

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ЭМ-2 ИЗМЕРЕНИЕ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА

## **1. Цель работы**

Изучение закона Ома и зависимости электрического сопротивления проводника от его геометрических параметров;  
опытное определение удельного сопротивления металлического проводника.

## **2. Подготовка к работе**

Изучите теоретический материал по учебнику ([1]: закон Ома, электрическое сопротивление проводников, удельные электрические сопротивления и проводимость, закон Ома в дифференциальной форме, связь плотности тока в проводнике со скоростью упорядоченного движения электронов.

## **3. Вопросы для допуска к лабораторной работе**

1. Сформулируйте закон Ома для однородного металлического проводника. Объясните, от каких параметров зависит его электрическое сопротивление.
2. Запишите закон Ома в дифференциальной форме. В каких единицах измеряется удельная электрическая проводимость.
3. Оцените величину скорости упорядоченного движения электронов в металлической проволоке диаметром 1 мм., по которой протекает ток силой 10 А, если концентрация свободных электронов в металле равна  $10^{28} \text{ м}^{-3}$ .
4. Изобразите две схемы измерения сопротивления, применяемые в лабораторной установке. В какой из этих схем измеряемое значение сопротивления не зависит от внутреннего сопротивления амперметра?
5. Каким образом из результатов измерений определяется величина удельного сопротивления проводника?

## **4. Литература**

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 2. М.: Наука, 1998 г.

## **5. Методика проведения эксперимента и описание установки**

Внешний вид лабораторной установки показан на рис. 1. Вдоль стойки 1 с делениями натянут проводник 2 в виде металлической проволоки. Вдоль проводника можно передвигать скользящий контакт 3 и, таким образом, включать

в схему измерений часть проводника, расположенную между точками А и С. В измерительном блоке 4 находятся источник постоянного напряжения с регулятором тока 5 и измерительные приборы – амперметр 6 и вольтметр 7. Для измерения сопротивления  $R_{AC}$  между точками А и С используется метод амперметра и вольтметра, при этом с помощью переключателя 8 можно выбирать две различные схемы подключения приборов к измеряемому сопротивлению. Эти схемы показаны на рис. 2 ( $U_0$  - Напряжение источника,  $r_a$  и  $r_e$  - внутреннее сопротивление амперметра и вольтметра). На том же рисунке изображены соответствующие эквивалентные схемы.

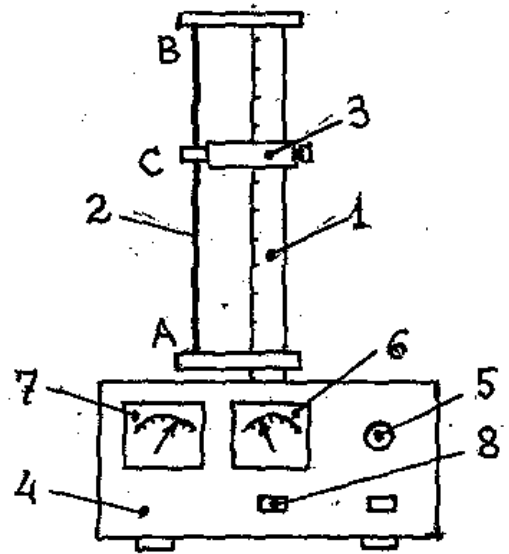


Рис. 1

В схеме 1 вольтметр показывает напряжение  $U_1$  на параллельном соединении измеряемого сопротивления  $R_{AC}$  и вольтметра  $r_e$ , поэтому

$$U_1 = I_1 \frac{R_{AC} \cdot r_e}{R_{AC} + r_e}. \quad (1)$$

В схеме 2 показание вольтметра  $U_2$  соответствует напряжению на последовательном соединении  $R_{AC}$  и сопротивления амперметра  $r_a$ , то есть

