

**федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»**

Кафедра физики

Лабораторная работа 3.1

Изучение закона Ома

Установка 1 (вариант 1)

**Выполнил: обучающийся
гр. 3205
Иванов И.И.**

**Проверил: ст. преп.
кафедры физики
Зубарев А.П.**

Самара 2020

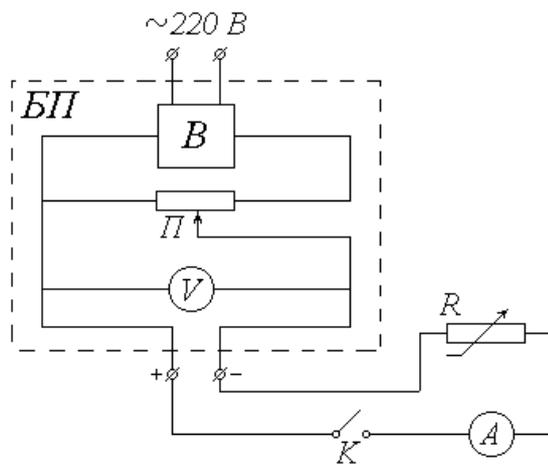
Лабораторная работа 3.1

Изучение закона Ома

Цель работы

- 1) знакомство с простейшими электрическими схемами и приобретение навыков работы с электро-измерительными приборами;
- 2) экспериментальная проверка закона Ома для участка электрической цепи.

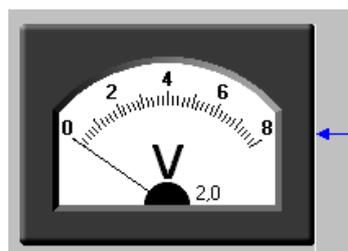
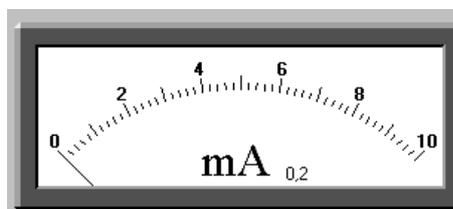
Схема экспериментальной установки



- БП – блок питания;
B – выпрямитель;
П – потенциометр;
V – вольтметр;
K – ключ;
A – миллиамперметр;
R – магазин сопротивлений

Упражнение 1. ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СИЛЫ ТОКА ОТ НАПРЯЖЕНИЯ

1. Определяем класс точности вольтметра K_V и миллиамперметра K_A , а также их пределы измерения U_{max} и I_{max} .



Амперметр $K_A = 0.2$, $I_{max} = 10 \text{ mA} = 0.01 \text{ A}$

Вольтметр $K_V = 2.0$, $U_{\max} = 8\text{ В}$

Класс точности K представляет собой отношение абсолютной приборной погрешности δx к пределу измерения шкалы Π_{\max} , выраженное в процентах:

$$K = \frac{\delta x}{\Pi_{\max}} \cdot 100.$$

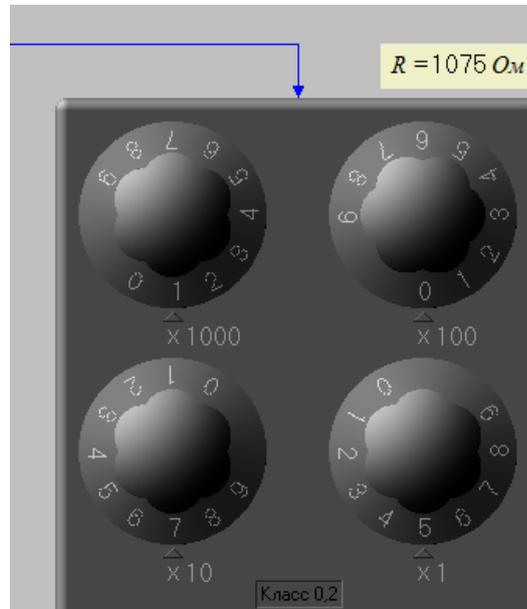
Зная класс точности, можно вычислить абсолютные приборные погрешности приборов:

$$\delta x = \frac{K \cdot \Pi_{\max}}{100},$$

где Π_{\max} - предел измерения приборов (см. ниже).

