

**Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Вологодская государственная молочнохозяйственная академия  
имени Н.В. Верещагина»  
(ФГОУ ВО ВГМХА им. Н.В. Верещагина)**

**Кафедра энергетических средств и технического сервиса**

# **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**

**ЖУРНАЛ ЛАБОРАТОРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**  
по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»

Студента \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ отделения \_\_\_\_\_ факультета

\_\_\_\_\_ группа \_\_\_\_\_ учебный год

**Вологда - Молочное  
2023**

Журнал лабораторных наблюдений для практических занятий по дисциплине «Электротехника и электроника» для студентов инженерных специальностей очно/заочной форм обучения

Под редакцией  
Профессора ***В.Н. Острецова***  
Составители:  
доцент ***Н.Г. Малков***  
доцент ***А.В. Палицын***

Рецензенты –  
доцент ***Н.Н. Кузнецов***  
доцент ***Ф.А. Киприянов***

Утверждена на заседании методической комиссии инженерного факультета № \_\_\_\_\_

Общие правила  
по охране труда и технике безопасности при  
работе в электротехнических лабораториях

1. Сборку или демонтаж электрических цепей на лабораторных стендах производить при отключенном напряжении.
2. Включать лабораторные стенды можно только после проверки и с разрешения преподавателя.
3. При обнаружении какой-либо неисправности – выключить лабораторный стенд и поставить в известность преподавателя.
4. Работы проводятся звеньями по 4...5 человек, поэтому при проведении работы необходимо быть внимательным, чтобы обеспечить безопасность как для себя, так и для работающих по соседству.

С правилами техники безопасности ознакомлен и обязуюсь выполнять:

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ Подпись студента \_\_\_\_\_

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

## Поверка вольтметра и амперметра

### Цель работы:

1. – Научиться проверять технические вольтметры и амперметры;
2. – Выявить соответствие поверяемых приборов заявленному классу точности;
3. – Получить практические навыки электротехнических измерений

### *Приборы и оборудование:*

Источник питания (сеть переменного тока частотой 50 Гц), поверяемый и образцовый вольтметры и амперметры, лабораторный автотрансформатор (ЛАТР), автоматический выключатель, соединительные провода.

### *Порядок выполнения работы:*

1. Ознакомиться с приборами, и записать их технические характеристики в таблицу №1.

Таблица №1

Марка поверяемого прибора	Вольтметр .....
Заводской номер	
Род тока	
Класс точности	
Тип измерительной системы	
Класс изоляции прибора	
Марка поверяемого прибора	Амперметр .....
Заводской номер	
Род тока	
Класс точности	
Тип измерительной системы	
Класс изоляции прибора	
Марка образцового прибора	Измерительный комплект .....
Род тока	
Класс точности	
Тип измерительной системы	

2. Собрать схему (рис.1) и представить для проверки преподавателю

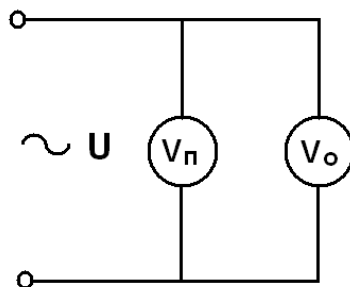


Рис.1. Схема поверки вольтметра  
 $V_{п}$  – поверяемый вольтметр;  $V_{о}$  – образцовый вольтметр

3. Проверить положение стрелок измерительных приборов. Они должны находиться на нулевой отметке шкалы. Если необходимо, то их положения отрегулировать корректором.

4. Подать напряжение на схему. Установить стрелку поверяемого вольтметра поочередно на всех числовых отметках шкалы, при увеличении напряжения от нуля до номинального значения  $U_{ном}=150$  В. Регулировать напряжения нужно, так чтобы стрелка поверяемого вольтметра постепенно подходила к первой числовой отметке шкалы, не переходя за неё. Показания приборов записать в таблицу №2.

Таблица №2

Номер опыта	Данные наблюдений		Результаты вычислений			
	$U_{п}, В$	$U_{г}, В$	$\Delta U, В$	$\Delta U_{max}, В$	$\gamma, \%$	- $\Delta$
1	50					
2	60					
3	70					
4	80					
5	90					
6	100					
7	110					
8	120					
9	130					
10	140					

5. Собрать схему (рис.2) и представить её для проверки преподавателю. Произвести поверку амперметра в аналогичном для вольтметра порядке. Данные занести в табл. №3. При этом  $I_{ном}= 1,0$  А.

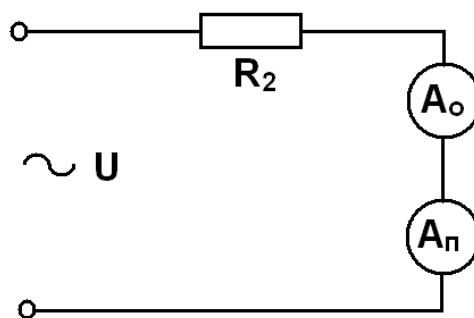


Рис.2. Схема поверки амперметра  
 $A_0$  – образцовый амперметр;  $A_{\pi}$  – поверяемый амперметр

Таблица №3

Номер опыта	Данные наблюдений		Результаты вычислений			
	$I_{\pi}, A$	$I_g, A$	$\Delta I, A$	$\Delta I_{max}, A$	$\gamma, \%$	$-\Delta$
1	0,2					
2	0,3					
3	0,4					
4	0,5					
5	0,6					
6	0,7					
7	0,8					
8	0,9					
9	1,0					

6. По данным измерений вычислить абсолютную и приведенные погрешности и поправки, выбирая для этого максимальное значение для каждой пары абсолютных погрешностей, полученных для данной отметки поверяемого прибора. Результаты вычислений занести в табл. №2 и табл. №3

Абсолютная погрешность прибора ( $\Delta X$ ) есть разность между показанием прибора  $X_{\pi}$  и действительным значением  $X_g$  измеряемой величины:

$$\Delta X = X_{\pi} - X_g \quad (1)$$

Поправкой называется абсолютная погрешность, взятая с обратным знаком:  $-\Delta = X_g - X_{\pi}$

Приведенная погрешность ( $\gamma$ ) есть выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности  $\Delta X$  к номинальной величине:

$$\gamma = \frac{\Delta X}{X_{ном}} \cdot 100 \quad (2)$$

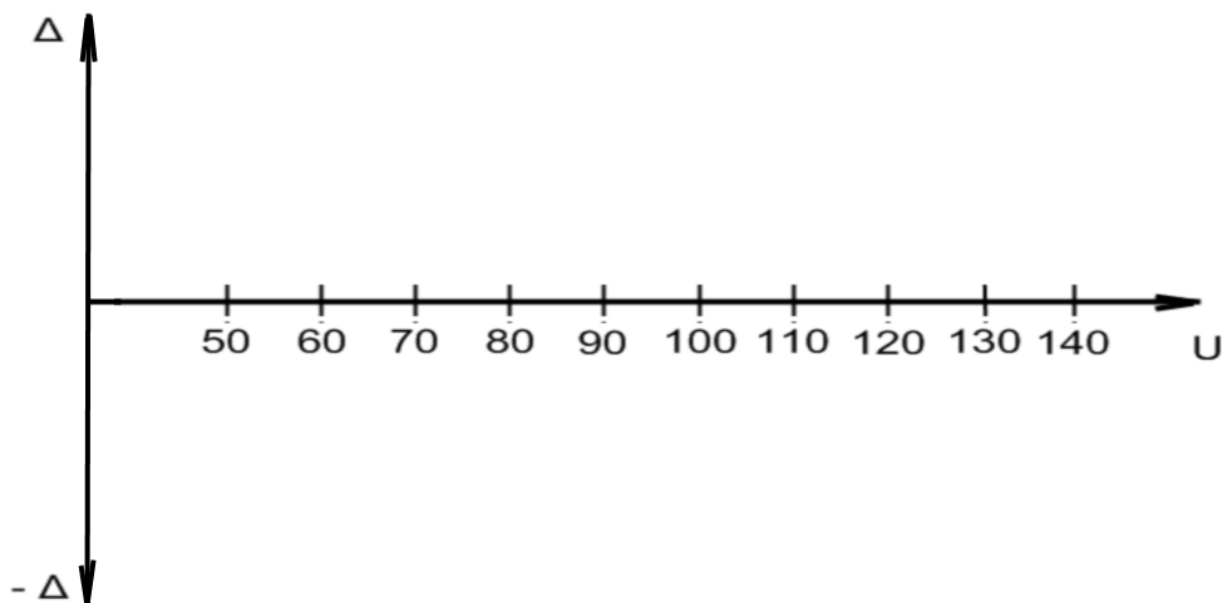
где  $X_{\text{ном.}}$  – принимается равным верхнему пределу измерения на шкале прибора.

