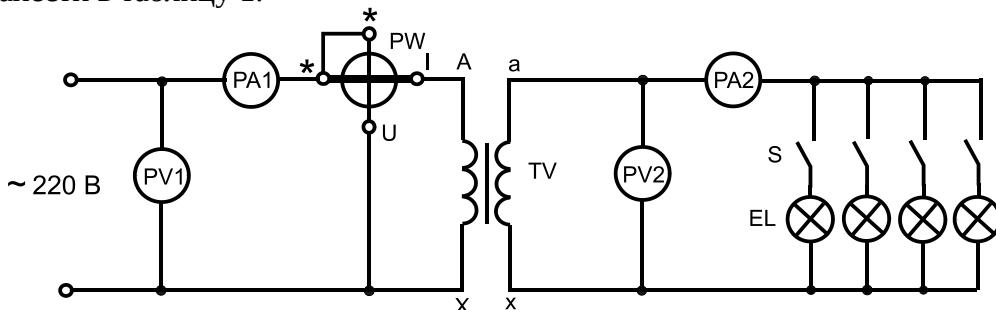


Рис 1. Схема для испытания трансформатора на холостом ходу и под нагрузкой

3. По данным опыта вычислить: коэффициент трансформации  $n$ , полную мощность  $S$ , коэффициент мощности  $\cos \phi$ , угол потери в стали  $\delta$ .

4. Установливая тумблерами различную нагрузку, произвести испытание трансформатора под нагрузкой (3-4 значения). Данные измерений занести в таблицу 2.

Таблица 1. Результаты исследования холостого хода трансформатора

Измерено				Вычислено				
$U_1$ , В	$U_{20}$ , В	$I_{10}$ , А	$P_0$ , Вт	$n$	$\cos \varphi_0$	$\varphi_0$	$S$ , ВА	$\delta$

Таблица 2. Результаты исследования трансформатора под нагрузкой

Измерено					Вычислено				
$U_1$ , В	$I_1$ , А	$P_1$ , Вт	$I_2$ , А	$U_2$ , В	$\cos \varphi_1$	$\beta$	$P_2$ , Вт	$\eta$	$\Delta U$ , %

5. По результатам измерений построить внешнюю характеристику трансформатора и определить процентное изменение напряжения  $\Delta U$ , %.

6. Собрать схему согласно рисунку 2. В схеме предусмотреть лабораторный автотрансформатор, вольтметр 7,5:60 В и амперметр РА2 на 5 А.

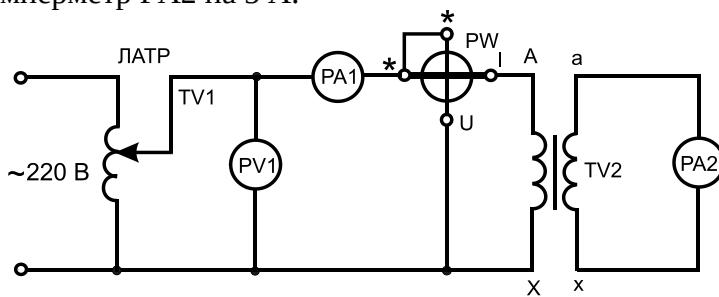


Рис.2. Схема для исследования опыта короткого замыкания трансформатора

7. Рассчитать номинальные токи  $I_{1N}$  и  $I_{2N}$  трансформатора. Величины номинальных токов можно определить на основе паспортных данных трансформатора. После проверки схемы преподавателем включить схему под напряжение и произвести опыт короткого замыкания. Для этого к первичной обмотке трансформатора подвести такое напряжение, при котором в первичной и вторичной обмотках установятся номинальные токи. Данные измерений занести в таблицу 3.

Таблица 3. Результаты опыта короткого замыкания трансформатора

Измерено				Вычислено				
$U_{1K}$ , В	$I_{1K}$ , А	$P_{1K}$ , Вт	$I_2$ , А	$\cos \varphi_K$	$Z_K$ , Ом	$r_K$ , Ом	$X_K$ , Ом	$U_K$ , %

8. По данным опыта короткого замыкания вычислить: полное сопротивление  $Z_K$ , активное сопротивление  $r_K$ , реактивное сопротивление  $X_K$ .

#### Содержание отчета

- Схемы и таблицы.
- Расчетные формулы.
- Внешняя характеристика трансформатора.
- Выводы по проделанной работе.

#### Контрольные вопросы

- Устройство и принцип действия трансформатора.
- Что такое коэффициент трансформации?
- С какой целью проводятся опыты холостого хода и короткого замыкания?
- Какая зависимость называется внешней характеристикой трансформатора?

5. Как определить КПД трансформатора?
6. Как определить число витков вторичной обмотки при известном числе витков первичной обмотки, напряжении  $U_1$  и  $U_2$ ?
7. Почему сердечник трансформатора набирают из пластин?

В конце занятия преподаватель путем устного опроса проверяет усвоение знаний студентами по вопросам для самопроверки. Оформленные отчеты проверяются и подписываются преподавателем.

**Критерии оценки:**

**5 баллов** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, правильно отвечает на все поставленные вопросы, умеет пользоваться электроизмерительными приборами, владеет методами электрических измерений, знает устройство и принцип действия электрических машин.

**4 балла** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет: при ответе на поставленные вопросы допускает незначительные неточности, не искажающие его содержания.

**3 балла** выставляется студенту, который принимает не очень активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы допускает неточности.

**2 балла** выставляется студенту, который пассивно относится к выполнению работы, правильно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы испытывает затруднения.

**Фонд тестовых заданий для текущего контроля знаний по теме:**

*(Выберите один вариант ответа)*

**Какие трансформаторы используются для питания электроэнергией бытовых потребителей?**

измерительные

сварочные

+силовые

автотрансформаторы

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

50

+0,02

98

102

**Какой прибор нельзя подключить к измерительной обмотке трансформатора тока?**

+амперметр

Вольтметр

Омметр

Токовые обмотки ваттметра

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

+60

0,016

6

600

**При каких значениях коэффициента трансформации целесообразно применять автотрансформаторы**

$k > 1$

+ $k > 2$

$k \leq 2$

не имеет значения

**Почему сварочный трансформатор изготавливают на сравнительно небольшое вторичное напряжение? Укажите неправильный ответ.**

Для повышения величины сварочного тока при заданной мощности.