2. Класс точности магазина сопротивлений равен $K_M = 0.2$

Устанавливаем $R_0 = 1075\text{ Ом}$



3. Нажимаем на кнопку «Сеть» и замыкаем ключ кнопкой «Замкнуть».

4. Устанавливаем потенциометром начальное значение напряжения $U = 3\text{ В}$.

5. Со шкалы миллиамперметра снимаем значение силы тока I . Показания приборов (величины U и I) заносим в соответствующие столбцы табл. 1.

6. Увеличивая на один вольт значение подаваемого напряжения U , повторяем действия, описанные в п. 5, еще четыре раза.

Таблица 1

Номер опыта	$U, \text{ В}$	$I, \text{ мА}$	$R, \text{ Ом}$	$\Delta R, \text{ Ом}$	$(\Delta R)^2, \text{ Ом}^2$
1	3.0	2.8	1071	7	49
2	4.0	3.8	1053	-11	121

3	5.0	4.7	1064	0	0
4	6.0	5.6	1071	7	49
5	7.0	6.6	1061	-3	9
		$\Sigma =$	5320	$\Sigma =$	

7. Переводя силу тока I в амперы, вычисляем по формуле $R = \frac{U}{I}$ и заносим в таблицу значения сопротивления R для каждого опыта.

8. Рассчитываем сумму $\sum_{i=1}^5 R_i$ найденных значений сопротивления и записываем ее в первую ячейку « $\Sigma =$ ». Находим среднее значение сопротивления \bar{R} .

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^5 R_i}{5} = \frac{5320}{5} = 1064 \text{ Ом}$$

9. Вычисляем и заносим в таблицу отклонения $\Delta R_i = R_i - \bar{R}$ каждого из значений сопротивления от среднего, а также квадраты этих отклонений. Сумму квадратов отклонений заносим во вторую ячейку « $\Sigma =$ ». Выполняем все расчеты, необходимые для оценки случайной погрешности $\Delta_s R$. Находим величину $\Delta_s R$, задаваясь доверительной вероятностью $\alpha = 0,95$.

$$(\Delta R_i)^2 = (R_i - \bar{R})^2, \quad \sigma_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (\Delta R_i)^2}{20}} = 3.5 \text{ Ом}$$

Коэффициент Стьюдента находим из таблицы для $\alpha = 0,95$ и $N=5$ (5 измерений):

$$t_{N,\alpha} = 2.78,$$

$$\Delta_s R = t_{N,\alpha} \cdot \sigma_R = 2.78 \cdot 3.5 = 9.7 \text{ Ом}$$

10. По классу точности и пределу измерения приборов определяем абсолютные приборные погрешности измерения напряжения δU и силы тока δI , а также относительные ошибки E_U и E_I .

$$\delta U = \frac{K_V \cdot U_{\max}}{100} = \frac{2 \cdot 8}{100} = 0.16 \text{ В}$$

$$\delta I = \frac{K_A \cdot I_{\max}}{100} = \frac{0.2 \cdot 0.010}{100} = 0.0002 \text{ А} = 0.2 \text{ мА}$$

$$E_U = \frac{\delta U}{U_{\min}} = \frac{0.16}{3} = 0.053$$

$$E_I = \frac{\delta I}{I_{\min}} = \frac{0.2}{2.8} = 0.07$$

11. Оцениваем абсолютную приборную погрешность косвенного измерения сопротивления δR .

$$\delta R = \bar{R} \sqrt{E_U^2 + E_I^2}$$

$$\delta R = 1064 \sqrt{(0.07)^2 + (0.053)^2} = 93 \text{ Ом}$$

12. Оцениваем полные абсолютную Δ и относительную E погрешности. Сделаем необходимые округления, записываем окончательный результат измерения сопротивления.

$$\Delta R = \sqrt{(\Delta_s R)^2 + (\delta R)^2} = \sqrt{9.7^2 + 93^2} \approx 94 \text{ Ом} - \text{полная абсолютная ошибка}$$

$$E = \frac{\Delta R}{R} = \frac{94}{1064} \approx 0.088 = 8.8\% \text{ полная относительная ошибка}$$

$$\boxed{R = 1064 \pm 94 \text{ Ом}}$$

Сопоставьте полученный доверительный интервал с установленным значением сопротивления магазина R_0 .