Число, указывающее класс точности прибора, показывает приведенную погрешность прибора.

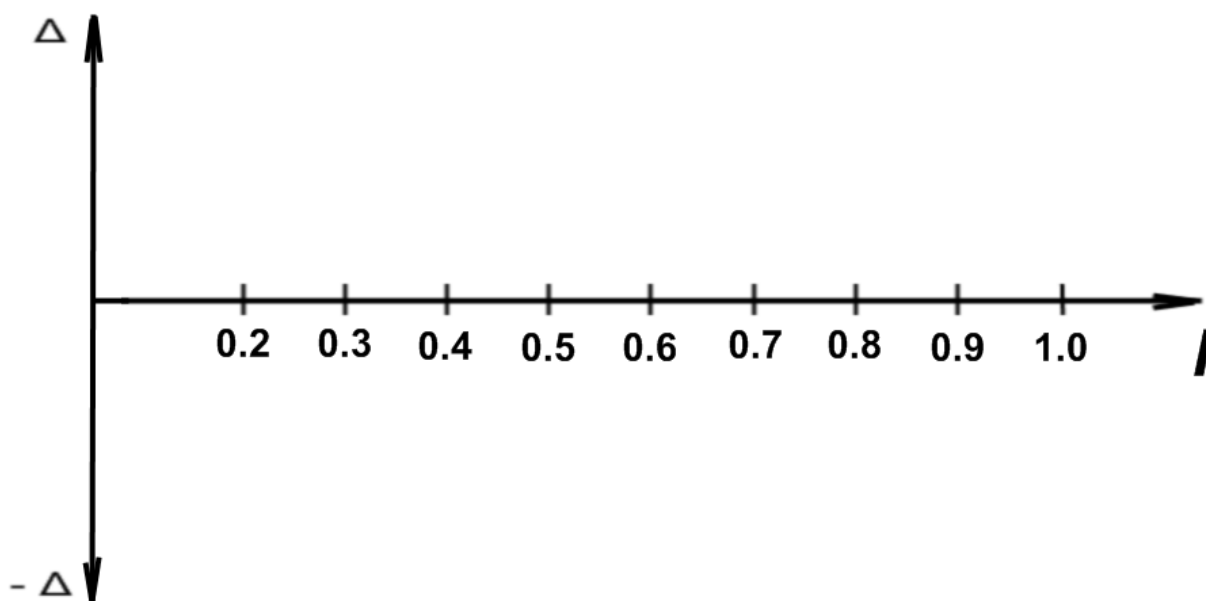
7. По наибольшему значению приведенной погрешности определить класс точности поверяемого вольтметра и амперметра и сравнить его с классом точности, указанным на циферблате.

8. Построить кривую поправок в зависимости от показаний поверяемого прибора.

Кривая поправок для поверяемого вольтметра



Кривая поправок для поверяемого амперметра



## **ВЫВОДЫ:**

1. Анализируя результаты поверки вольтметра и полученную опытным путем приведенную погрешность прибора, можно сделать вывод, что ...

2. Анализируя результаты поверки амперметра и полученную опытным путем приведенную погрешность прибора, можно сделать вывод, что ...

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### Виды соединений резисторов, проверка законов Кирхгофа и Ома (для цепей постоянного тока)

#### Цель работы:

1. – Практически убедиться в физической сущности закона Ома для участка цепи и всей цепи;
2. – Изучить соотношения между токами и напряжениями при последовательном, параллельном и смешанном соединении резисторов и определить сопротивление электрической цепи;
3. – Проверить опытным путем законы Кирхгофа.

#### *Приборы и оборудование:*

Источник постоянного напряжения, резисторы, амперметр магнитоэлектрической системы, соединительные провода, однополюсные ключи.

#### *Порядок выполнения работы:*

##### *1. Проверка закона Ома для участка цепи и всей цепи.*

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, предназначенными для выполнения лабораторной работы.

2. Собрать электрическую схему (рис.1) и представить на проверку преподавателю.

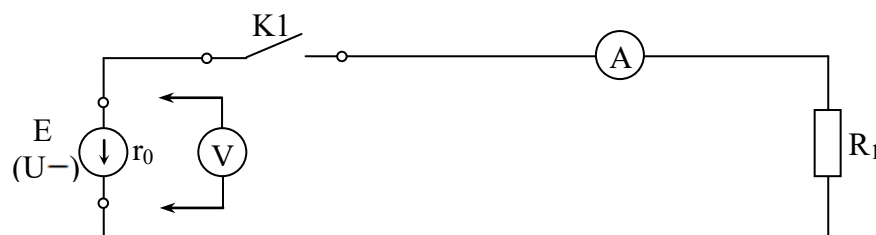


Рис.1. Схема для проверки закона Ома.

3. Включить источник питания, установить регулятор ЛАТРа примерно в среднее положение, ( $U = 20 \dots 50 \text{ В}$ ).

4. Измерить ток и напряжение на внешнем участке цепи. (При замкнутом ключе  $K_1$ ).



5. Измерить ЭДС источника (разомкнув цепь питания ключом  $K_1$ ) и подключив вольтметр к зажимам источника.

6. Рассчитать сопротивления внутреннего и внешнего участков цепи, используя уравнения:

$$r_0 = \frac{E - U}{I} \quad (1)$$

$$R = \frac{U}{I} \quad (2)$$

В расчетные формулы значение  $I$  подставляется в амперах.

Данные занести в табл.№1 (опыт 1).

7. Установив другое напряжение питания регулятором ЛАТРА, повторить опыт. Данные наблюдения и результаты вычислений занести в таблицу №1, (опыт 2).

Таблица №1

Номер опыта	Данные наблюдений			Результаты вычислений		
	$E, В$	$I, А$	$U, В$	$R, Ом$	$r_0, Ом$	$U_0 = I \cdot r_0$
1						
2						

## 2. Исследование цепи при последовательном соединении резисторов.

1. Собрать электрическую схему (рис.2) и представить на проверку преподавателю.

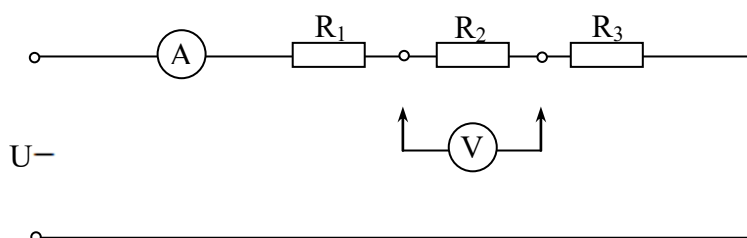


Рис .2. Схема для исследования цепи с последовательным соединением резисторов

2. Включить источник питания и установить примерно среднее положение регулятора ЛАТРа. С помощью амперметра измерить ток в цепи, с помощью вольтметра – падение напряжений на отдельных её участках (резисторах  $R_1, R_2, R_3$ ), для двух произвольных положений регулятора ЛАТРа (**но не max !!!**), например:  $U_{общ}^I = 30 В$  ;  $U_{общ}^{II} = 50 В$ .

3. Вычислить:

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{U_{\text{общ}}}{I} \quad (3)$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1}, \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2}, \quad R_3 = \frac{U_3}{I_3} \quad (4)$$

$$R^I_{\text{ЭКВ}} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (5)$$

$$U^I_{\text{общ}} = U_1 + U_2 + U_3 \quad (6)$$

Данные наблюдений и результаты вычислений записать в табл.№2

Таблица №2

Номер опыта	Данные наблюдений					Результаты вычислений					
	$U_{\text{общ}}$ В	$U_1$ В	$U_2$ В	$U_3$ В	$I$ А	$R_{\text{ЭКВ}}$ Ом	$R_1$ Ом	$R_2$ Ом	$R_3$ Ом	$R^I_{\text{ЭКВ}}$ Ом	$U^I_{\text{ЭКВ}}$ В
1											
2											

### 3. Исследование цепи при параллельном соединении резисторов.

1. Собрать электрическую схему (рис.3) и представить на проверку преподавателю.