Для улучшения условий безопасности сварщика

+Для получения крутопадающей внешней характеристики

Сварка происходит при низком напряжении.

**Какой физический закон лежит в основе принципа действия трансформатора?**

Закон Ома

Закон Кирхгофа

Закон самоиндукции

+Закон электромагнитной индукции

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

+1) Холостой ход 2) Короткое замыкание

1) Короткое замыкание 2) Холостой ход

оба на режим короткого замыкания

Оба на режим холостого хода

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

+Сила тока увеличится

Сила тока уменьшится

Сила тока не изменится

Произойдет короткое замыкание

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

+ $k = 20$

$k = 5$

$k = 0,05$

Для решения недостаточно данных

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

ТТ в режиме короткого замыкания

ТН в режиме холостого хода

+ТТ в режиме холостого хода

ТН в режиме короткого замыкания

**К чему приводят обрыв вторичной цепи трансформатора тока?**

К короткому замыканию

+к режиму холостого хода

К повышению напряжения

К поломке трансформатора

**В каких режимах может работать силовой трансформатор?**

В режиме холостого хода

+В нагрузочном режиме

В режиме короткого замыкания

Во всех перечисленных режимах

**Какие трансформаторы позволяют плавно изменять напряжение на выходных зажимах?**

Силовые трансформаторы

Измерительные трансформаторы

+Автотрансформаторы

Сварочные трансформаторы

**Какой режим работы трансформатора позволяет определить коэффициент трансформации?**

+Режим нагрузки

Режим холостого хода  
Режим короткого замыкания  
Ни один из перечисленных

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

А/м  
Гн/м  
+Тл  
Вб

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

+0,7 Тл  
 $0,3 \cdot 10^{-3}$  Вб;  
800 А/м  
 $1,256 \cdot 10^{-6}$  Гн/м

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

+Вб  
А/м  
Гн/м  
Тл

**Фундаментальные уравнения Максвелла применяются для описания:**

информационного пространства  
механических напряжений  
+электромагнитного поля  
теплового поля

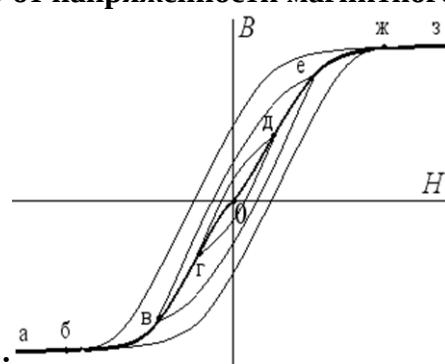
**Электротехническая сталь является:**

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 петлей гистерезиса  
+основной кривой намагничивания  
предельной петлей гистерезиса  
кривой остаточной намагченности

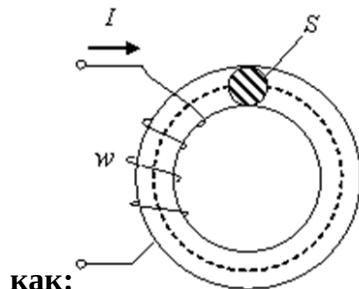
**Основной магнитный поток в электротехническом устройстве создается:**

+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

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

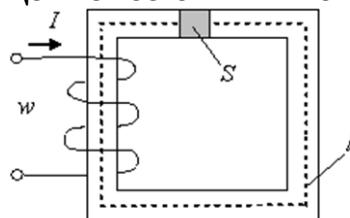
задача определения тягового усилия

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**

$$Iw = H/(IS)$$

$$Iw = HS/l$$

$$+ Iw = HL$$

$$Iw = H/l$$

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

периодическим несинусоидальным

постоянным

+синусоидальным

изменяться по экспоненциальному закону

**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

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

+увеличения магнитной связи между обмотками

повышения жесткости конструкции

удобства сборки

уменьшения емкостной связи между обмотками

**При увеличении нагрузки коэффициент трансформации трансформатора:**

+не изменится

будет равен нулю

увеличится

уменьшится

**Коэффициент трансформации однофазного трансформатора определяют как**

отношение числа витков обмотки низшего напряжения трансформатора к числу витков обмотки высшего напряжения

отношение активного сопротивления обмотки низшего напряжения трансформатора к активному сопротивлению обмотки высшего напряжения

отношение тока обмотки высшего напряжения трансформатора к току обмотки низшего напряжения

+отношение ЭДС обмотки высшего напряжения трансформатора к ЭДС обмотки низшего напряжения

#### Методика проведения текущего контроля

Параметры методики	Значение параметра
Предел длительности всего контроля	20 минут
Последовательность выбора тестовых заданий	Случайная
Предлагаемое количество тестовых заданий	10

#### Критерии оценки:

**5 баллов** - оценка «отлично» выставляется студенту, который правильно выполнил 90-100% тестовых заданий.

**4 баллов** - оценка «хорошо» выставляется студенту, который правильно выполнил 70-80% тестовых заданий.

**3 балла** - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил 50-60% тестовых заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил менее 50% тестовых заданий, баллы не выставляются.

## Раздел 5 «Электрические машины»

Контролируемые компетенции (знания, умения):  
ОК-1; 2, ПК – 2.1; У<sub>2</sub>; У<sub>3</sub>; З<sub>1</sub>; З<sub>4</sub>, ЛР-18

### Лабораторная работа

Тема: **Пуск трехфазного асинхронного электродвигателя  
с короткозамкнутым ротором**  
(время проведения занятия – 2 часа)

**Цель работы:** овладение практическими навыками по сборке схем управления трехфазным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором при помощи нереверсивного магнитного пускателя.

#### Порядок выполнения работы

- Собрать схему согласно рисунку. Для сборки схемы использовать специальный блок лабораторного стенда «Магнитный пускатель». Обмотки электродвигателя соединить по схемам «звезда» или «треугольник»

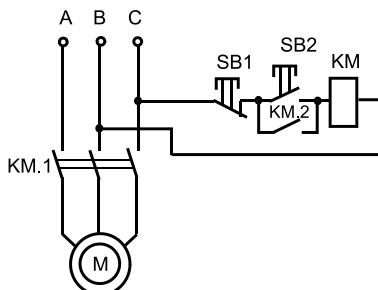


Рис. Принципиальная электрическая схема  
пуска электродвигателя на лабораторном стенде

- После проверки преподавателем схемы произвести пробный пуск электродвигателя.
- Произвести реверсирование электродвигателя.
- Отключить напряжение, разобрать схему.

