

## Лабораторная работа № 2

### Изучение последовательного и параллельного соединения проводников

#### Цель работы

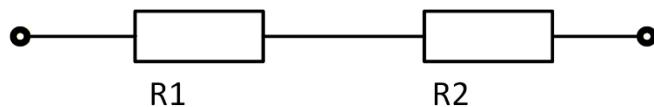
Экспериментально проверить законы распределения токов и напряжений при последовательном и параллельном соединении резисторов, научиться рассчитывать эквивалентное сопротивление цепи и проверить на практике первое правило Кирхгофа.

#### Оборудование и материалы

- Источник постоянного тока (4–6 В).
- Монтажная плата.
- Набор резисторов:  $R_1 = 100 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 220 \text{ Ом}$ .
- Соединительные провода с магнитным креплением.
- Цифровой мультиметр (в режимах вольтметра и амперметра).
- Ключ (выключатель).

#### Теоретическая справка

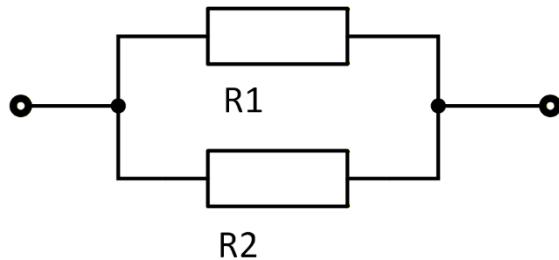
При последовательном соединении проводники соединяются друг за другом, образуя неразветвленную цепь.



- **Сила тока:**  $I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$  (одинакова во всех точках цепи).
- **Напряжение:**  $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$  (общее напряжение равно сумме напряжений на каждом проводнике).

- **Сопротивление:**  $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (эквивалентное сопротивление равно сумме сопротивлений).

При параллельном соединении все проводники подключаются к одним и тем же точкам цепи (узлам), образуя разветвления.



- **Напряжение:**  $U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$  (одинаково на всех ветвях).
- **Сила тока:**  $I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$  (общий ток равен сумме токов в ветвях — это иллюстрация **первого правила Кирхгофа** для узла).

- **Сопротивление:**  $\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ . Для двух резисторов удобно использовать формулу:  $R_{\text{общ}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ .

### **Техника безопасности**

1. Сборку электрической цепи производите только при выключенном источнике питания.
2. Не включайте цепь без проверки учителем.
3. Не прикасайтесь к оголенным участкам проводов и зажимам, находящимся под напряжением.
4. По окончании работы разберите цепь и сдайте рабочее место учителю.

### **Ход работы**

#### **Опыт 1. Последовательное соединение**

1. Выключите источник питания. Соберите цепь согласно **рисунку 1**, соединив резисторы  $R_1$  и  $R_2$  последовательно друг за другом.

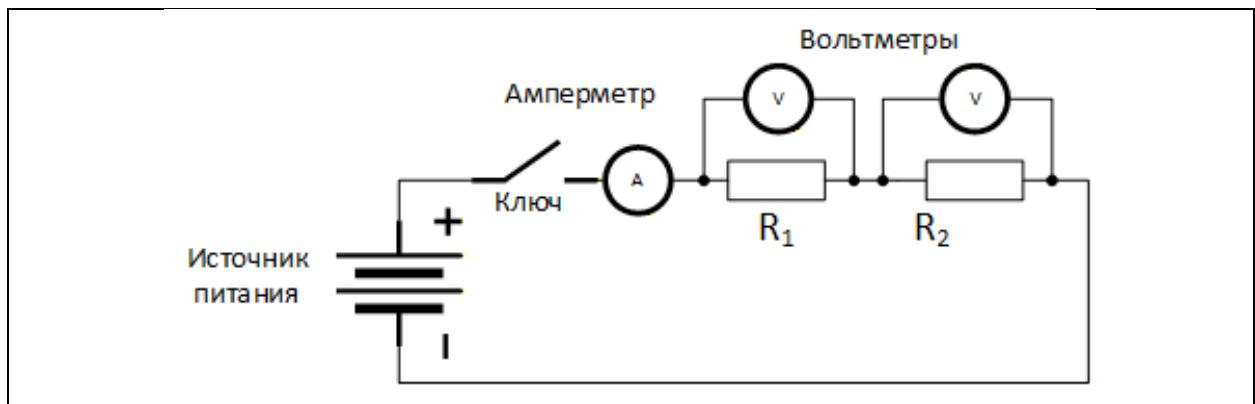
- Амперметр включите последовательно в цепь (в любом месте, например, после источника).
- Вольтметр приготовьте для поочередного измерения напряжений.