2. Измерить токи и напряжения для двух произвольных положений регулятора ЛАТРа (но не max!!!), например:  $U^I_{\text{общ}} = 30 \text{ В}$  ;  $U^{\text{II}}_{\text{общ}} = 50 \text{ В}$ .

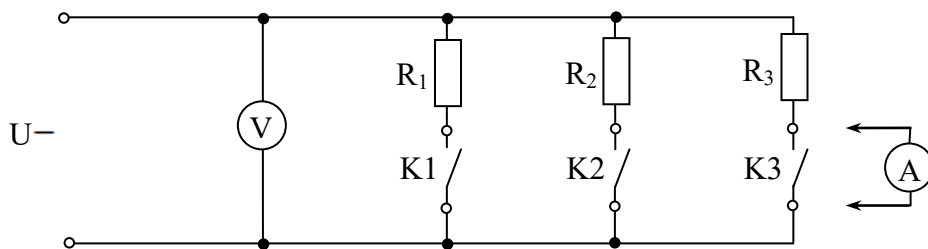


Рис.3. Схема для исследования цепи с параллельным соединением резисторов

3. Используя данные наблюдений, вычислить:

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{U_{\text{общ}}}{I_{\text{общ}}}; \quad (7)$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1}; \quad R_2 = \frac{U_2}{I_2}; \quad R_3 = \frac{U_3}{I_3}; \quad (8)$$

$$g_1 = \frac{1}{R_1}; \quad g_2 = \frac{1}{R_2}; \quad g_3 = \frac{1}{R_3}; \quad (9)$$

$$g_{\text{ЭКВ}} = \frac{1}{R_{\text{ЭКВ}}}; \quad (10)$$

$$g_{\text{ЭКВ}}^1 = g_1 + g_2 + g_3 \quad (11)$$

Данные наблюдений и результаты вычислений записать в табл.№3.

Таблица №3.

Номер опыта	Данные наблюдений				Результаты вычислений									
	$U_{\text{общ}}$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_{\text{общ}}$	$R_{\text{ЭКВ}}$	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$g_1$	$g_2$	$g_3$	$g_{\text{ЭКВ}}$	$g_{\text{ЭКВ}}^1$
	$B$	$A$	$A$	$A$	$A$	$Ом$	$Ом$	$Ом$	$Ом$	$Ом^{-1}$	$Ом^{-1}$	$Ом^{-1}$	$Ом^{-1}$	$Ом^{-1}$
1														
2														

### ВЫВОДЫ:

1. Анализируя опытные данные и результаты вычислений таблицы №1 можно сделать вывод, что ...

2. Анализируя опытные данные и результаты вычислений таблицы №2 можно сделать вывод, что ...

3. Анализируя опытные данные и результаты вычислений таблицы №3 можно сделать вывод, что ...

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

### Последовательное соединение резистора, индуктивной катушки и конденсатора

#### Цель работы:

1. Проверить практически и уяснить, какие физические явления происходят в однофазной цепи переменного тока.
2. Рассчитать параметры отдельных элементов электрической цепи.
3. Построить по опытным данным векторные диаграммы.

#### *Приборы и оборудование:*

Источник питания (сеть переменного тока частотой 50 Гц), катушка индуктивности, конденсаторная батарея, измерительный комплект, амперметр и вольтметр электромагнитной системы, ЛАТР, соединительные провода.

#### *Порядок выполнения работы:*

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, предназначенными для выполнения лабораторной работы.
2. Собрать электрическую схему (рис.1) и представить на проверку преподавателю. ЛАТР вывести в нулевое положение.

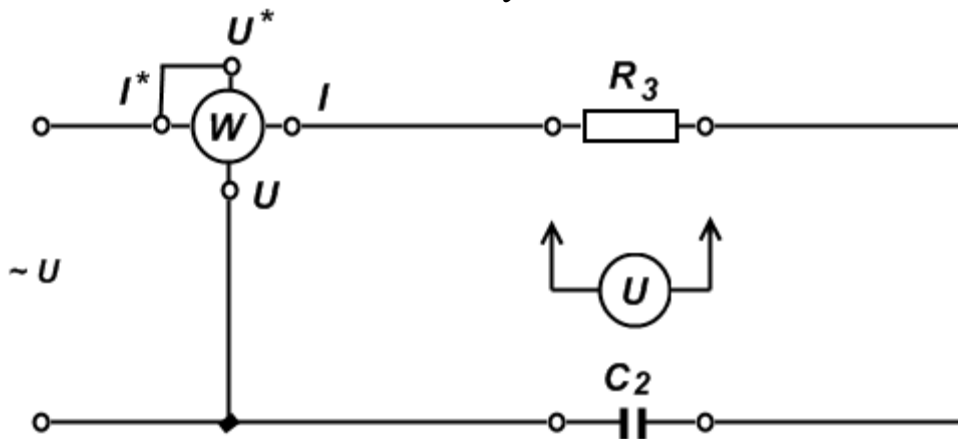


Рис. 1.Схема для исследования последовательной цепи переменного тока, содержащей резистор и конденсатор

3. После проверки преподавателем правильности соединений, включить питание стенда и установить при помощи ЛАТРа напряжение  $U = 100 \text{ В}$ .

4. Зафиксировать показания измерительного комплекта и напряжения на приемниках цепи в таблице № 1.
5. Собрать электрическую схему (рис. 2) и представить на проверку преподавателю. ЛАТР вывести в нулевое положение.

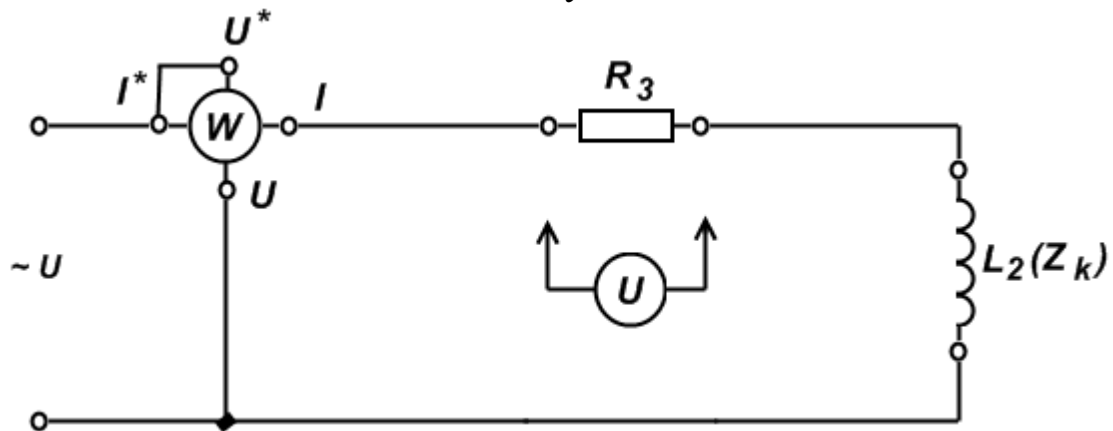


Рис. 2 Схема для исследования последовательной цепи переменного тока, содержащей резистор и индуктивную катушку

6. После проверки преподавателем правильности соединений, включить питание стенда и установить при помощи ЛАТРа напряжение  $U = 120 \text{ В}$ .
7. Зафиксировать показания измерительного комплекта и напряжения на приемниках цепи в таблице № 1.
8. Собрать электрическую схему (рис. 3) и представить на проверку преподавателю. ЛАТР вывести в нулевое положение.

