

## **Лабораторная работа № 7**

### **ПРОВЕРКА ЗАКОНА ОМА ДЛЯ УЧАСТКА ЦЕПИ**

Цель работы: научиться подключать амперметр и вольтметр к внешнему участку цепи, проводить измерения на внешнем участке, проверить закон Ома для внешнего (однородного) участка цепи и построить вольтамперную характеристику для участка цепи.

Оборудование: 1) источник постоянного тока до 36 В,  
2) амперметр (тип \_\_\_\_\_),  
3) вольтметр (тип \_\_\_\_\_),  
4) потенциометр (реостат) до 30 В, 5 А,  
5) лампа накаливания (12 В, 40 Вт) (потребитель 1),  
6) магазин сопротивлений (потребитель 2),  
7) соединительные провода.

#### Содержание работы

**Задание первое.** Сборка электрической цепи для проведения измерений.

**Задание второе.** Проведение измерений с помощью вольтметра и амперметра для потребителя 1.

**Задание третье.** Построение вольтамперной характеристики для потребителя 1.

**Задание четвертое.** Проведение измерений с помощью вольтметра и амперметра для потребителя 2.

**Задание пятое.** Построение вольтамперной характеристики для потребителя 2.

**Задание шестое.** Вычисление погрешности в работе.

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Одним из важнейших законов физики, устанавливающим соотношение между величиной тока, напряжением (разностью потенциалов) на концах участка и сопротивлением является закон, открытый немецким физиком Георгом Омом в 1827 году.

Если параметры проводника неизменны и постоянна температура, то для проводников существует однозначная зависимость между напряжением  $U$  и величиной тока  $I$  в проводнике.

Для многих проводников, в особенности для металлов, эта зависимость особенно проста: сила тока прямо пропорциональна напряжению

$$I = g U \quad (1)$$

Величина  $g$  в формуле (1) зависит от рода проводника и называется **электропроводимостью**. Величина, обратная проводимости, называется **электрическим сопротивлением**

$$\frac{1}{g} = R \quad (2)$$

$$[R] = \text{Ом}, \quad [g] = \frac{1}{\text{Ом}} = (\text{Ом})^{-1} = \text{См} \text{ (сименс)}$$

Подставим (2) в (1)

$$\boxed{I = \frac{U}{R}} \quad (3)$$

Это и есть математическое выражение **закона Ома**.

Формулировка закона:

**Величина тока прямо пропорциональна напряжению на концах участка и обратно пропорциональна сопротивлению участка.**

### Понятие линейных проводников и вольтамперная характеристика

Величина тока с электронной точки зрения выражается формулой

$$I = n \cdot q \cdot v \cdot S \quad (4)$$

$n$  – концентрация носителей заряда в проводнике,  $q$  – величина заряда,  $v$  – скорость направленного движения частиц,  $S$  – площадь поперечного сечения проводника.

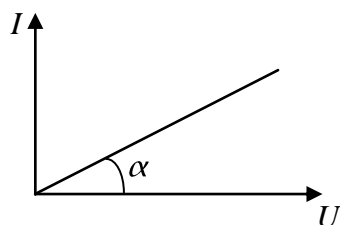
Если проводник – металл, то носителями являются электроны  $q = e$ , тогда формула (4) будет иметь вид

$$I = n \cdot e \cdot v \cdot S \quad (5)$$

Проводники, в которых концентрация частиц  $n$  постоянна, не зависит от напряженности, напряжения, т.е.  $n = \text{const}$ , называются **линейными**.

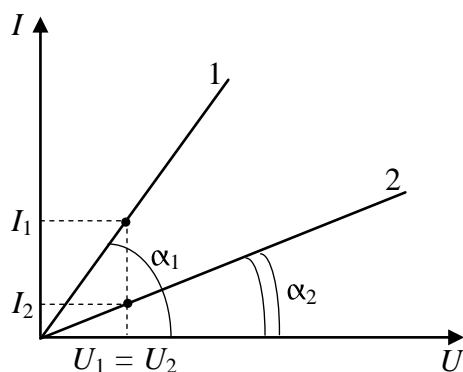
$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл – фундаментальная постоянная.

Поэтому зависимость тока от напряжения в законе Ома (3) будет линейной и вольтамперная характеристика будет прямой линией, выходящей из начала координат.



По углу наклона прямой к осям координат можно оценить величину сопротивления проводника.

Покажем, как это можно сделать.



Из закона Ома имеем

$$\text{для первой прямой } \frac{U_1}{I_1} = R_1 = \text{ctg } \alpha_1,$$

$$\text{для второй прямой } \frac{U_2}{I_2} = R_2 = \text{ctg } \alpha_2$$

$$\alpha_1 > \alpha_2$$

$$\text{ctg } \alpha_1 < \text{ctg } \alpha_2$$

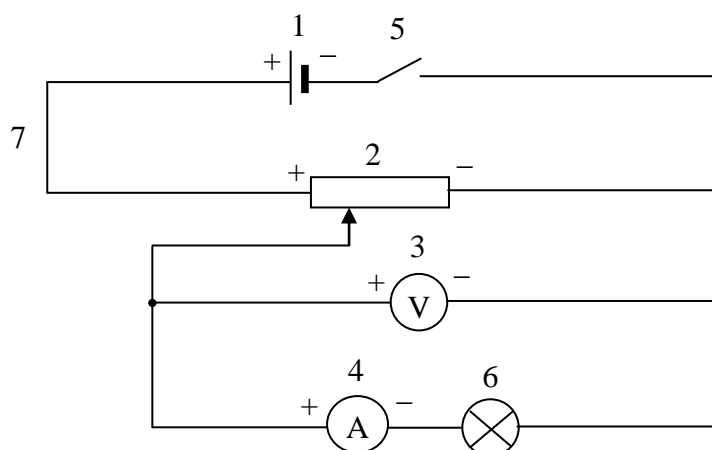
$$R_1 < R_2$$

На первой характеристике ток растет быстрее, т.е. сопротивление  $R_1$  меньше чем сопротивление  $R_2$ .

