

Лабораторная работа № 2

Изучение последовательного и параллельного соединения проводников

Цель работы

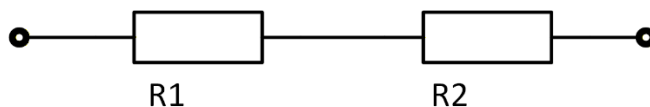
Экспериментально проверить законы распределения токов и напряжений при последовательном и параллельном соединении резисторов, научиться рассчитывать эквивалентное сопротивление цепи и проверить на практике первое правило Кирхгофа.

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

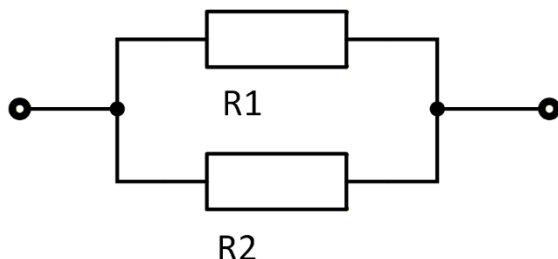
При последовательном соединении проводники соединяются друг за другом, образуя неразветвленную цепь.



- **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.

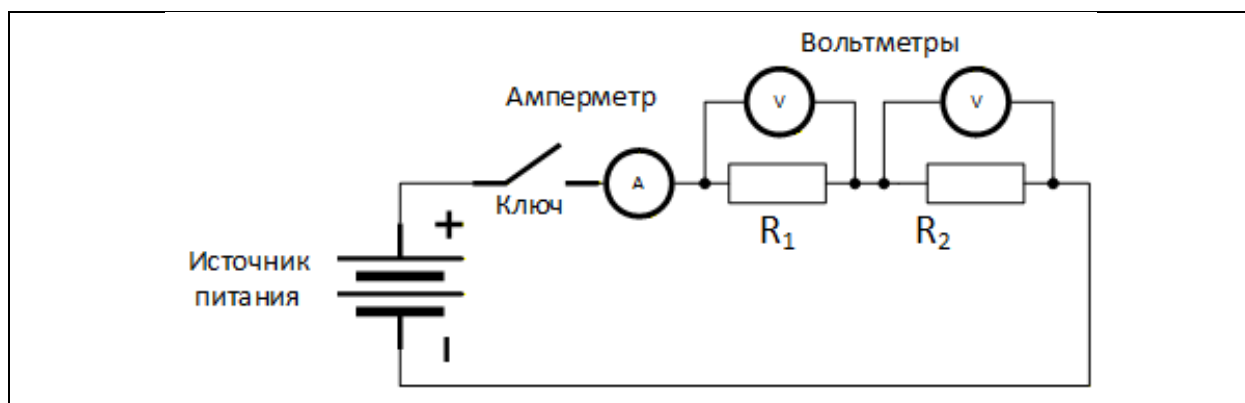
- Амперметр включите последовательно в цепь (в любом месте, например, после источника).
- Вольтметр приготовьте для поочередного измерения напряжений.

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.