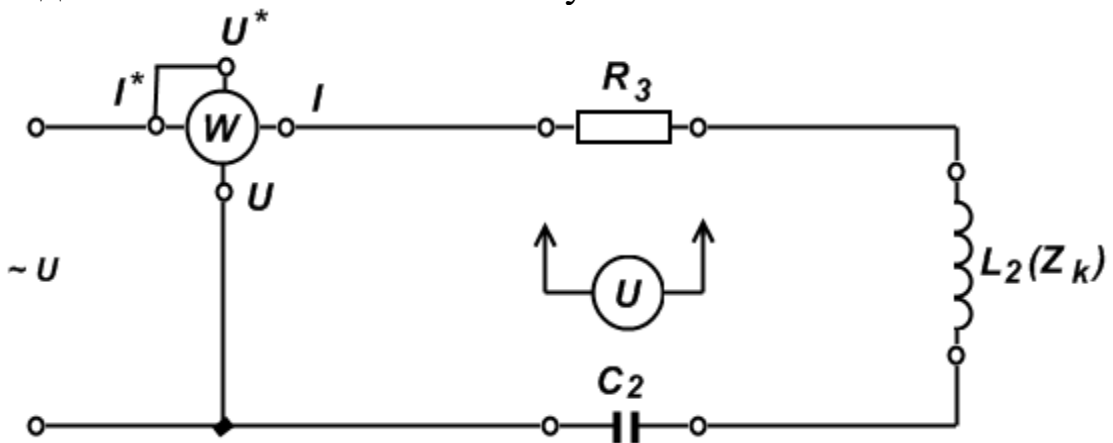


Рис. 3.Схема для исследования последовательной цепи переменного тока, содержащей резистор, индуктивную катушку и конденсатор

9. После проверки преподавателем правильности соединений, включить питание стенда и установить при помощи ЛАТРа напряжение  $U = 100 \text{ В}$ .

10. Зафиксировать показания измерительного комплекта и напряжения на приемниках цепи в таблице № 1.

Таблица №1

Цепь	Данные наблюдений							Результаты вычислений										
	$U_{общ.}, В$	$f, Гц$	$I, А$	$P, Вт$	$U_R, В$	$U_K, В$	$U_C, В$	$R_3, Ом$	$Z_K, Ом$	$R_K, Ом$	$U_{ак}, В$	$X_L, Ом$	$U_L, В$	$C_2, МкФ$	$L_2, Гн$	$\varphi$	$\cos\varphi$	$\cos\varphi_K$
1. $R_3C_2$	100					-			-	-	-	-	-		-			-
2. $R_3L_2$	120						-							-				
3. $R_3L_2C_2$	100																	

11. Используя данные наблюдений вычислить:

$$R_3 = \frac{U_R}{I} \quad (1)$$

$$Z_K = \frac{U_K}{I} \quad (2)$$

$$R_K = R_{общ.} - R_3 \quad R_{общ.} = \frac{P}{I^2} \quad (3)$$

$$U_{ак} = I \cdot R_K \quad U_L = I \cdot X_L \quad (4)$$

$$Z_{общ.} = \frac{U_{общ.}}{I} \quad X_L = \sqrt{Z_{общ.}^2 - R_{общ.}^2} \quad L_2 = \frac{X_L}{2 \cdot \pi \cdot f} \quad (5)$$

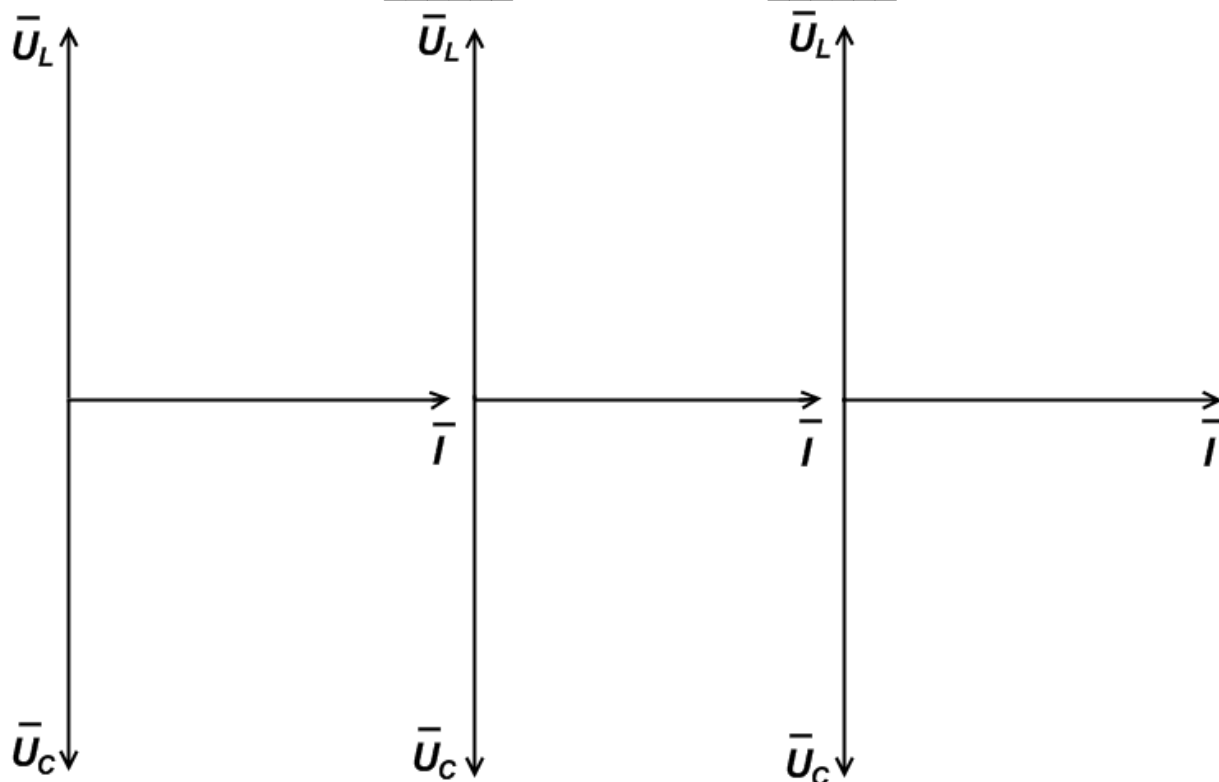
$$\cos\varphi_K = \frac{U_{ак}}{U_K} \quad \cos\varphi = \frac{P}{U \cdot I} \quad (6)$$

$$\varphi = \arctg((X_L - X_C) / R_{общ.}) \quad (7)$$

$$X_C = \frac{U_C}{I} \quad C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C} \quad (8)$$

12. Для всех опытов построить в масштабе векторные диаграммы тока и напряжений. При выборе масштаба, предпочтительнее кратные целые значения масштабных коэффициентов, нежели дробные значения.

Масштаб:  $M_U = \frac{\quad}{\quad}$  В/см;  $M_A = \frac{\quad}{\quad}$  А/см.



Векторные диаграммы тока и напряжений для опытов №1, №2, №3.

**ВЫВОДЫ:**

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

### Параллельное соединение индуктивной катушки и конденсатора. Компенсация реактивной мощности

#### Цель работы:

1. Проверить практически и уяснить, какие физические явления происходят в однофазной цепи переменного тока.
2. Рассчитать параметры отдельных элементов электрической цепи.
3. Построить по опытным данным векторные диаграммы.

#### *Приборы и оборудование:*

Источник питания (сеть переменного тока частотой 50 Гц), катушки индуктивности, конденсаторная батарея переменной емкости, амперметр электромагнитной системы, измерительный комплект, ЛАТР, соединительные провода.

#### *Порядок выполнения работы:*

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, предназначенным для выполнения лабораторной работы.
2. Собрать электрическую цепь (рис.1.) с индуктивными катушками  $L_1$  и  $L_2$  в одной ветви, в другой ветви конденсаторную батарею  $C_1C_2C_3$  и измерительный комплект. Установить ручку ЛАТРа в положение, обеспечивающее нулевое напряжение на зажимах электрической цепи.

