

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА, ГЕОЛОГИИ И ГЕОТЕХНОЛОГИЙ

Институт

Электрификация горно-металлургического производства  
кафедра

## ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1

«ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ПАССИВНЫМИ  
ЭЛЕМЕНТАМИ»

наименование темы

Канд. тех. наук, доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Р.А. Майнагашев

инициалы, фамилия

Студент ГГ21-12

номер группы

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Титов И.А.

инициалы, фамилия

Красноярск 2023

**Цель работы:** Изучить законы Кирхгофа, закон Ома. Рассмотреть последовательное, параллельное и смешанное соединение токоприёмников, исследовать распределение токов, напряжений и мощностей в каждой цепи.

### **Теоретические сведения:**

#### **Первый закон Кирхгофа.**

Законы Кирхгофа применяются для определения токов в ветвях линейных и нелинейных схем при любом законе изменения во времени токов и напряжений.

Первый закон Кирхгофа выражает закон сохранения количества электричества (движение зарядов в цепи происходит так, что ни в одном из узлов они не скапливаются).

Применяется первый закон к узлам электрической схемы и формулируется так: Алгебраическая сумма токов ветвей, сходящихся в любом узле электрической схемы, равна нулю.

$$\sum_{k=0}^n I_k \quad (1.1)$$

#### **Второй закон Кирхгофа.**

Алгебраическая сумма ЭДС, действующая в замкнутом контуре, равна алгебраической сумме падений напряжения в этом контуре.

$$\sum_{l=0}^n E_l = \sum_{k=1}^m L_k R_k \quad (1.2)$$

#### **Закон Ома.**

Закон Ома – эмпирический физический закон, определяющий связь электродвижущей силы источника (или электрического напряжения) с силой тока, протекающего в проводнике, и сопротивлением проводника.

$$I = \frac{U}{R}, \quad (1.3)$$

где  $I$  – ток, протекающий по цепи, измеряется в амперах;  $U$  напряжение, приложенное к цепи, измеряется в вольтах;  $R$  – сопротивление, измеряется в омах

## Порядок выполнения работы.

### Часть 1. Последовательное соединение приёмников.

1. Соберите цепь по схеме.

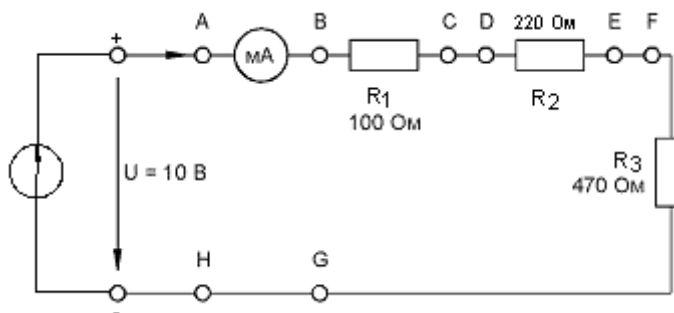


Рисунок 1 – Последовательное соединение приёмников

2. Установите напряжение на входе  $U = 10$  В; сопротивления  $R_1 = 100$  Ом,  $R_2 = 220$  Ом,  $R_3 = 470$  Ом. Проведите измерение тока. Заполните таблицу.

Таблица 1 – Установленные, измеренные и вычисленные величины

Установлено			Измерено		Вычислено
$R_1$ , Ом	$R_2$ , Ом	$R_3$ , Ом	$U$ , В	$I$ , А	$U_1$ , В
100	220	470	10	0,0126	1,26

Продолжение таблицы 1

Вычислено								
$U_2$ , В	$U_3$ , В	$R_3$ , Ом	$P$ , Вт	$P_1$ , Вт	$P_2$ , Вт	$P_3$ , Вт	$\sum P$ , Вт	$\sum U$ , В
2,77	5,92	790	0,126	0,016	0,035	0,074	0,125	9,95