#### Содержание отчета

- Принципиальные электрическая схема исследования.
- Данные вычисленных значений пусковых и рабочих емкостей.
- Выводы по работе.

#### Контрольные вопросы

- Устройство и принцип действия трехфазного асинхронного короткозамкнутого двигателя переменного тока.
- Почему двигатель называется асинхронным?
- Устройство и принцип действия магнитного пускателя.
- Принцип работы схемы пуска при помощи магнитного пускателя.
- Назначение вспомогательного контакта, подключенного параллельно кнопке «Пуск».
- Для чего устанавливается конденсатор при пуске электродвигателя в однофазном режиме?
- Как изменить направление вращения трехфазного электродвигателя?
- Как защищается электродвигатель от коротких замыканий?
- Как защищается электродвигатель от перегрузок?
- Принцип действия асинхронного электродвигателя.
- Преимущества и недостатки асинхронных электродвигателей.
- В каких случаях применяют асинхронные электродвигатели с фазным ротором?
- Устройство двигателей постоянного тока.
- Преимущества и недостатки двигателей постоянного тока.
- Какими способами можно регулировать скорость вращения двигателей постоянного

тока?

16. Как изменить направление вращения асинхронных двигателей и двигателей постоянного тока?
17. Какие генераторы используются в автомобилях?
18. Какие типы электродвигателей целесообразно использовать в качестве привода для оборудования, требующего плавного регулирования частоты вращения?
19. Преимущества и недостатки синхронных электродвигателей.
20. В каких случаях целесообразно использовать в качестве привода оборудования синхронные электродвигатели?

В конце занятия преподаватель путем устного опроса проверяет усвоение знаний студентами по вопросам для самопроверки. Оформленные отчеты проверяются и подписываются преподавателем.

#### **Критерии оценки:**

**5 баллов** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, правильно отвечает на все поставленные вопросы, умеет пользоваться электроизмерительными приборами, владеет методами электрических измерений, знает устройство и принцип действия электрических машин.

**4 балла** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет: при ответе на поставленные вопросы допускает незначительные неточности, не искажающие его содержания.

**3 балла** выставляется студенту, который принимает не очень активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы допускает неточности.

**2 балла** выставляется студенту, который пассивно относится к выполнению работы, правильно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы испытывает затруднения.

#### **Фонд тестовых заданий для текущего контроля знаний по теме:**

*(Выберите один вариант ответа)*

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

50  
0,5  
5  
+0,05

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

Частотное регулирование  
+Регулирование измерением числа пар полюсов  
Реостатное регулирование  
Ни один из вышеперечисленных

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

+Для получения максимального начального пускового момента.  
Для получения минимального начального пускового момента.  
Для уменьшения механических потерь и износа колец и щеток  
Для увеличения КПД двигателя

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

+3000 об/мин  
1000 об/мин

1500 об/мин

500 об/мин

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

Достаточно изменить порядок чередования всех трёх фаз

+Достаточно изменить порядок чередования двух фаз из трёх

Достаточно изменить порядок чередования одной фазы

Это сделать невозможно

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

1000 об/мин

5000 об/мин

+3000 об/мин

100 об/мин

**Перегрузочная способность асинхронного двигателя определяется так:**

Отношение пускового момента к номинальному

+Отношение максимального момента к номинальному

Отношение пускового тока к номинальному току

Отношение номинального тока к пусковому

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

+ $P=0$

$P>0$

$P<0$

Мощность на валу двигателя

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

Для уменьшения потерь на перемагничивание

+Для уменьшения потерь на вихревые токи

Для увеличения сопротивления

Из конструкционных соображений

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

Частотное регулирование.

Полюсное регулирование.

+Реостатное регулирование

Ни одним из вышеперечисленных

**Что является вращающейся частью в асинхронном двигателе?**

Статор

+Ротор

Якорь

Станица

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

0,56

+0,44

1,3

0,96

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

+Для соединения ротора с регулировочным реостатом

Для соединения статора с регулировочным реостатом

Для подключения двигателя к электрической сети

Для соединения ротора со статором

**Уберите несуществующий способ регулирования скорости вращения асинхронного двигателя.**

Частотное регулирование

Регулирование изменением числа пар полюсов

+Регулирование скольжением

Реостатное регулирование

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

Не более 200 Вт

Не более 700 Вт

+Не менее 1 кВт

Не менее 3 кВт

**Для преобразования какой энергии предназначены асинхронные двигатели?**

+Электрической энергии в механическую

Механической энергии в электрическую

Электрической энергии в тепловую

Механической энергии во внутреннюю

**Перечислите режимы работы асинхронного электродвигателя**

Режимы двигателя

Режим генератора

Режим электромагнитного тормоза

+Все перечисленные

**Как называется основная характеристика асинхронного двигателя?**

Внешняя характеристика

+Механическая характеристика

Регулировочная характеристика

Скольжение

**Синхронизм синхронного генератора, работающего в энергосистеме невозможен, если:**

+Вращающий момент турбины больше амплитуды электромагнитного момента.

Вращающий момент турбины меньше амплитуды электромагнитного момента.

Эти моменты равны

Вопрос задан некорректно

**Каким образом возможно изменять в широких пределах коэффициент мощности синхронного двигателя?**

Воздействуя на ток в обмотке статора двигателя

+Воздействуя на ток возбуждения двигателя

В обоих этих случаях

Это сделать невозможно

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

+24 пары

12 пар

48 пар

6 пар

**С какой скоростью вращается ротор синхронного генератора?**

+С той же скоростью, что и круговое магнитное поле токов статора

Со скоростью, большей скорости вращения поля токов статора

Со скоростью, меньшей скорости вращения поля токов статора

Скорость вращения ротора определяется заводом-изготовителем

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

Для увеличения вращающего момента  
Для уменьшения вращающего момента  
+Для раскручивания ротора при запуске  
Для регулирования скорости вращения

**У синхронного трехфазного двигателя нагрузка на валу уменьшилась в 3 раза. Изменится ли частота вращения ротора?**

Частота вращения ротора увеличилась в 3 раза  
Частота вращения ротора уменьшилась в 3 раза  
Частота вращения ротора не зависит от нагрузки на валу  
+Частота вращения ротора увеличилась