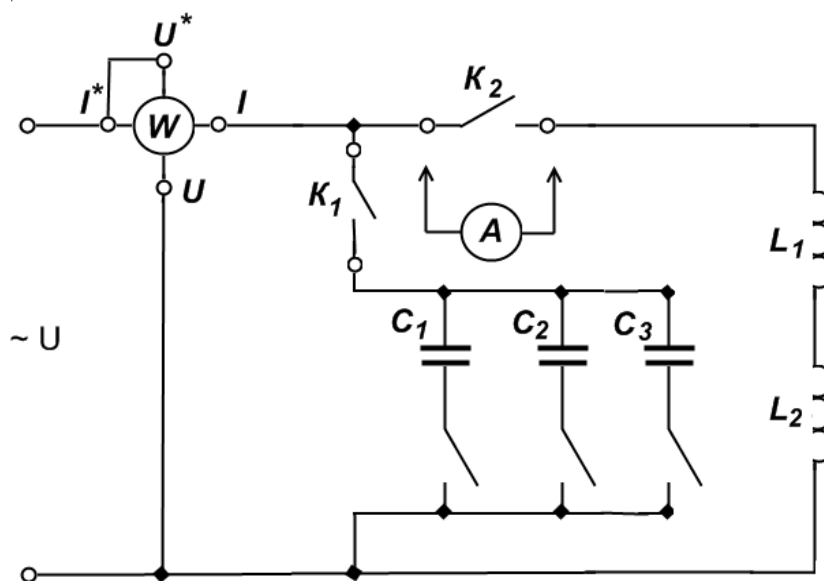


Рис. 1. Схема для исследования параллельной цепи переменного тока, содержащей индуктивность и ёмкость



3. После проверки преподавателем правильности соединений включить цепь, увеличить напряжение до заданного значения  $U=90\text{В}$ . Произвести измерения, поддерживая  $U=90\text{ В}$  для четырех случаев электрической цепи (табл.№1.), добавляя по одному конденсатору в емкостной ветви. Данные наблюдений свести в табл.№1.

Таблица №1.

Вид цепи	Данные наблюдений					Результаты вычислений										
	$U_{\text{общ. В}}$	$I_{\text{общ. А}}$	$I_1, \text{ А}$	$I_2, \text{ А}$	$P, \text{ Вт}$	$R_2, \text{ Ом}$	$Z_K, \text{ Ом}$	$\text{Cos } \varphi_2$	$Z, \text{ Ом}$	$X_C, \text{ Ом}$	$C, \text{ мкФ}$	$\text{Cos } \varphi$	$I_{a2}, \text{ А}$	$I_L, \text{ А}$	$S, \text{ ВА}$	$Q, \text{ ВАР}$
$L_1L_2$	90		-						-	-	-	-				
$L_1L_2C_1$	90															
$L_1L_2C_1C_2$	90															
$L_1L_2C_1C_2C_3$	90															

4. Используя данные наблюдений вычислить:

$$Z_K = \frac{U_{\text{общ.}}}{I_2} \quad R_2 = \frac{P}{I_2^2} \quad \text{Cos } \varphi_2 = \frac{R_2}{Z_K} \quad (1)$$

$$I_{a2} = I_2 \cdot \text{Cos } \varphi_2 \quad I_L = I_2 \cdot \sin \varphi_2 \quad (2)$$

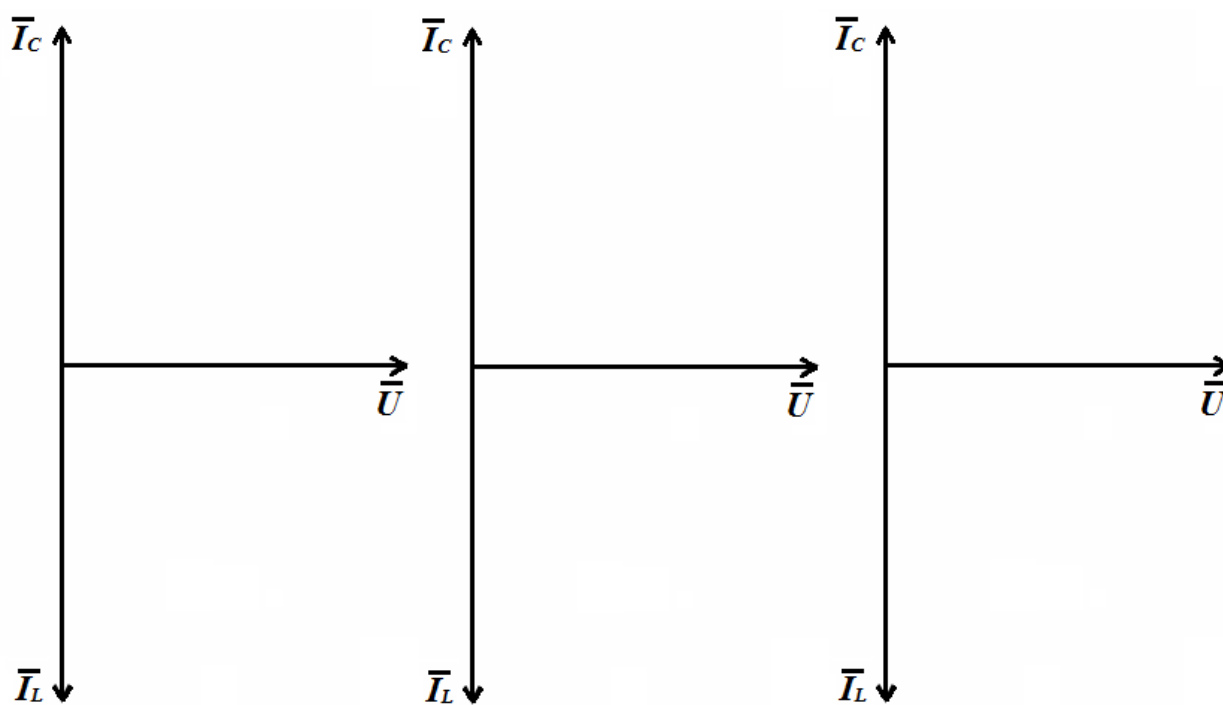
Данные величины для всех четырех опытов будут одинаковы, так как при проведении опыта параметры второй ветви ( $L_1$  и  $L_2$ ) = Const.

$$Z = \frac{U_{\text{общ.}}}{I_{\text{общ.}}} \quad x_C = \frac{U_{\text{общ.}}}{I_1} \quad C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot x_C} \quad (3)$$

$$S = U_{\text{общ.}} \cdot I_{\text{общ.}} \quad Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad \text{Cos } \varphi = \frac{P}{S} \quad (4)$$

5. Построить в масштабе векторные диаграммы для опытов 2, 3, 4.

Масштаб:  $M_U = \underline{\hspace{2cm}}$  В/см;  $M_A = \underline{\hspace{2cm}}$  А/см.



Векторные диаграммы токов и напряжения для опытов: №2, №3, №4.

**ВЫВОДЫ:**

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

### Исследование трехфазной цепи при соединении электроприёмников звездой

#### Цель работы:

1. Проверка опытным путем основных соотношений в цепи трехфазного переменного тока при соединении приемников звездой.
2. Выявить роль нейтрального провода.
3. Построить по опытным данным векторные диаграммы.

#### *Приборы и оборудование:*

Источник питания (четырёхпроводная трёхфазная сеть напряжением 220/127 В), три ламповых реостата, четыре амперметра электромагнитной системы, вольтметр электромагнитной системы со щупами, трёхполюсный автоматический выключатель, однополюсный выключатель, соединительные провода.

#### *Порядок выполнения работы*

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, предназначенными для выполнения лабораторной работы.
2. По схеме (рис. 1) соединить однофазные приёмники звездой, присоединив её нейтральную точку через амперметр  $A_{\sim}$  и однополюсный выключатель  $K_1$  к зажимам нейтрального провода рабочего щитка. Представить собранную цепь для проверки преподавателю.
3. Включить однополюсный выключатель  $K_1$  и трехполюсный выключатель  $S_1$ . Установить симметричную нагрузку, для чего, изменяя число включенных ламп в каждой фазе, добиться, чтобы показания амперметров  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  были одинаковы. С помощью вольтметра измерить напряжения  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$ ,  $U_{CA}$ , и напряжения  $U_{Ax}$ ,  $U_{By}$ ,  $U_{Cz}$ . Записать показания всех приборов в табл.№1.