Из формулы (1.3) находим напряжение:  $U = I \cdot R$

$$U_1 = 0,0126 \cdot 100 = 1,26 \text{ В}$$

$$U_2 = 0,0126 \cdot 220 = 2,77 \text{ В}$$

$$U_3 = 0,0126 \cdot 470 = 5,92 \text{ В}$$

Эквивалентное сопротивление для последовательного соединения:

$$R_3 = R_1 + R_2 + R_3 \quad (1.4)$$

$$R_3 = 100 + 220 + 470 = 790 \text{ Ом}$$

Мощность:

$$P = U \cdot I \quad (1.5)$$

$$P = 10 \cdot 0,0126 = 0,126 \text{ Вт}$$

$$P_1 = 1,26 \cdot 0,0126 = 0,016 \text{ Вт}$$

$$P_2 = 2,77 \cdot 0,0126 = 0,035 \text{ Вт}$$

$$P_3 = 5,92 \cdot 0,0126 = 0,074 \text{ Вт}$$

$$\sum P = P_1 + P_2 + P_3 = 0,016 + 0,035 + 0,074 = 0,125 \text{ Вт}$$

$$\sum U = U_1 + U_2 + U_3 = 1,26 + 2,77 + 5,92 = 9,95 \text{ В}$$

### Часть 2. Параллельное соединение приёмников.

1. Соберите цепь по схеме

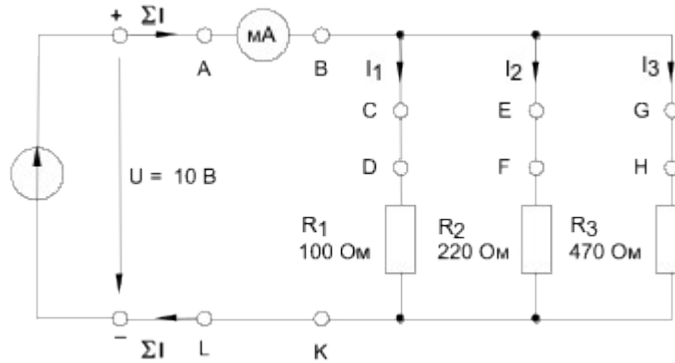


Рисунок 2 – Параллельное соединение приёмников

2. Установите напряжение на входе  $U = 10 \text{ В}$ ; сопротивление  $R_1 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 220 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 470 \text{ Ом}$ . Проведите измерение общего тока. Заполните таблицу.

Таблица 2 – Установленные, измеренные и вычисленные величины

Установлено			Измерено		
$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$	$R_3, \text{Ом}$	$U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$I_1, \text{А}$
100	220	470	10	0,164	0,1

Продолжение таблицы 2

Вычислено								
$I_2, \text{А}$	$I_3, \text{А}$	$I_1+I_2+I_3, \text{А}$	$R_3, \text{Ом}$	$P, \text{Вт}$	$P_1, \text{Вт}$	$P_2, \text{Вт}$	$P_3, \text{Вт}$	$\sum P, \text{Вт}$
0,045	0,021	0,166	59,98	1,64	1	0,45	0,21	1,66

По формуле (1.3) найдем силу тока:  $I = U/R$

$$I_1 = 10/100 = 0,1 \text{ А}$$

$$I_2 = 10/220 = 0,045 \text{ А}$$

$$I_3 = 10/470 = 0,021 \text{ А}$$

$$\sum I = I_1 + I_2 + I_3 = 0,1 + 0,045 + 0,021 = 0,166 \text{ А}$$

Эквивалентное сопротивление для параллельного соединения:

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}, \quad (1.6)$$

Тогда:

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{100} + \frac{1}{220} + \frac{1}{470}$$

$$R_3 = 59,98 \text{ Ом}$$

Из формулы  $P = U \cdot I$  находим мощность:  $P = 10 \cdot 0,164 = 1,64 \text{ Вт}$

$$P_1 = 10 \cdot 0,1 = 1 \text{ Вт}$$

$$P_2 = 10 \cdot 0,045 = 0,45 \text{ Вт}$$

$$P_3 = 10 \cdot 0,021 = 0,21 \text{ Вт}$$

$$\sum P = P_1 + P_2 + P_3 = 1 + 0,45 + 0,21 = 1,66 \text{ Вт}$$

### Часть 3. Смешанное соединение приёмников.

1. Соберите цепь по схеме.