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

индуктивный ток  
реактивный ток  
активный ток  
+емкостный ток

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

+Увеличивающимся от середины к краям полюсного наконечника  
Уменьшающимся от середины к краям полюсного наконечника

Строго одинаковым по всей окружности ротора  
Зазор должен быть 1- 1,5 мм

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

3000 об/мин  
+750 об/мин  
1500 об/мин  
200 об/мин

**Синхронные двигатели относятся к двигателям:**

с регулируемой частотой вращения  
+с нерегулируемой частотой вращения  
со ступенчатым регулированием частоты вращения  
с плавным регулированием частоты вращения

**У машины постоянного тока наименее надежной частью является:**

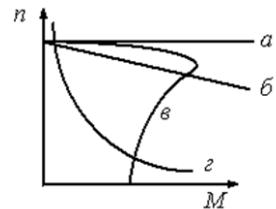
полюса  
якорь  
коллектор  
+щеточно- коллекторный узел

**Частота вращения асинхронного двигателя при уменьшении механической нагрузки на валу:**

+увеличится  
не изменится  
станет равна нулю  
уменьшится

**Направление вращения магнитного поля статора асинхронного двигателя зависит от:**

величины подводимого напряжения  
+порядка чередования фаз напряжения статора  
частоты питающей сети  
величины подводимого тока



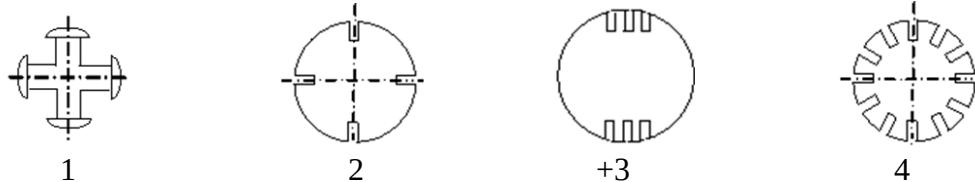
**Асинхронному двигателю принадлежит механическая характеристика**

- г
- + в
- а
- б

**Обмотка возбуждения, расположенная на роторе синхронной машины, подключается к источнику:**

- прямоугольных импульсов
- однофазного синусоидального тока
- трехфазного напряжения
- + постоянного тока

**Ротор неевнополюсной синхронной машины представлен на рисунке:**



**В синхронной машине в режиме двигателя поле статора вращается:**

- + со скоростью, равной скорости вращения ротора
- медленнее ротора
- со скоростью, вдвое большей скорости вращения ротора
- быстрее ротора

**Для изготовления пластин коллектора машин постоянного тока применяется:**

- + Медь
- Сталь
- Алюминий

Любой металл из перечисленных выше

**Как вычислить скольжение трехфазного асинхронного электродвигателя?**

$$+ S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100\%$$

$$S = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \cdot 100\%$$

$$S = n_1 - n_2$$

$$S = \frac{60f}{p}$$

**40. Недостатком трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором является:**

- Малая мощность
- + Высокий пусковой ток
- Низкий КПД
- Низкий cosφ

**Как изменить направление вращения магнитного поля трехфазного тока?**

- Изменить направление невозможно
- Нужно поменять местами все три фазы
- + Нужно поменять местами две любые фазы
- Изменить частоту питающего напряжения

**Для чего при пуске трехфазного асинхронного электродвигателя в однофазном режиме используют конденсаторы?**

Для защиты электродвигателя от перегрузки

Для изменения направления вращения электродвигателя

+Для получения вращающегося магнитного поля

Для ограничения тока.

**У каких электродвигателей скорость вращения не зависит от нагрузки на валу?**

Постоянного тока

Асинхронных

+Синхронных

Коллекторных

**Двигатели работают при номинальных скоростях вращения  $n_2$ . Скорость вращения магнитных полей  $n_1=1500$  об/мин. При какой из указанных скоростей вращения двигатель не может работать:**

1420 об/мин

+1510 об/мин

1390 об/мин

1460 об/мин

**Что произойдет, если увеличить нагрузку на валу асинхронного двигателя?**

Уменьшится скольжение  $s$

+Увеличится скольжение  $s$

Увеличится частота вращения магнитного поля  $n_s$

Уменьшится потребляемый ток

Методика проведения текущего контроля

Параметры методики	Значение параметра
Предел длительности всего контроля	20 минут
Последовательность выбора тестовых заданий	Случайная
Предлагаемое количество тестовых заданий	10

**Критерии оценки:**

**5 баллов** - оценка «отлично» выставляется студенту, который правильно выполнил 90-100% тестовых заданий.

**4 баллов** - оценка «хорошо» выставляется студенту, который правильно выполнил 70-80% тестовых заданий.

**3 балла** - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил 50-60% тестовых заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил менее 50% тестовых заданий, баллы не выставляются.

## Раздел 6 «Электрические приборы и измерения. электробезопасность.»

Контролируемые компетенции (знания, умения):

ОК-1; 2, ПК – 2.1; У<sub>1</sub>; У<sub>2</sub>; З<sub>3</sub>, ЛР-18

### Лабораторная работа

Тема: Исследование однофазного индукционного счетчика  
электрической энергии  
(время проведения занятия – 2 часа)

*Цель работы:* изучение устройства, принципа работы однофазного индукционного счетчика электрической энергии, включение его в сеть и осуществление поверки.

#### Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию счетчика, принцип его работы.

2. Собрать схему согласно рисунку.

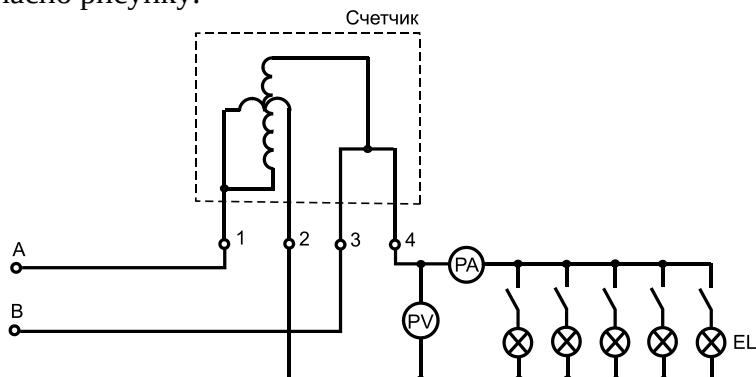


Рис. Принципиальная электрическая схема лабораторной установки

3. Устанавливая различную ламповую нагрузку, для каждого значения тока определить по секундомеру время, за которое диск делает 10 оборотов. Все полученные данные напряжения, тока и времени занести в таблицу.