$$U_2 = I_2 (R_{AC} + r_a). \quad (2)$$

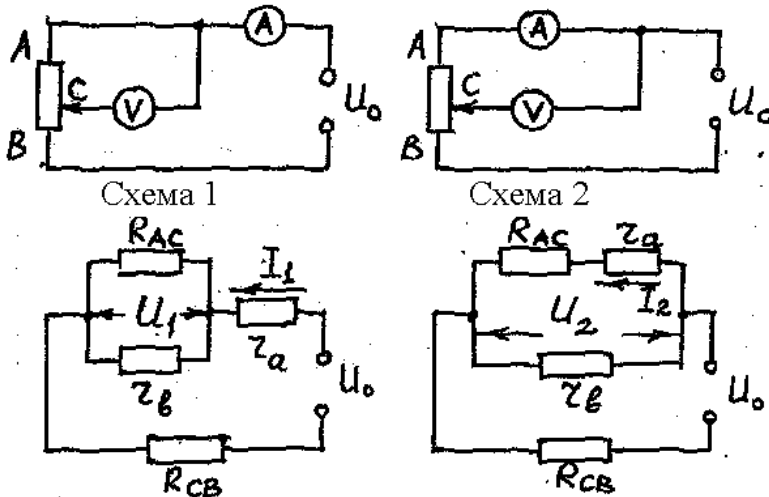


Рис. 2

В соответствии с методом амперметра-вольтметра и законом Ома измеряемые величины сопротивления будут равны

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} \text{ (схема 1);}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} \text{ (схема 2).} \quad (3)$$

Пользуясь формулами (1), (2), находим истинные значения искомого сопротивления:

$$R_{AC}(1) = \frac{R_1 r_e}{r_e - R_1} \text{ (схема 1),} \quad (4)$$

$$R_{AC}(2) = R_2 - r_a \text{ (схема 2).} \quad (5)$$

Для определения удельного сопротивления проводника  $\rho$  используем известную формулу

$$R_{AC} = \frac{\rho l}{S}, \quad (6)$$

где  $l$  - длина проводника, определяемая по шкале 1 (см. рис. 1),  $S$  - площадь сечения проволоки (указана на стенде). Если, перемещая скользящий контакт, произвести измерения  $R_{AC}$  при различных длинах  $l$ , то по наклону графика зависимости  $R_{AC}(l)$  можно найти удельное сопротивление металла  $\rho$ :

$$\rho = S \left( \frac{\Delta R_{AC}}{\Delta l} \right), \quad (7)$$

где  $\Delta R_{AC}$  и  $\Delta l$  - соответствующие приращения величин  $R_{AC}$  и  $l$  по графику.

### 6. Порядок выполнения работы

1. Привести ручку регулятора тока 5 в крайнее левое положение. Скользящий контакт 3 установить в среднее положение. Переключатель 8 установить в нажатое положение (схема 1).
2. Включить установку в сеть (выполняет лаборант). Регулятором тока 5 установить величину тока  $I_1 = 150 \text{ мА}$ .
3. Передвигая скользящий контакт 3 вдоль шкалы 1 вниз с шагом 5 см., начиная с  $l = 45$  см., произвести измерения напряжений  $U_1$  и токов  $I_1$  в схеме 1. Полученные данные занести в табл. 1.
4. Установить скользящий контакт 3 в среднее положение. Перевести переключатель 8 в ненажатое положение (схема 2). Регулятором тока 5 установить величину тока  $I_2 = 200 \text{ мА}$ .
5. Передвигая контакт 3, аналогично пункту 3, произвести измерения напряжений  $U_2$  и токов  $I_2$  в схеме 2. Результаты записать в табл. 1.

### 7. Оформление отчёта

1. По данным табл. 1 рассчитать величины измеряемых сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$  (формула (3)), записать полученные данные в табл. 1.
2. Пользуясь формулами (4) и (5), рассчитать величины  $R_{AC}(1)$  и  $R_{AC}(2)$  для схем 1 и 2 соответственно, определить усредненные значения  $\langle R_{AC} \rangle = \frac{R_{AC}(1) + R_{AC}(2)}{2}$ . Данные занести в табл. 1.
3. Построить график зависимости  $\langle R_{AC} \rangle(l)$ . По наклону графика (формула (7)) найти удельное сопротивление металла  $\rho$ .
4. По полученным результатам эксперимента сделать выводы.

Таблица 1.

$\ell, \mathcal{M}$				•••	
$U_1, B$				•••	
$I_1, A$				•••	
$U_2, B$				•••	
$I_2, A$				•••	
$R_1, O_M$				•••	
$R_2, O_M$				•••	
$R_{AC}(1)$				•••	
$R_{AC}(2)$				•••	
$\langle R_{AC} \rangle$					
$\rho, O_M \cdot \mathcal{M} =$					