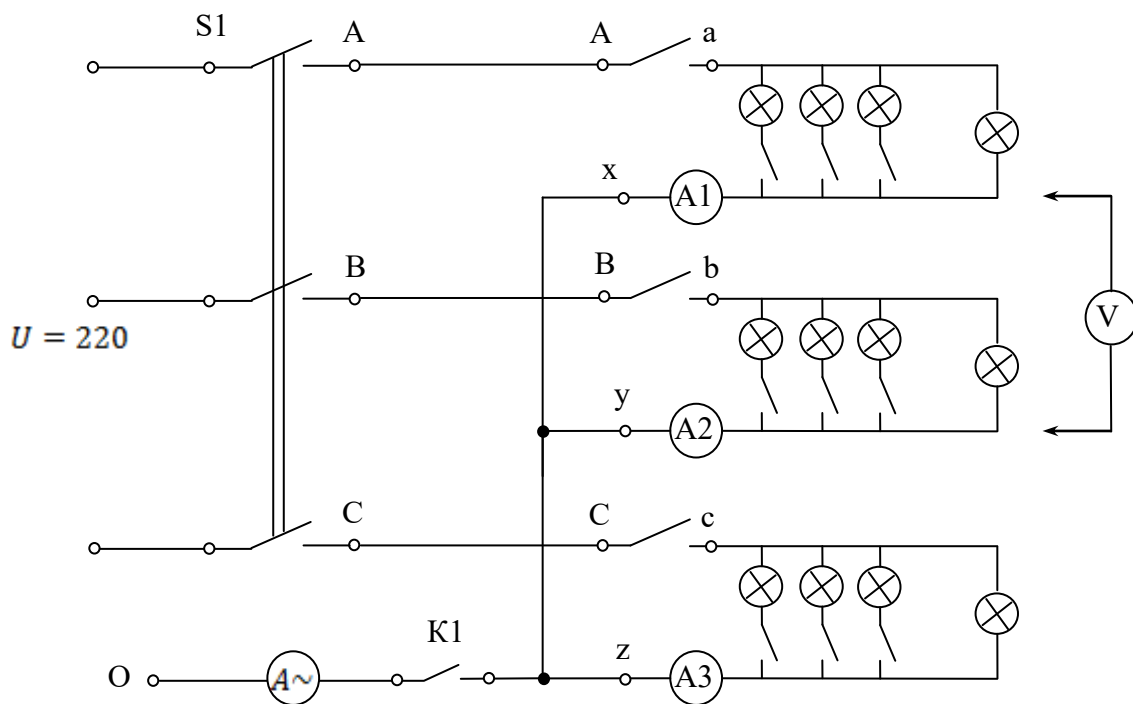


Рис.1. Схема для исследования трехфазной электрической цепи при соединении приёмников звездой

4. Не изменяя числа включенных ламп в фазах, произвести те же измерения, записав показания приборов в табл.№1, при отключенном нейтральном проводе (выключить  $K_1$ ).
5. Изменением числа включенных ламп (выключатели  $K_1$  и  $S_1$  замкнуты) создать несимметричную нагрузку. Повторить те же измерения и записать в табл.№1. показания всех приборов.
6. Не изменяя числа включенных ламп в фазах, произвести те же измерения, записав показания приборов в табл.№1, при отключенном нейтральном проводе (выключить  $K_1$ ). Обратить внимание на то, как влияет наличие нейтрального провода на степень накала ламп при несимметричной нагрузке фаз.
7. При той же несимметричной нагрузке отключить трёхполюсный автоматический выключатель  $S_1$ , отсоединить один из линейных проводов. Провести опыт с нейтральным проводом и без него, записать показания приборов в табл.№1.

Таблица №1

Номер опыта	Состояние схемы	Данные наблюдений										Результаты вычислений				
		Напряжение U, В						Ток I, А				Активная мощность, Вт				
		линейное			фазное											
		$U_{AB}$	$U_{BC}$	$U_{CA}$	$U_A$	$U_B$	$U_C$	$I_a$	$I_b$	$I_c$	$I_N$					$P_a$
1	Симметричная нагрузка с нейтральным проводом															
2	Симметричная нагрузка без нейтрального провода															
3	Несимметричная нагрузка с нейтральным проводом															
4	Несимметричная нагрузка без нейтрального провода															
5	Несимметричная нагрузка с обрывом линейного провода: -с нейтральным проводом															
6	Несимметричная нагрузка с обрывом линейного провода: -без нейтрального провода															

8. Проверить соотношение между линейными и фазными напряжениями для случаев симметричной нагрузки фаз, сравнить его с теоретическим значением.

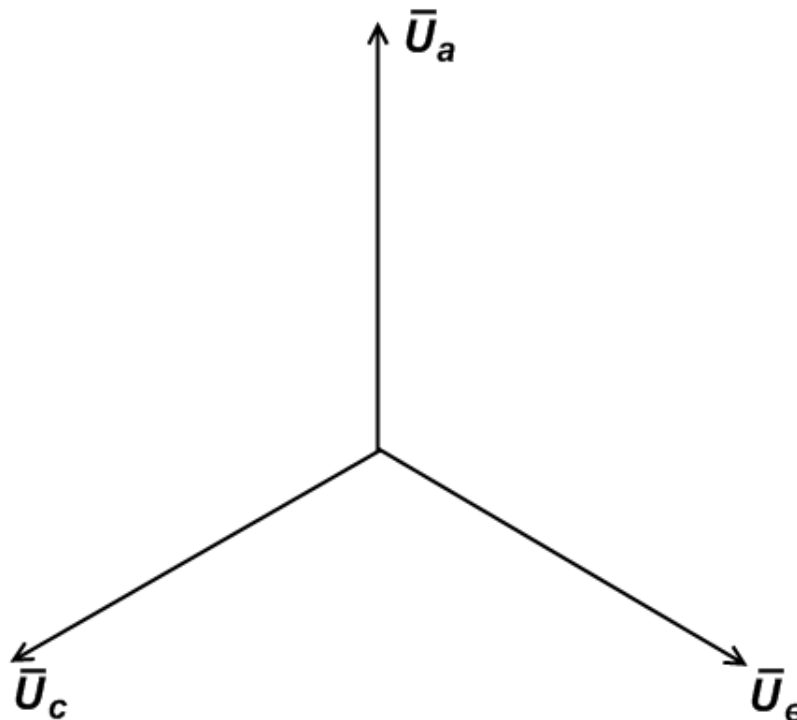
9. Рассчитать мощность каждой фазы и полную мощность потребляемую нагрузкой, учитывая, что нагрузка чисто активная. Результаты вычислений занести в табл. №1.

$$U_{л} = \sqrt{3} \cdot U_{\phi} \quad P_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi} \quad P = P_a + P_b + P_c \quad (1)$$

10. Построить в масштабе векторные диаграммы напряжений и токов, используя данные табл. №1 для трех случаев:

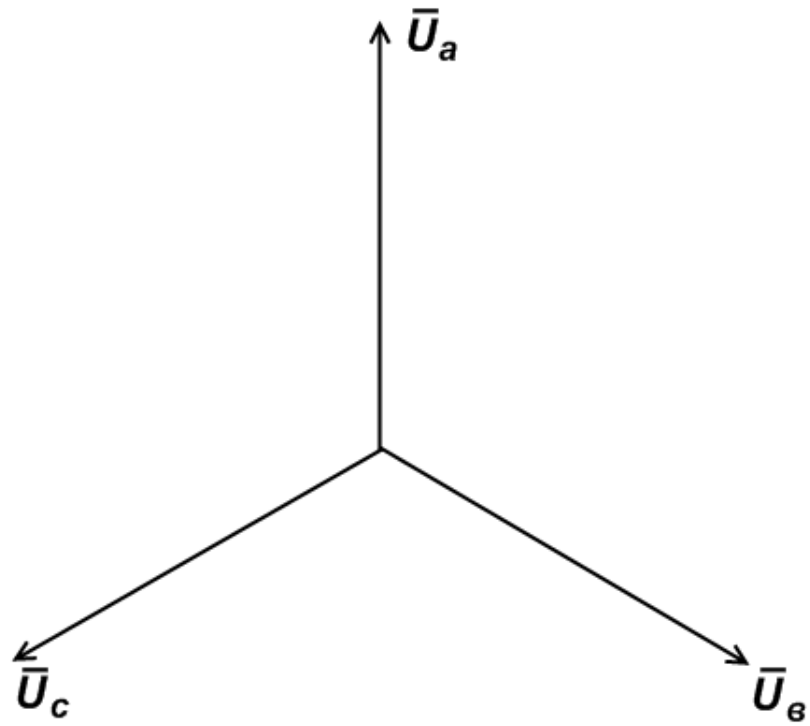
- a) при симметричной нагрузке с нейтральным проводом;
- b) при несимметричной нагрузке с нейтральным проводом;
- c) При той же несимметричной нагрузке без нейтрального провода.