4. Вычислить номинальную и действительную постоянные, относительную погрешность для всех режимов нагрузки счетчика.

5. Сделать выводы о пригодности данного счетчика.

Таблица. Результаты исследования однофазного счетчика электрической энергии

№ п/п	Измерено				Вычислено		
	$U$ , В	$I$ , А	$t$ , с	$n$ , об	$C_H$ , Вт·с/об	$C_{\delta}$ , Вт·с/об	$\delta$ , %
1							
2							
3							
4							

#### Содержание отчета

1. Схема включения однофазного индукционного счетчика в сеть.

2. Таблица с результатами измеренных и вычисленных значений.

3. Выводы о результатах поверки счетчика.

#### Контрольные вопросы

- Единицы измерения электрической энергии.
- Основные части счетчика и их назначение.
- Принцип работы индукционного счетчика.
- Что указывается в паспорте счетчика?
- Что называется передаточным числом счетчика?
- Что показывает класс точности счетчика?

7. Что называется номинальной постоянной счетчика? Как она определяется?
8. Что называется действительной постоянной счетчика?
9. Как определить погрешность счетчика?

В конце занятия преподаватель путем устного опроса проверяет усвоение знаний студентами по вопросам для самопроверки. Оформленные отчеты проверяются и подписываются преподавателем.

**Критерии оценки:**

**5 баллов** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, правильно отвечает на все поставленные вопросы, умеет пользоваться электроизмерительными приборами, владеет методами электрических измерений.

**4 балла** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет: при ответе на поставленные вопросы допускает незначительные неточности, не искажающие его содержания.

**3 балла** выставляется студенту, который принимает не очень активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы допускает неточности.

**2 балла** выставляется студенту, который пассивно относится к выполнению работы, правильно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы испытывает затруднения.

**Фонд тестовых заданий для текущего контроля знаний по теме:**

*(Выберите один вариант ответа)*

**По степени безопасности, обусловленной характером производства и состоянием окружающей среды, помещения с повышенной опасностью:**

это помещения сухие, отапливаемые с токонепроводящими полами и относительной влажностью не более 60 %

+это помещения с высокой влажностью, более 75 %, токопроводящими полами и температурой выше + 30

это помещение с влажностью, близкой к 100 %, химически активной средой  
все перечисленные признаки

**Какие линии электропередач используются для передачи электроэнергии?**

Воздушные

Кабельные

Подземные

+Все перечисленные

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

Установки с напряжением 60 В

Установки с напряжением 100 В

Установки с напряжением 250 В

+Установки с напряжением 1000 В

**Укажите величины напряжения, при которых необходимо выполнять заземление электрооборудования в помещениях без повышенной опасности.**

+127 В

220 В

380 В

660 В

**Для защиты электрических сетей напряжением до 1000 В применяют:**

автоматические выключатели

+плавкие предохранители

и те, и другие  
ни те, ни другие

**Какую опасность представляет резонанс напряжений для электрических устройств?**

Недопустимый перегрев отдельных элементов электрической цепи

Пробой изоляции обмоток электрических машин и аппаратов

Пробой изоляции кабелей и конденсаторов

+Все перечисленные аварийные режимы

**Электрические цепи высокого напряжения:**

сети напряжением до 1 кВ

сети напряжением от 6 до 20 кВ

+сети напряжением 35 кВ

сети напряжением 1000 кВ

**Какое напряжение допустимо в особо опасных условиях?**

660 В

36 В

12 В

+380 / 220 В

**В соответствии с требованиями к защите от воздействий окружающей среды**

**электродвигатели выполняются:**

защищенными

закрытыми

взрывобезопасными

+всеми перечисленными

**Какой ток наиболее опасен для человека при прочих равных условиях?**

Постоянный

Переменный с частотой 50 Гц

Переменный с частотой 50 мГц

+Опасность во всех случаях

**Какое напряжение допустимо в помещениях с повышенной опасностью ?**

660 В

36 В

12 В

+180 / 220 В

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

+127 В и 6 В

65 В и 12 В

36 В и 12 В

65 В и 6 В

**От чего зависит степень поражения человека электрическим током?**

От силы тока

от частоты тока

от напряжения

+От всех перечисленных факторов

**Какая электрическая величина оказывает непосредственное физическое воздействие на организм человека?**

Воздушные

Кабельные

Подземные

+Все перечисленные

**Смертельным для человека является ток:**

20 мА

50 мА

+100 мА

200 мА

**Частота надавливаний на грудную клетку при проведении наружного массажа сердца:**

Каждые 0,5 с

+Один раз в секунду

Через каждые 2 с

Через каждые 3 с

**Какое воздействие на организм человека оказывает электрический ток?**

Только термическое действие

Только механическое действие

Только биологическое действие

+Всё вышеперечисленное

**Каким образом следует выходить из зоны «шагового» напряжения?**

Обычным шагом

Бегом

+ «Гусиным» шагом

Широкими шагами в ускоренном темпе

**В каком случае при поражении электрическим током вызов скорой помощи для пострадавшего является необязательным?**

В случае если пострадавший получил ожоги

В случае если после оказания первой помощи пострадавший «пришел в себя»

Если пострадавший может самостоятельно передвигаться

+Во всех случаях поражения электрическим током вызов врача является обязательным

**Можно ли использовать средства защиты с истекшим сроком годности?**

Можно

+Не допускается

Можно, но только при отсутствии внешних повреждений

Можно, только с разрешения непосредственного

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

19 мА

+13 мА

20 мА

50 мА

Методика проведения текущего контроля

Параметры методики	Значение параметра
Предел длительности всего контроля	20 минут
Последовательность выбора тестовых заданий	Случайная
Предлагаемое количество тестовых заданий	10

**Критерии оценки:**

**5 баллов** - оценка «отлично» выставляется студенту, который правильно выполнил 90-100% тестовых заданий.

**4 баллов** - оценка «хорошо» выставляется студенту, который правильно выполнил 70-80% тестовых заданий.

**3 балла** - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил 50-60% тестовых заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил менее 50% тестовых заданий, баллы не выставляются.