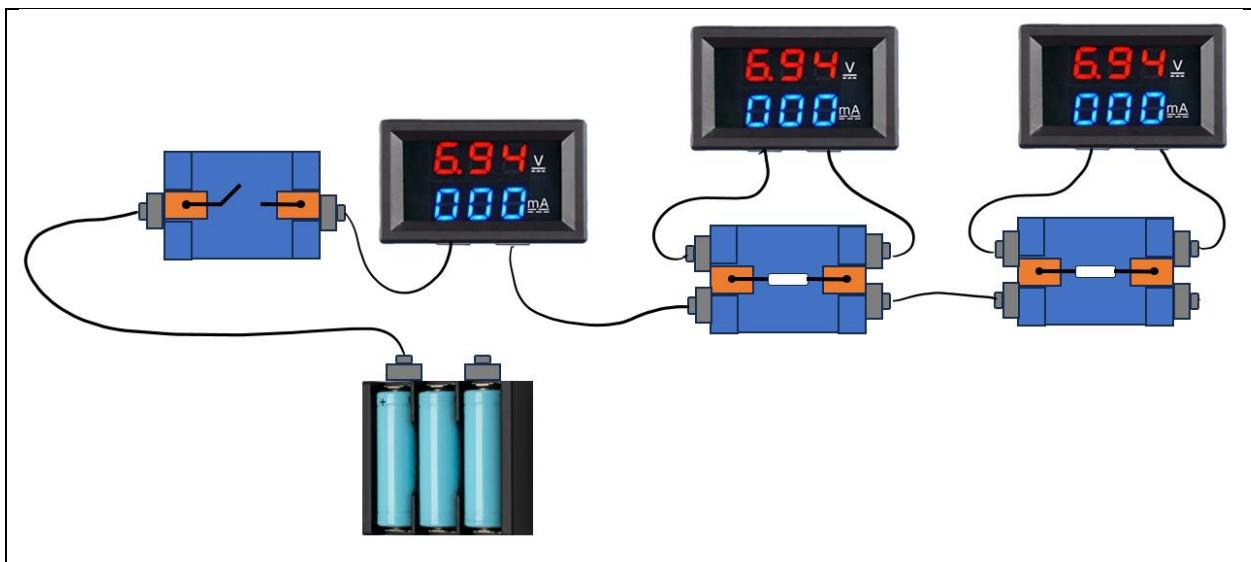
2. После проверки схемы замкните цепь (включите источник).

3. Снимите показания:

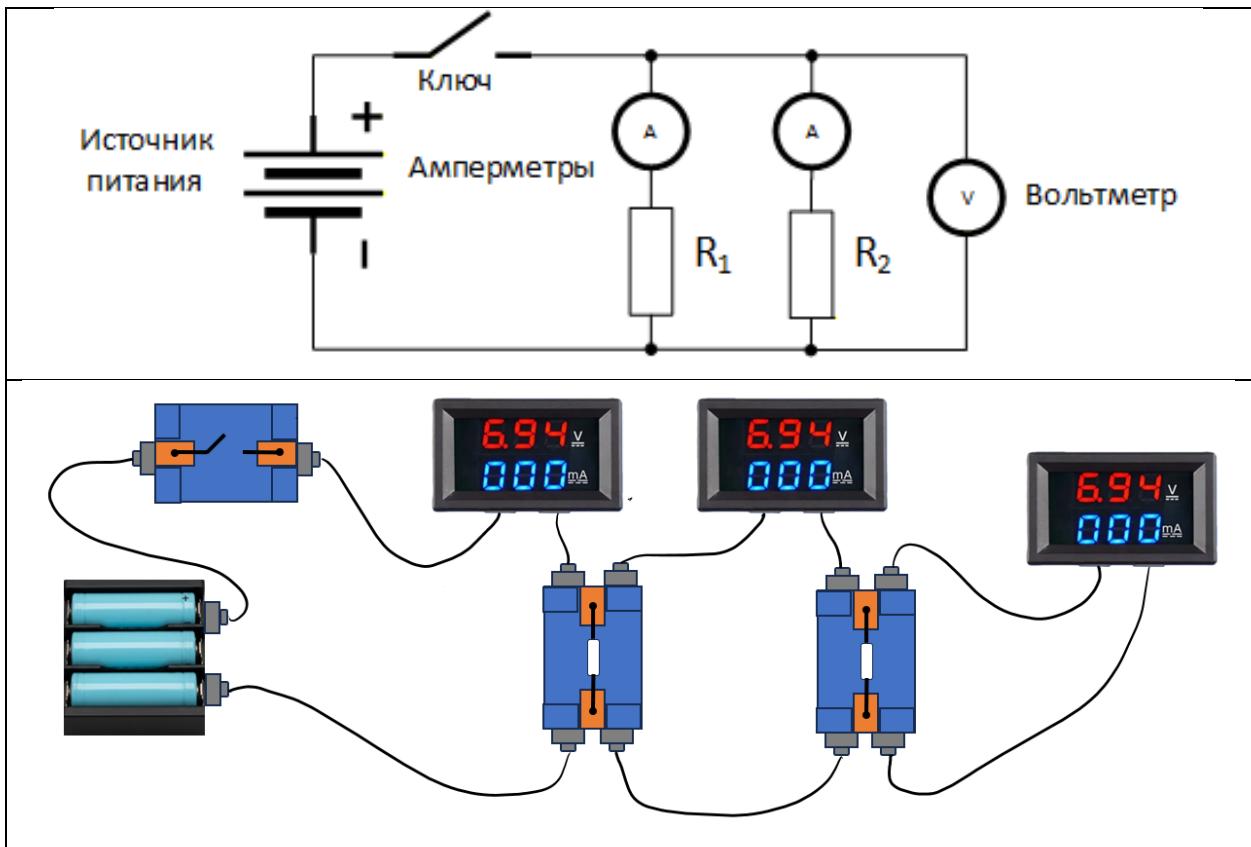
- Общую силу тока  $I$  в цепи (амперметр).
- Напряжение на первом резисторе  $U_1$  (вольтметр подключить параллельно  $R_1$ ).
- Напряжение на втором резисторе  $U_2$  (вольтметр подключить параллельно  $R_2$ ).
- Общее напряжение  $U$  на участке из двух резисторов (вольтметр подключить к точкам А и Б, охватывающим оба резистора).

4. Результаты занесите в **таблицу 1**. Выключите источник.





**Рисунок 1. Схема последовательного соединения**



## **Опыт 2. Параллельное соединение**

5. Разберите последовательную цепь. Соберите цепь согласно **рисунку 2**, соединив резисторы  $R_1$  и  $R_2$  параллельно.

- Амперметр сначала включите в неразветвленную часть цепи (после источника), чтобы измерить общий ток  $I$ .
  - Для измерения тока в ветвях  $I_1$  и  $I_2$  амперметр придется включать в разрыв каждой ветви по очереди.
6. После проверки схемы включите источник.
7. Снимите показания:
- Общее напряжение  $U$  на параллельном участке (оно же напряжение на  $R_1$  и  $R_2$ , так как вольтметр подключается к узлам).
  - Общий ток  $I$  в цепи (амперметр в общей цепи).
  - Ток в первой ветви  $I_1$  (амперметр последовательно с  $R_1$ ).
  - Ток во второй ветви  $I_2$  (амперметр последовательно с  $R_2$ ).
8. Результаты занесите в **таблицу 1**. Выключите источник.