Масштаб:  $M_U = \underline{\hspace{2cm}}$  В/см;  $M_A = \underline{\hspace{2cm}}$  А/см.

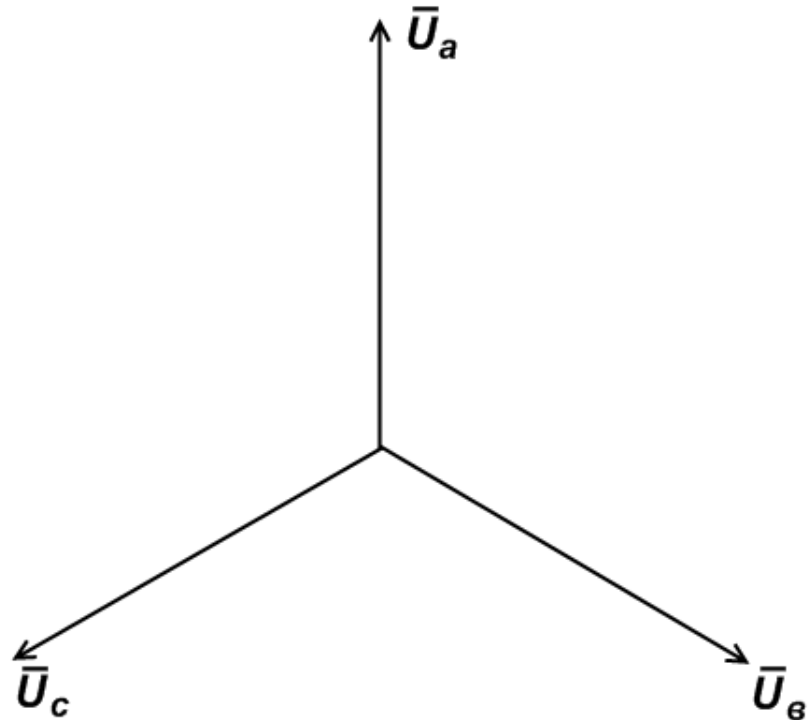


Векторная диаграмма при симметричной нагрузке с нейтральным проводом

Масштаб:  $M_U = \underline{\hspace{2cm}}$  В/см;  $M_A = \underline{\hspace{2cm}}$  А/см.



Векторная диаграмма при несимметричной нагрузке  
с нейтральным проводом  
Масштаб:  $M_U = \underline{\hspace{2cm}}$  В/см;  $M_A = \underline{\hspace{2cm}}$  А/см.



Векторная диаграмма при той же несимметричной нагрузке  
без нейтрального провода

**ВЫВОДЫ:**

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

### Исследование трехфазной цепи при соединении электроприёмников треугольником

#### Цель работы:

1. Проверка опытным путем основных соотношений в цепи трехфазного переменного тока при соединении приемников треугольником.
2. Опытная проверка основных соотношений в цепи трехфазного тока при соединении приёмников треугольником для симметричной и несимметричной нагрузки.
3. Построить по опытным данным векторные диаграммы.

#### *Приборы и оборудование:*

Источник питания (трёхфазная, трёхпроводная сеть напряжением 220 В), три ламповых реостата, четыре амперметра электромагнитной системы, вольтметр электромагнитной системы со щупами, трёхполюсный автоматический выключатель, соединительные провода.

#### *Порядок выполнения работы:*

1. Ознакомится с приборами и оборудованием, предназначенными для выполнения лабораторной работы.

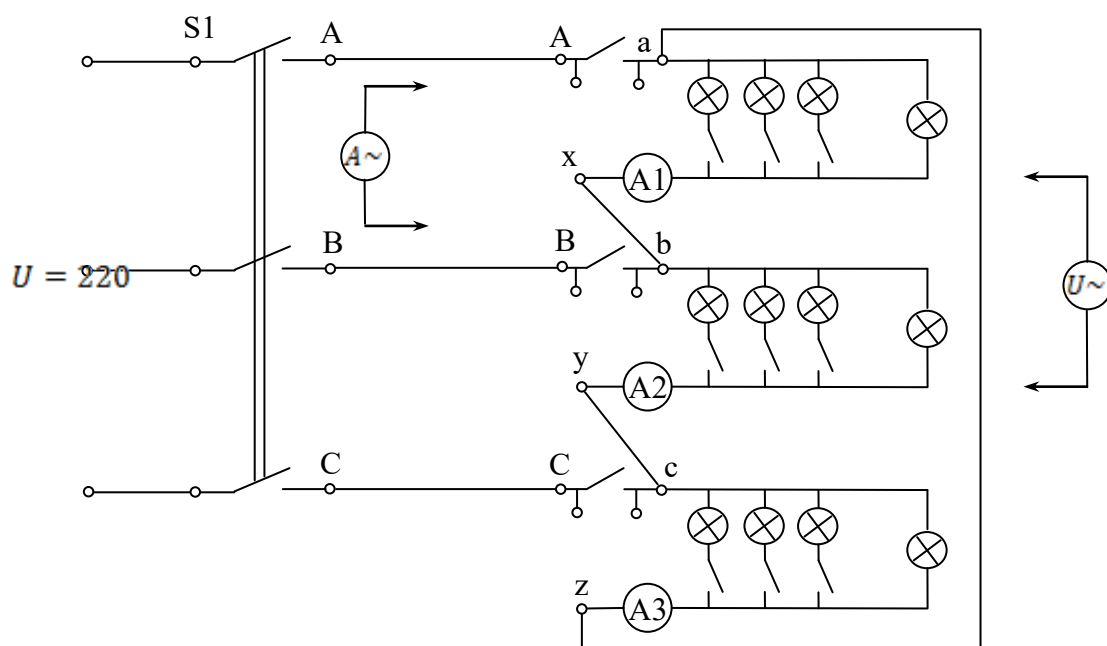


Рис.1. Схема для исследования трёхфазной электрической цепи при соединении приёмников треугольником



2. По схеме (рис.1) приёмник соединить треугольником, для чего замкнуть с помощью проводов следующие точки  $xb$ ,  $yc$ ,  $za$ . и представить собранную цепь для проверки преподавателю.

3. Включить трёхполюсный автоматический выключатель  $S_1$ . Установить симметричную нагрузку, чтобы показания амперметров  $A_1$ ,  $A_2$  и  $A_3$  были одинаковы. С помощью вольтметра со щупами измерить напряжения  $U_{ab}$ ,  $U_{bc}$  и  $U_{ca}$ .

Линейные силы токов соответственно  $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$  измеряются при помощи амперметра  $A\sim$  со щупами на участках цепи “ $Aa$ ”, “ $Bb$ ”, “ $Cc$ ”. Записать показания приборов в таблицу №1.

4. Создать не симметричную нагрузку фаз, изменяя число включенных ламп. Повторить изменения токов и напряжений, показания приборов записать в ту же таблицу.

5. Не изменяя присоединенную нагрузку отключить один из линейных проводов тумблером (например  $Aa$ ) и вновь записать показания всех приборов в табл. №1.

Таблица №1.