13. Вычислите абсолютную приборную ошибку сопротивления магазина

$$\delta R_0 = \frac{K_M \cdot R_0}{100}$$

$$\delta R_0 = \frac{0.2 \cdot 1075}{100} \approx 2 \text{ Ом}$$

и оцениваем его доверительный интервал $R_0 \pm \delta R_0$.

$$\boxed{R = 1075 \pm 2 \text{ Ом}}$$

Сравните его с ранее полученным интервалом. Сделайте выводы о характере зависимости силы тока от напряжения на участке электрической цепи.

Вывод: доверительные интервалы для экспериментально вычисленного сопротивления и для значения, указанного в магазине сопротивлений, пересекаются.

Упражнение 2. ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТОКА ОТ СОПРОТИВЛЕНИЯ (установка б)

1. Ручкой потенциометра установите рекомендуемое значение напряжения U_0 .

Запишите это значение в тетрадь.

$$U_0 = 6.5 \text{ В}$$

2. Установите на магазине сопротивлений начальное значение $R = 1000 \text{ Ом}$.

3. Со шкалы миллиамперметра снимите значение силы тока I . Переведите это значение в амперы. Показания приборов (величины R и I) занесите в табл. 2.

Таблица 2

Номер измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R, \text{ Ом}$	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
$I, \text{ А}$	0.0065	0.0059	0.0054	0.0050	0.0046	0.0043	0.0040	0.0038	0.0036	0.0034
$\frac{1}{R}, \text{ Ом}^{-1}$	0.00100	0.00091	0.00083	0.00077	0.00071	0.00067	0.00063	0.00059	0.00056	0.00053