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

**Задание первое.** Сборка электрической цепи для проведения измерений.

1. Собрать электрическую цепь по указанной схеме



- Обозначения: 1 — источник постоянного тока (на электрощитке обозначено + — ),  
 2 — реостат на 15 — 30 Ом с током до 5 А, включенный как потенциометр параллельно источнику,  
 3 — вольтметр (тип ....., класс точности .....),  
 4 — амперметр (тип ....., класс точности .....),  
 5 — ключ (находится на электрощитке),  
 6 — потребитель с неизвестным сопротивлением (потребитель 1),  
 7 — соединительные провода.

2. При подключении реостата к источнику сначала включить нижние клеммы, к положительному полюсу источника + подключить ту клемму, над которой сверху располагается клемма рычажка реостата.
3. Вольтметр включать на предел 0 — 15 В.
4. Амперметр включать на предел 0 — 7,5 А.
5. Определить цену деления вольтметра и амперметра и занести в таблицу 1.
6. Дать проверить схему преподавателю.

**Задание второе.** Проведение измерений с помощью вольтметра и амперметра для потребителя 1.

#### Порядок выполнения

1. Установить минимальное сопротивление на реостате, по схеме крайнее левое положение рычажка.
2. Включить цепь с помощью тумблера на щитке.

3. Далее плавно увеличивая сопротивление на потенциометре, снимать показания вольтметра и амперметра, результаты заносить в таблицу 1.
4. Значения тока и напряжения в таблице указывать в вольтах и амперах, а не числом делений.

Таблица 1.

Результаты измерений и вычислений.

№ п/п	Вольтметр			Амперметр			Сопротивление
	Цена деления $C_1$ , В	Число делений	Показания $U$ , В	Цена деления $C_2$ , А	Число делений	Показания $I$ , А	$R = \frac{U}{I}$ , Ом
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
							$R_{ср1} =$

**Задание третье.** Построение вольтамперной характеристики для потребителя 1.

Порядок выполнения

1. График строить на миллиметровой бумаге.
2. Размер графика не менее  $\frac{1}{2}$  страницы (тетради).

**Задание четвертое.** Проведение измерений с помощью вольтметра и амперметра для потребителя 2.

Порядок выполнения

1. В схеме задания 1 заменить потребителя с неизвестным сопротивлением (потребитель 1) на магазин сопротивлений (потребитель 2). Установить сопротивление 5 Ом.
2. Установить минимальное сопротивление на реостате, по схеме крайнее левое положение рычажка.
3. Включить цепь с помощью тумблера на щитке.
4. Далее плавно увеличивая сопротивление на потенциометре, снимать показания вольтметра и амперметра, результаты заносить в таблицу 2.

5. Значения тока и напряжения в таблице указывать в вольтах и амперах, а не числом делений.

Таблица 2.

Результаты измерений и вычислений.

№ п/п	Вольтметр			Амперметр			Сопротивление $R = \frac{U}{I}$ , Ом
	Цена деления $C_1$ , В	Число делений	Показания U, В	Цена деления $C_2$ , А	Число делений	Показания I, А	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
							$R_{cp2} =$

6. Сравнить  $R_{cp}$  с сопротивлением, установленным на магазине сопротивлений.

**Задание пятое.** Построение вольтамперной характеристики для потребителя 2.

#### Порядок выполнения

1. График строить на миллиметровой бумаге.
2. Размер графика не менее  $\frac{1}{2}$  страницы (тетради).
3. Проверить формулу  $R_{cp} \approx \operatorname{ctg} \alpha = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}$  (смотри теорию к работе).
4. Сравнить вольтамперные характеристики. Сделать вывод о характере зависимости силы тока от напряжения (линейная или нелинейная).

**Задание шестое.** Вычисление погрешности в работе.

1. Найти относительную погрешность сопротивления

$$\delta R_{cp} = \frac{\Delta R}{R_{cp}} = \left( \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} \right) \cdot 100\%$$

$\frac{\Delta U}{U}$  – класс точности вольтметра в долях единицы,

$\frac{\Delta I}{I}$  – класс точности амперметра в долях единицы.

2. Найти абсолютную погрешность сопротивления (из заданий 2 и 4)

$$\Delta R_{cp} = R_{cp} \cdot \delta R_{cp},$$

$\delta R_{cp}$  подставлять в долях единицы.

3. Записать окончательный результат для обоих сопротивлений

$$R = R_{cp} \pm \Delta R_{cp} \text{ (Ом)}$$

### ВОПРОСЫ К ОТЧЕТУ

1. Понятие линейных проводников.
2. Объяснение закона Ома для однородного участка цепи.
3. Вольтметр и его включение.
4. Амперметр и его включение.
5. Понятие вольтамперной характеристики.
6. Включение реостата для изменения напряжения в цепи (в качестве потенциометра).