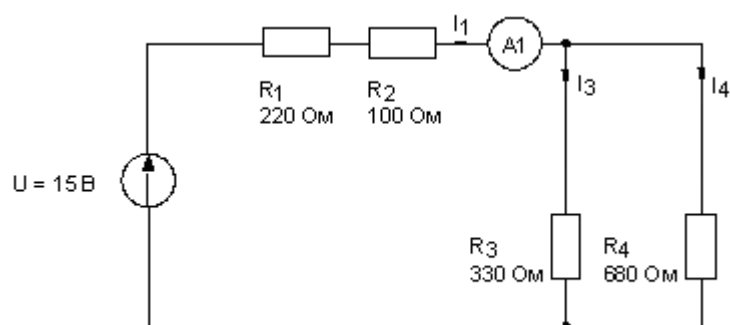


Рисунок 3 – Смешанное соединение приёмников

2. Установите напряжение на входе  $U = 15$  В; сопротивления  $R_1 = 220$  Ом,  $R_2 = 100$  Ом,  $R_3 = 330$  Ом,  $R_4 = 680$  Ом. Проведите измерение тока  $I_1$ . Заполните таблицу.

Таблица 3 – Установленные, измеренные и вычисленные величины

Установлено				Измерено		Вычислено		
$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$	$R_3, \text{Ом}$	$R_4, \text{Ом}$	$U, \text{В}$	$I_1, \text{А}$	$I_3, \text{А}$	$I_4, \text{А}$	$U_1, \text{В}$
220	100	330	680	15	0,028	0,0183	0,0089	6,16

Продолжение таблицы 3

Вычислено									
$U_2, \text{В}$	$U_3, \text{В}$	$U_4, \text{В}$	$R_{\Sigma}, \text{Ом}$	$P, \text{Вт}$	$P_1, \text{Вт}$	$P_2, \text{Вт}$	$P_3, \text{Вт}$	$P_4, \text{Вт}$	$\Sigma P, \text{Вт}$
2,8	6,04	6,04	542,18	0,42	0,172	0,078	0,111	0,054	0,415

По формуле (1.3):  $U = I \cdot R$ ;  $I = U/R$

$$U_1 = 0,028 \cdot 220 = 6,16 \text{ В}$$

$$U_2 = 0,028 \cdot 100 = 2,8 \text{ В}$$

$$U_3 = U_4 = 15 - 6,16 - 2,8 = 6,04 \text{ В}$$

$$I_3 = 6,04/330 = 0,0183 \text{ А}$$

$$I_4 = 6,04/680 = 0,0089 \text{ А}$$

Эквивалентное сопротивление для смешанного соединения:

$$R_{\Sigma} = R_1 + R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}, \quad (1.7)$$

Тогда:

$$R_{\Sigma} = 220 + 100 + \frac{330 \cdot 680}{330 + 680} = 542,18 \text{ Ом}$$

Мощность:

$$P=U * I, \quad (1.8)$$

$$P=15 * 0,028=0,42 \text{ Вт}$$

$$P_1=6,16 * 0,028=0,17248 \text{ Вт}$$

$$P_2=2,8 * 0,028=0,0784 \text{ Вт}$$

$$P_3=6,04 * 0,0183=0,110532 \text{ Вт}$$

$$P_4=6,04 * 0,089=0,053756 \text{ Вт}$$

$$\sum P = P_1+P_2+P_3+P_4 = 0,17248+0,0784+0,110532+0,053756 = 0,415168 \text{ Вт}$$

**Вывод:** Таким образом, изучил законы Кирхгофа. Рассмотрел последовательное, параллельное и смешанное соединение токоприёмников, провёл исследование распределения токов, напряжений и мощностей в каждой цепи.

Исходя из этого, в цепях постоянного тока с пассивными элементами сила тока распределяется равномерно по всем элементам цепи, так как они являются линейными элементами. Напряжение в цепи распределяется пропорционально сопротивлениям элементов, то есть на элементе с большим сопротивлением напряжение будет выше, чем на элементе с меньшим сопротивлением. Мощность в цепи рассчитывается как произведение напряжения на силу тока и также распределяется пропорционально сопротивлениям элементов.

Мощность в цепи смешанного соединения рассчитывается как сумма мощностей каждого элемента в цепи. Для каждого элемента необходимо определить, является ли он частью параллельного или последовательного соединения. Для элементов в параллельном соединении мощность рассчитывается как произведение квадрата напряжения на обратное значение сопротивления элемента, а для элементов в последовательном соединении - как произведение квадрата силы тока на сопротивление элемента.

Мощность на линии не равна суммарной мощности на каждом участке цепи из-за потерь мощности на сопротивлении проводов. Провода имеют конечное сопротивление, которое вызывает потери мощности в виде тепла. Эти потери мощности не учитываются при расчете мощности на каждом элементе цепи, поэтому мощность на линии будет немного меньше суммарной мощности на всех элементах цепи.