## Раздел 7 «Электроника.»

Контролируемые компетенции (знания, умения):  
ОК-1; 2, ПК – 2.1; У<sub>2</sub>; У<sub>3</sub>; З<sub>1</sub>; З<sub>2</sub>, ЛР-18

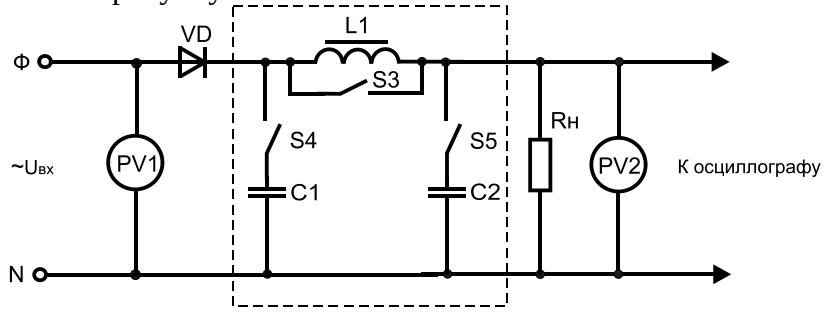
### Лабораторная работа

**Тема: Исследование полупроводниковых выпрямителей переменного тока**  
(время проведения занятия – 4 часа)

**Цель работы:** изучение устройства, принципа действия полупроводниковых выпрямителей переменного тока, основных схем выпрямления переменного тока и способов сглаживания пульсаций выходного напряжения.

#### Порядок выполнения работы

1. Собрать схему согласно рисунку 1.



*Рис. 1. Схема исследования однополупериодного выпрямителя*

2. Снять показания приборов и осциллограмму выходного напряжения при следующих режимах:

- конденсаторы C1, C2 и дроссель L1 отключены;
- подключен конденсатор C1;
- подключены конденсаторы C1 и C2;
- подключены конденсаторы C1 и C2 и дроссель L1.

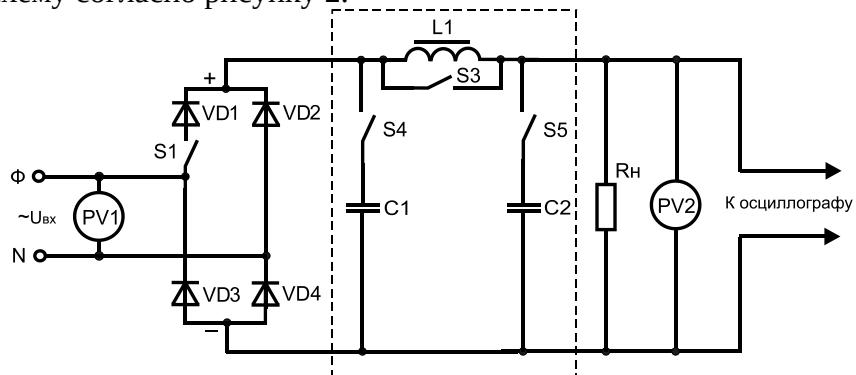
Показания приборов свести в таблицу 1.

*Таблица 1. Результаты исследования однополупериодного выпрямителя*

Схема однополупериодного выпрямителя	Включение элементов сглаживающего фильтра	U <sub>Bx</sub> , В	U <sub>вых</sub> , В
	C1		
	C1 и C2		
	C1, C2 и L1		

Осциллограмму выходного напряжения зарисовать в масштабе.

3. Собрать схему согласно рисунку 2.



*Рис. 2. Схема исследования двухполупериодного мостового выпрямителя*

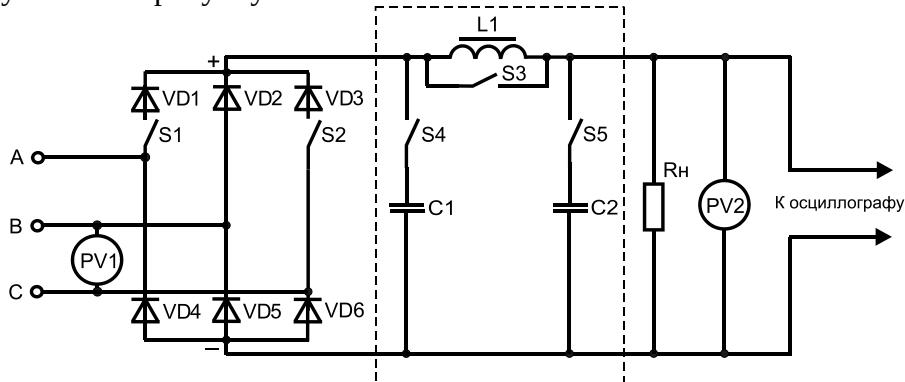
4. Снять осциллограмму выходного напряжения и показания приборов при замкнутом положении выключателя S1.

5. Повторить п. 4 при обрыве цепи диода VD1 выключателем S1. Данные занести в таблицу 2.

*Таблица 2. Результаты исследования двухполупериодного и трехфазного мостового выпрямителей*

Схема выпрямителя	Положение выключателей	$U_{ВХ}$ , В	$U_{ВЫХ}$ , В
Двухполупериодный	S1 включен		
	S1 выключен		
Трехфазный мостовой	S1 и S2 включены		
	S1 выключен, S2 включен		
	S1 и S2 выключены		

6. Собрать схему согласно рисунку 3.



*Рис. 3.. Схема исследования трехфазного мостового выпрямителя*

7. Снять осциллограмму выходного напряжения и показания приборов:

- при замкнутом положении выключателей S1 и S2;
- при разомкнутом положении S1 и замкнутом S2;
- при обрыве диодов VD1 и VD3 (S1 и S2 разомкнуты).

Показания приборов занести в таблицу 12.2.

*Примечание.* В каждом из опытов подключением конденсаторов и дросселя убедиться в эффективности сглаживания пульсаций выходного напряжения.

#### *Содержание отчета*

1. Принципиальные электрические схемы исследований.
2. Таблицы с измеренными данными.
3. Осциллограммы входного и выходного напряжения.
4. Выводы по работе.