## **Рисунок 2. Схема параллельного соединения**

### **Экспериментальные данные**

**Таблица 1. Результаты измерений**

Тип соединения	Напряжения, В	Силы токов, А
<b>Последовательное</b>	$U_1 =$	$I =$
	$U_2 =$	
	$U =$	
	$U = U_1 = U_2 =$	$I =$

Тип соединения	Напряжения, В	Силы токов, А
<b>Параллельное</b>		$I_1 =$
		$I_2 =$

## Обработка результатов

### 1. Для последовательного соединения:

- Проверьте выполнение соотношения  $U_1 + U_2 \approx U$ . Сравните полученную сумму с измеренным общим напряжением.
- Рассчитайте общее сопротивление участка по закону Ома, используя данные измерений:  $R_{\text{эксп}} = \frac{U}{I}$ .
- Рассчитайте теоретическое общее сопротивление:  $R_{\text{теор}} = R_1 + R_2$ . Сравните  $R_{\text{эксп}}$  и  $R_{\text{теор}}$ .

### 2. Для параллельного соединения:

- Проверьте выполнение первого правила Кирхгофа для узла:  $I_1 + I_2 \approx I$ .
- Рассчитайте общее сопротивление участка по закону Ома:  $R_{\text{эксп}} = \frac{U}{I}$ .
- Рассчитайте теоретическое общее сопротивление для двух параллельных резисторов:  $R_{\text{теор}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ . Сравните  $R_{\text{эксп}}$  и  $R_{\text{теор}}$ .

3. Все расчеты запишите в тетрадь. Сделайте вывод о причинах возможных расхождений (погрешность измерений, внутреннее сопротивление приборов, нагрев).

## Расчетные задания

1. Имеются три резистора:  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 5 \text{ Ом}$ . Рассчитайте общее сопротивление при их последовательном и параллельном соединении.

2. Два резистора ( $R_1 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 6 \text{ Ом}$ ) соединены последовательно и подключены к источнику напряжением  $U = 10 \text{ В}$ . Найдите силу тока в цепи и напряжения на каждом резисторе.

3. Те же резисторы ( $4 \text{ Ом}$  и  $6 \text{ Ом}$ ) соединили параллельно и подключили к источнику  $U = 12 \text{ В}$ . Найдите общий ток в цепи и токи, текущие через каждый резистор.

4. Как изменится общий ток в параллельной цепи, состоящей из двух одинаковых резисторов, если один из резисторов убрать (сопротивление ветви станет бесконечно большим)? Ответ поясните.

### **Контрольные вопросы**

1. Как изменяется общее сопротивление цепи при добавлении резисторов последовательно? А параллельно?

2. Почему при последовательном соединении сила тока во всех резисторах одинакова?

3. Почему при параллельном соединении напряжение на всех резисторах одинаково?

4. Как с помощью амперметра экспериментально проверить первое правило Кирхгофа (для узла)?

5. В каком соединении общее сопротивление всегда меньше наименьшего из сопротивлений? Приведите пример из жизни (или техники), где используется такое соединение.

6. Если перегорит (перестанет проводить ток) один из резисторов в последовательной цепи, будут ли гореть остальные? А если в параллельной?

## **Вывод**

В выводе необходимо отразить:

- Какую закономерность проверяли.
- Подтвердились ли теоретические соотношения для токов и напряжений (например,  $I = I_1 + I_2$  для параллельной цепи и  $U = U_1 + U_2$  для последовательной).
- Совпадает ли экспериментально найденное эквивалентное сопротивление с рассчитанным по формулам.
- Указать возможные причины погрешности.