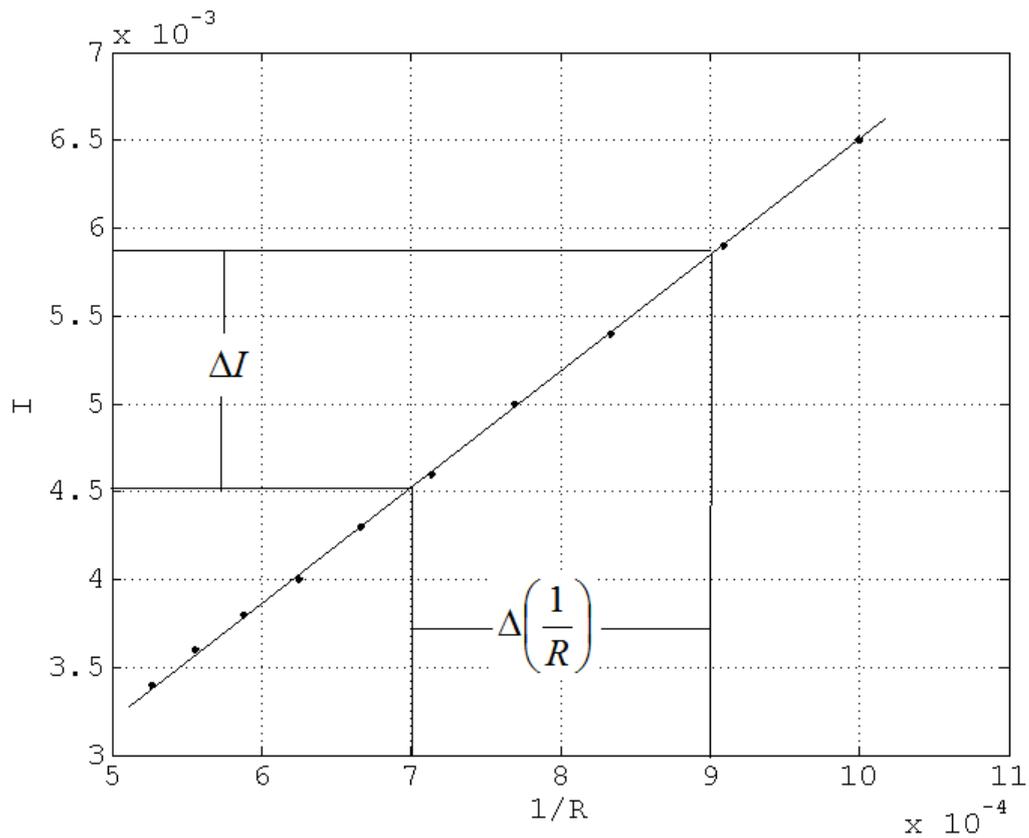
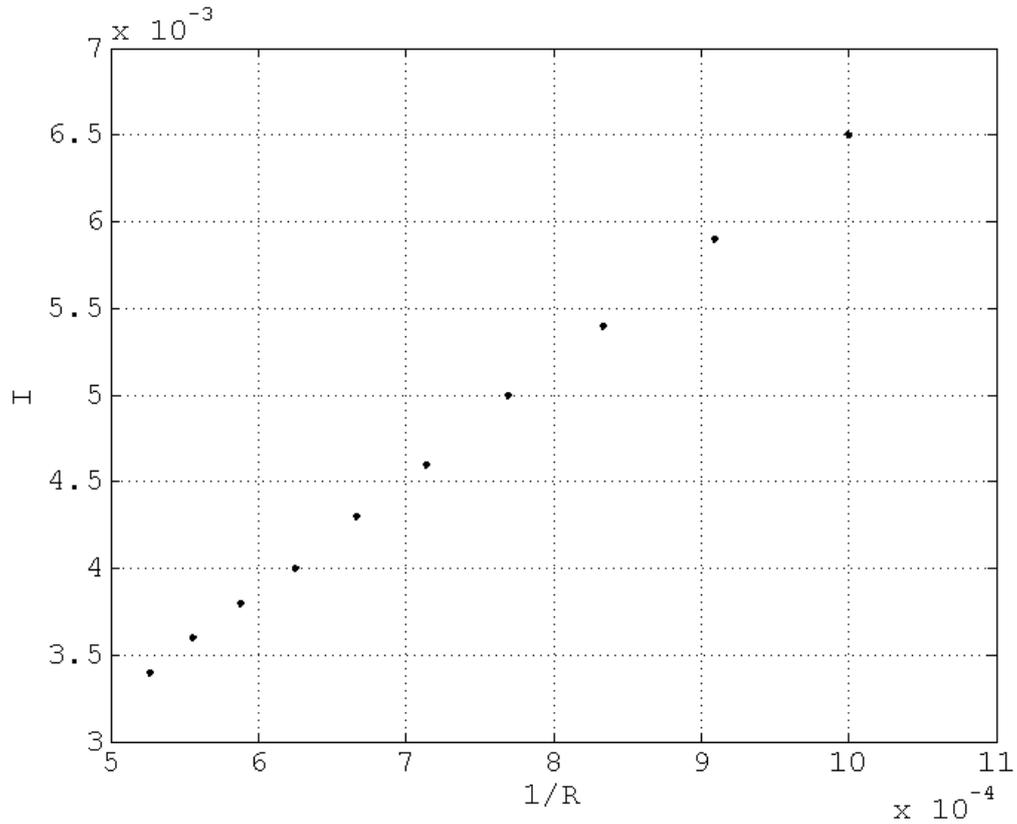
4. Увеличивая значение сопротивления магазина с помощью ручки « $\times 100$ » на 100 Ом , повторите действия, перечисленные в п. 3, еще семь раз.

5. Ручкой потенциометра уменьшите подаваемое напряжение до нуля. Отключите сетевой тумблер на панели блока питания и выключите установку из сети.

6. Постройте график зависимости силы тока I от величины $\frac{1}{R}$. Сделайте вывод о

характере зависимости силы тока от сопротивления участка цепи.

7. Проведите сглаживающую прямую через начало координат и экспериментальные точки. Выберите на этой прямой две точки (одной из них может быть начало координат) и по тангенсу угла наклона прямой, используя формулу (3), рассчитайте значение напряжения U .



$$U = \frac{\Delta I}{\Delta \left(\frac{1}{R} \right)}$$

8. Сравните полученное значение U с ранее записанным показанием вольтметра U_0 .
Оцените их относительное отклонение

$$E = \frac{|U - U_0|}{U_0} \cdot 100\%$$