#### **Контрольные вопросы**

1. Для чего необходимо выпрямление переменного тока?
2. Почему диод проводит электрический ток только в одном направлении?
3. Назовите преимущества и недостатки исследуемых схем.
4. Что такое коэффициент пульсации?
5. Почему при подключении конденсаторов параллельно нагрузке коэффициент пульсации уменьшается?
6. Каким образом дроссель сглаживает пульсации?
7. Что произойдет, если дроссель подключить параллельно нагрузке?
8. Что произойдет, если дроссель подключить последовательно с нагрузкой?
9. Как определить, какой диод в мостовой схеме вышел из строя?

В конце занятия преподаватель путем устного опроса проверяет усвоение знаний студентами по вопросам для самопроверки. Оформленные отчеты проверяются и подписываются преподавателем.

### **Критерии оценки:**

**5 баллов** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, правильно отвечает на все поставленные вопросы, умеет пользоваться электроизмерительными приборами, владеет методами электрических измерений, умеет производить подбор элементов электрических цепей и электронных схем, владеет методами расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных и электронных цепей;

**4 балла** выставляется студенту, который принимает активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет: при ответе на поставленные вопросы допускает незначительные неточности, не искажающие его содержания.

**3 балла** выставляется студенту, который принимает не очень активное участие в выполнении работы, правильно и аккуратно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы допускает неточности.

**2 балла** выставляется студенту, который пассивно относится к выполнению работы, правильно оформляет отчет, при ответе на поставленные вопросы испытывает затруднения.

### **Фонд тестовых заданий для текущего контроля знаний по теме:**

*(Выберите один вариант ответа)*

#### **Какие диоды применяют для выпрямления переменного тока?**

Плоскостные

Точечные

+Te и другие

Никакие

#### **В каких случаях в схемах выпрямителей используется параллельное включение диодов?**

При отсутствии конденсатора

При отсутствии катушки

При отсутствии резисторов

+При отсутствии трёхфазного трансформатора

#### **Из каких элементов можно составить сглаживающие фильтры?**

Из резисторов

Из конденсаторов

Из катушек индуктивности

+Из всех вышеперечисленных приборов

#### **Для выпрямления переменного напряжения применяют:**

Однофазные выпрямители

Многофазные выпрямители

Мостовые выпрямители

+Все перечисленные

#### **Какие направления характерны для совершенствования элементной базы электроники?**

Повышение надежности

Снижение потребления мощности

Миниатюризация

+Все перечисленные

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

+плюс, плюс

минус, плюс

плюс, минус

минус, минус

#### **Каким образом элементы интегральной микросхемы соединяют между собой?**

Напылением золотых или алюминиевых дорожек через окна в маске

Пайкой лазерным лучом

Термокомпрессией

+Всеми перечисленными способами

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

Миниатюрность

Сокращение внутренних соединительных линий

Комплексная технология

+Все перечисленные

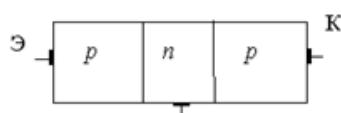
**Как называют средний слой у биполярных транзисторов?**

Сток

Исток

+База

Коллектор



**На рисунке изображена структура:**

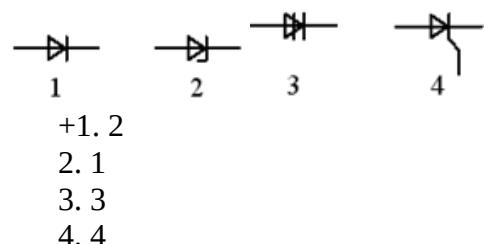
тиристора

+биполярного транзистора

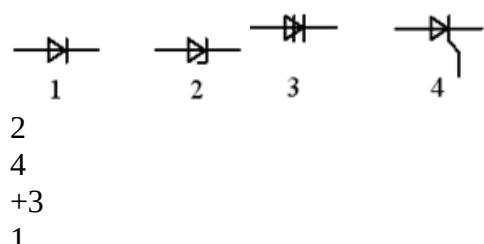
выпрямительного диода

стабилитрона

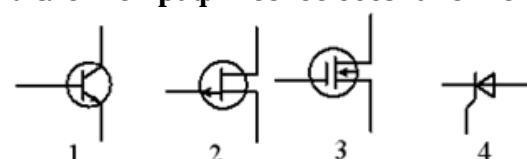
**Условно-графическое обозначение стабилитрона представлено на рисунке:**



**Условно-графическое обозначение диодного тиристора представлено на рисунке:**



**Условно-графическое обозначение полевого транзистора с изолированным затвором**



**представлено на рисунке:**

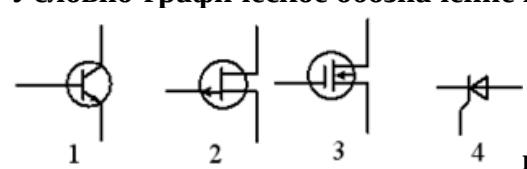
1

+3

4

2

**Условно-графическое обозначение полевого транзистора с управляемым p-n**



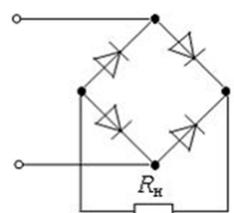
**представлено на рисунке:**

4

+2

3

1



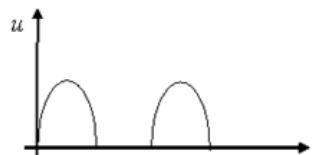
На рисунке изображена схема:

однополупериодного выпрямителя

трехфазного однополупериодного выпрямителя

двоухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки обмотки трансформатора

+двоухполупериодного мостового выпрямителя



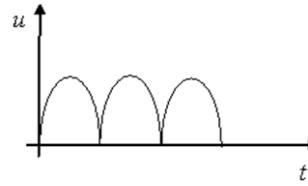
На рисунке изображена временная диаграмма напряжения на выходе:

+однополупериодного выпрямителя

трехфазного однополупериодного выпрямителя

двоухполупериодного, мостового выпрямителя

двоухполупериодного выпрямителя с выводом средней точки обмотки трансформатора



На рисунке

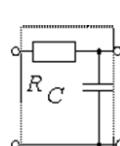
изображена временная диаграмма напряжения на выходе:

трехфазного однополупериодного выпрямителя

однополупериодного выпрямителя

+двоухполупериодного, мостового выпрямителя

трансформатора



На рисунке изображена схема :

индуктивного фильтра

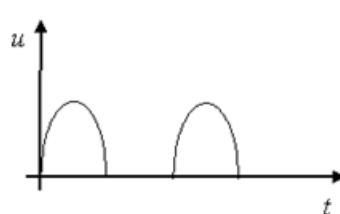
активно-индуктивного фильтра

емкостного фильтра

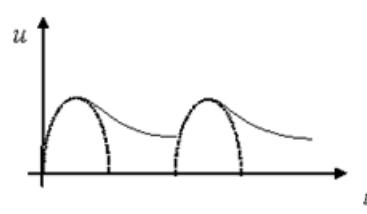
+активно-емкостного фильтра

Приведены временные диаграммы напряжения на входе (а) и выходе (б) устройства.