Состояние схемы	Данные наблюдений									Результаты вычислений			
	Напряжение, $V$			Ток, А						Активная мощность, $Вт$			
				линейный			фазный						
	$U_{ab}$	$U_{bc}$	$U_{ca}$	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$I_a$	$I_b$	$I_c$	$P_{ab}$	$P_{bc}$	$P_{ca}$	$P$
Симметричная нагрузка													
Несимметричная нагрузка													
Несимметричная с обрывом линейного провода													

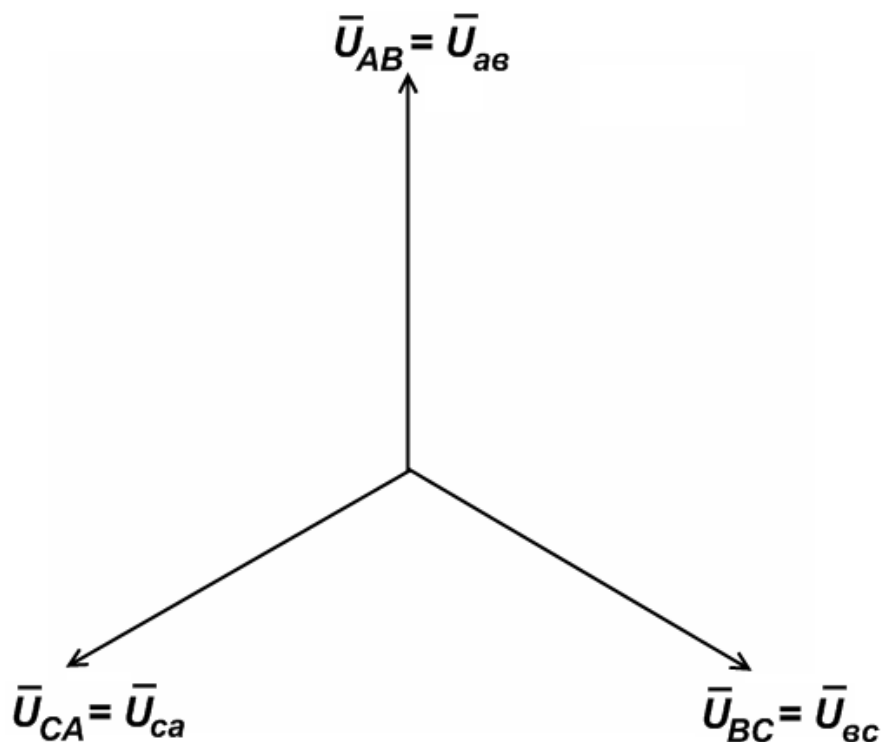
6. Определить отношение линейного тока к фазному для случая симметричной нагрузки фаз, сравнить его с теоретическим значением этой величины.

7. Рассчитать мощность каждой фазы и полную мощность потребляемую нагрузкой, учитывая, что нагрузка чисто активная. Результаты вычислений занести в табл.№1.

$$I_{л} = \sqrt{3} \cdot I_{\phi} \quad P_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi} \quad P = P_a + P_b + P_c \quad (1)$$

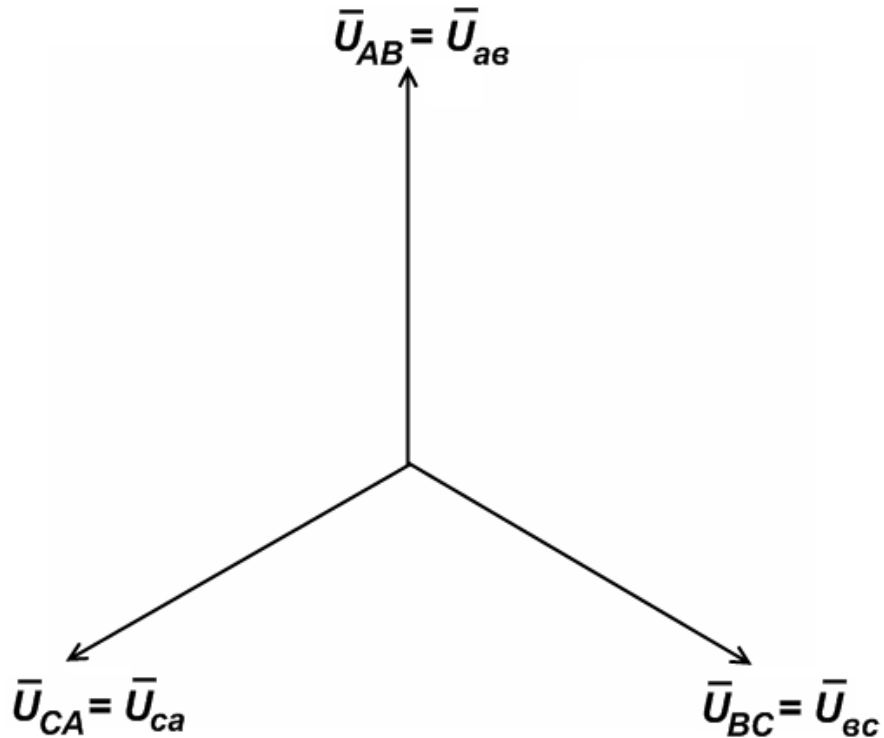
8. Построить в масштабе векторную диаграмму, для опыта №1  
Векторная диаграмма при симметричной нагрузке.

Масштаб:  $M_U = \underline{\hspace{2cm}}$  В/см;  $M_A = \underline{\hspace{2cm}}$  А/см.



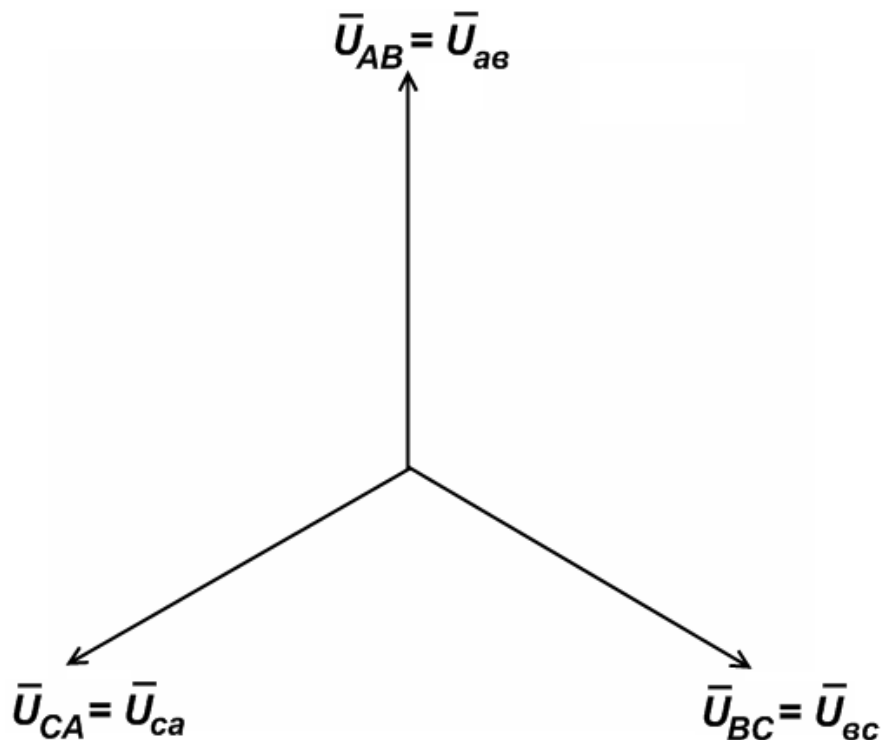
Построить в масштабе векторную диаграмму, для опыта №2  
Векторная диаграмма при несимметричной нагрузке.

Масштаб:  $M_U = \underline{\hspace{2cm}}$  В/см;  $M_A = \underline{\hspace{2cm}}$  А/см.



Построить в масштабе векторную диаграмму, для опыта №3  
Векторная диаграмма при несимметричной нагрузке.

Масштаб:  $M_U = \underline{\hspace{2cm}}$  В/см;  $M_A = \underline{\hspace{2cm}}$  А/см.



## ВЫВОДЫ:

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1</i>	3
Поверка вольтметра и амперметра	
<i>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2</i>	8
Виды соединений резисторов, проверка законов Кирхгофа и Ома (для цепей постоянного тока)	
<i>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3</i>	12
Последовательное соединение резистора, индуктивной катушки и конденсатора	
<i>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4</i>	16
Параллельное соединение индуктивной катушки и конденсатора. Компенсация реактивной мощности	
<i>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5</i>	19
Исследование трехфазной цепи при соединении электроприёмников звездой	
<i>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6</i>	24
Исследование трехфазной цепи при соединении электроприёмников треугольником	

***Ответственный за выпуск В.Н.Острецов***

Заказ № . Тираж 40 экз. Подписано в печать 2023 г.

ИЦ ВГМХА 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул.Емельянова 1