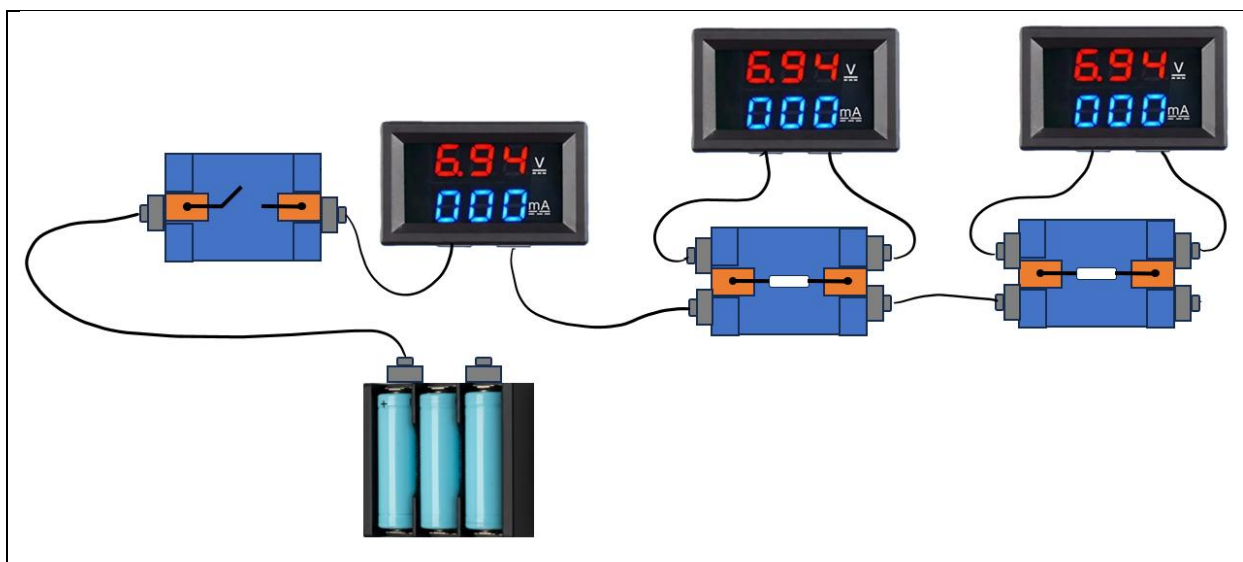
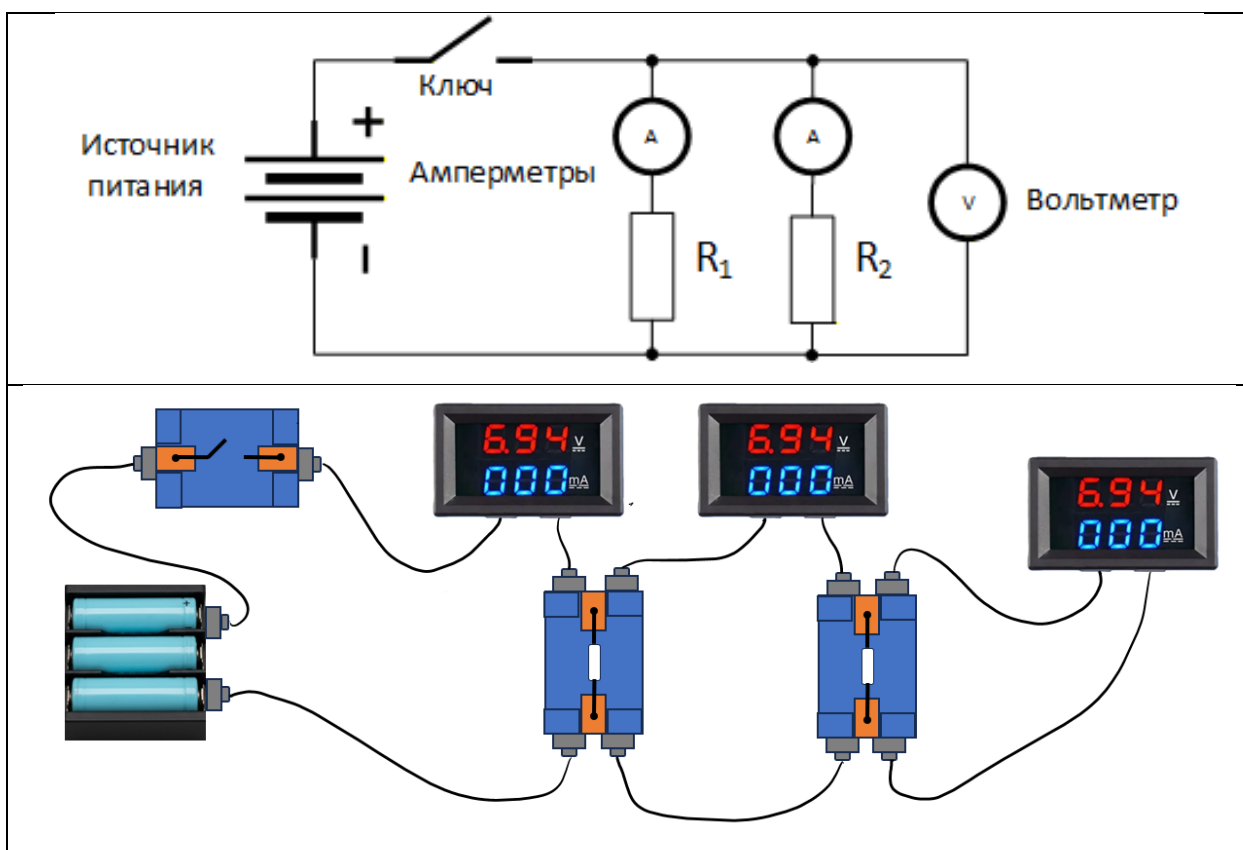


Рисунок 1. Схема последовательного соединения



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.
- После проверки схемы включите источник.
 - 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).
 - 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
Последовательное	$U_1 =$	$I =$
	$U_2 =$	
	$U =$	
	$U = U_1 = U_2 =$	$I =$

Тип соединения	Напряжения, В	Силы токов, А
Параллельное		$I_1 =$
		$I_2 =$

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 Ом и 6 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.