Данное устройство –



a)

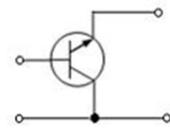


б)

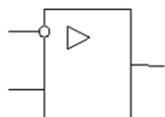
трехфазный выпрямитель

+сглаживающий емкостной фильтр

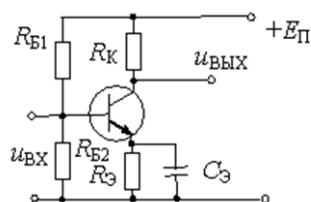
стабилизатор напряжения  
выпрямитель



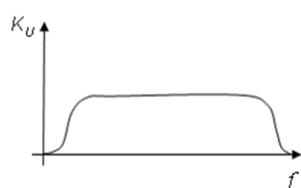
**На рисунке приведена схема включения транзистора с общим(ей):**  
эмиттером  
землей  
+коллектором  
базой



**На рисунке приведено обозначение :**  
мостовой выпрямительной схемы  
делителя напряжения  
+операционного усилителя  
однополупериодного выпрямителя

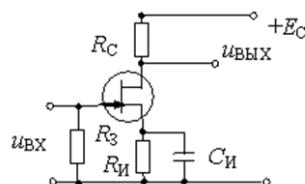


**На рисунке приведена схема :**  
однополупериодного выпрямителя  
+усилителя на биполярном транзисторе  
усилителя на полевом транзисторе  
делителя напряжения



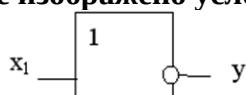
**Представленный для усилителя график называется**  
выходной характеристикой  
входной характеристикой  
+амплитудно-частотной характеристикой  
фазо-частотной характеристикой

**На рисунке приведена схема:**  
делителя напряжения



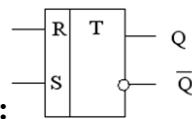
+усилителя на полевом транзисторе  
однополупериодного выпрямителя  
усилителя на биполярном транзисторе

**На рисунке изображено условное обозначение элемента, выполняющего логическую**

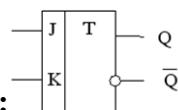


**операцию:**  
стрелка Пирса (ИЛИ-НЕ)  
сложения (ИЛИ)

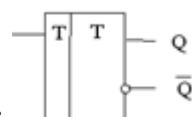
умножения (И)  
+инверсии (НЕ)



**Приведенное условное обозначение соответствует:**  
+R-S триггеру  
аналого-цифровому преобразователю  
регистру  
счетчику

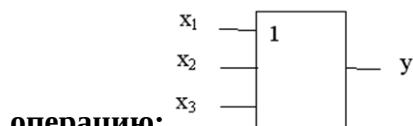


**Приведенное условное обозначение соответствует:**  
аналого-цифровому преобразователю  
регистру  
+J-K триггеру  
счетчику



**Приведенное условное обозначение соответствует:**  
счетчику  
регистру  
+T-триггеру  
аналого-цифровому преобразователю

**На рисунке изображено условное обозначение элемента, выполняющего логическую**



**операцию:**  
+сложения (ИЛИ)  
стрелка Пирса (ИЛИ-НЕ)  
инверсии (НЕ)  
умножения (И)

**Сколько р-п переходов содержит полупроводниковый диод?**

- +Один
- Два
- Три
- Четыре

**Как называют центральную область в полевом транзисторе?**

- Сток
- +Канал
- Исток
- Ручей

**Сколько р-п переходов у полупроводникового транзистора?**

- Один
- +Два
- Три
- Четыре

**Управляемые выпрямители выполняются на базе:**

- Диодов
- Полевых транзисторов
- Биполярных транзисторов
- +Тиристоров

Методика проведения текущего контроля	
Параметры методики	Значение параметра
Предел длительности всего контроля	20 минут
Последовательность выбора тестовых заданий	Случайная
Предлагаемое количество тестовых заданий	10

**Критерии оценки:**

**5 баллов** - оценка «отлично» выставляется студенту, который правильно выполнил 90-100% тестовых заданий.

**4 баллов** - оценка «хорошо» выставляется студенту, который правильно выполнил 70-80% тестовых заданий.

**3 балла** - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил 50-60% тестовых заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил менее 50% тестовых заданий, баллы не выставляются.

**Фонд тестовых заданий для промежуточного контроля знаний по дисциплине**

Фонд тестовых заданий для промежуточного контроля знаний по дисциплине формируется из тестовых заданий для текущего контроля, представленных в разделах:

- 1. Линейные электрические цепи постоянного тока**
- 2. Линейные электрические цепи синусоидального тока**
- 3. Трехфазные цепи**
- 4. Магнитные цепи. Трансформаторы.**
- 5. Электрические машины.**
- 6. Электрические приборы и измерения. Электробезопасность.**
- 7. Электроника**

**Методика проведения контроля**

Параметры методики	Значение параметра
Предел длительности всего контроля	90 минут
Последовательность выбора тестовых заданий	Случайная
Предлагаемое количество тестовых заданий	35 (по 5 тестовых заданий из раздела)

**Критерии оценки:**

**10 баллов** - оценка «отлично» выставляется студенту, который правильно выполнил 90-100% тестовых заданий.

**8 баллов** - оценка «хорошо» выставляется студенту, который правильно выполнил 70-80% тестовых заданий.

**5 баллов** - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил 50-60% тестовых заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который правильно выполнил менее 50% тестовых заданий, баллы не выставляются.

**Фонд оценочных средств  
для дополнительных контрольных испытаний**

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»).