

# Лабораторная работа №1 ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗИСТОРОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

- Цель работы: ознакомление с некоторыми методами измерения активного сопротивления и приборами, служащими для этой цели; приобретение практических навыков измерения сопротивлений.
- Схема:

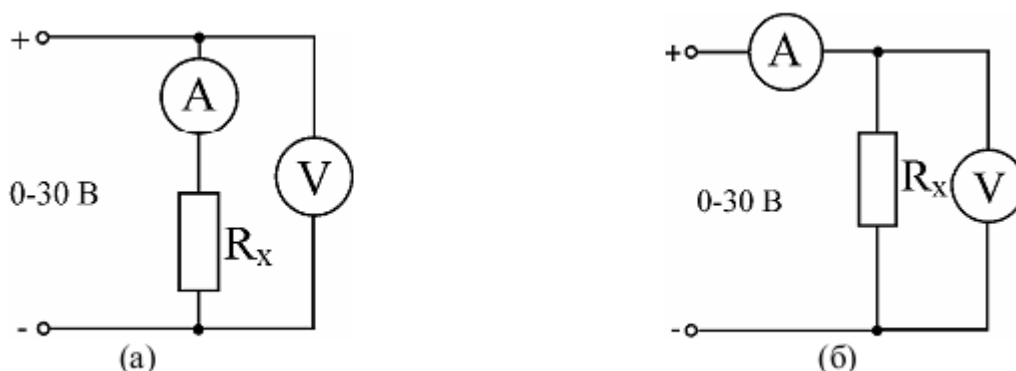


Рис. 1.3. Измерение сопротивления методом вольтметра-амперметра

- Измерения (в порядке проведения экспериментов, слева направо):

| U, В | I, мА | R <sub>x</sub> , Ом | U, В | I, мА | R <sub>x</sub> , Ом | U, В | I, мА | R <sub>1</sub> , Ом | U, В | I, мА | R <sub>1</sub> , Ом |
|------|-------|---------------------|------|-------|---------------------|------|-------|---------------------|------|-------|---------------------|
| 0,3  | 0,4   | 750                 | 0,36 | 0,3   | 1200                | 0,03 | 0,1   | 300                 | 0,03 | 0,1   | 300                 |
| 0,78 | 0,7   | 1114                | 0,76 | 0,6   | 1267                | 0,32 | 0,5   | 640                 | 0,32 | 0,5   | 640                 |
| 1,23 | 1     | 1230                | 1,18 | 1     | 1180                | 0,72 | 1,1   | 655                 | 0,71 | 1,1   | 645                 |
| 1,7  | 1,5   | 1133                | 1,62 | 1,4   | 1157                | 1,15 | 1,8   | 639                 | 1,13 | 1,7   | 665                 |
| 2,15 | 1,8   | 1194                | 2,08 | 1,8   | 1156                | 1,6  | 2,5   | 640                 | 1,56 | 2,4   | 650                 |
| 2,61 | 2,3   | 1135                | 2,53 | 2,2   | 1150                | 2,04 | 3,1   | 658                 | 1,99 | 3,1   | 642                 |
| 3,06 | 2,7   | 1133                | 2,99 | 2,6   | 1150                | 2,52 | 3,9   | 646                 | 2,44 | 3,8   | 642                 |
| 3,52 | 3,1   | 1135                | 3,45 | 3     | 1150                | 2,99 | 4,6   | 650                 | 2,89 | 4,5   | 642                 |
| 3,77 | 3,3   | 1142                | 3,66 | 3,2   | 1144                | 3,46 | 5,3   | 653                 | 3,36 | 5,2   | 646                 |
| 4,2  | 3,7   | 1135                | 4,1  | 3,6   | 1139                | 3,67 | 5,7   | 644                 | 3,56 | 5,5   | 647                 |
| 4,7  | 4,1   | 1146                | 4,55 | 4     | 1138                | 4,12 | 6,3   | 654                 | 4    | 6,2   | 645                 |
| 5,13 | 4,5   | 1140                | 5,02 | 4,4   | 1141                | 4,58 | 7     | 654                 | 4,46 | 6,9   | 646                 |
| 5,57 | 4,9   | 1137                | 5,47 | 4,8   | 1140                | 5,02 | 7,8   | 644                 | 4,93 | 7,5   | 657                 |
| 6,1  | 5,3   | 1151                | 5,93 | 5,2   | 1140                | 5,41 | 8,5   | 636                 | 5,36 | 8,3   | 646                 |
| 6,59 | 5,7   | 1156                | 6,42 | 5,6   | 1146                | 5,93 | 9,1   | 652                 | 5,81 | 8,9   | 653                 |
| 7,07 | 6,2   | 1140                | 6,88 | 6,1   | 1128                | 6,4  | 9,8   | 653                 | 6,27 | 9,6   | 653                 |
| 7,53 | 6,6   | 1141                | 7,35 | 6,5   | 1131                | 6,84 | 10,6  | 645                 | 6,73 | 10,3  | 653                 |
| 8,01 | 7     | 1144                | 7,88 | 6,9   | 1142                | 7,33 | 11,3  | 649                 | 7,17 | 11    | 652                 |
| 8,01 | 7     | 1144                | 7,88 | 6,9   | 1142                | 7,78 | 12    | 648                 | 7,69 | 11,8  | 652                 |
|      |       | 1126                |      |       | 1154,5              |      |       | 629,5               |      |       | 630,4               |

А так же с помощью омметра:  $R_x = 1324(Ом)$ ,  $R_l = 767(Ом)$ , магазин  $R_l = 782(Ом)$ .

- Расчет погрешностей:

- Для отдельно взятого измерения  $R_i$  по формуле  $\Delta R_i = \sqrt{\left(\frac{\Delta U_i}{U_i}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I_i}{I_i}\right)^2}$

- Для среднего значения  $R$  по следующему принципу (см. аналитические методы прикладной физики)

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{n}, \text{ следовательно } \Delta R = \sqrt{\sum_{k=1}^n \left( \frac{\partial}{\partial R_k} \left( \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{n} \right) \Delta R_k \right)^2} =$$

$$= \left[ \text{т.к. все члены суммы без } R_k \text{ пропадут} \right] = \sqrt{\sum_{k=1}^n \left( \frac{\Delta R_k}{n} \right)^2}$$

Итого, получаем (расчеты велись на компьютере):

$$R_x = (1126,5 \pm 21,7) \text{ Ом}$$

$$R_x = (1154,7 \pm 18,3) \text{ Ом}$$

$$R_1 = (629,5 \pm 14,2) \text{ Ом}$$

$$R_1 = (630,4 \pm 8,7) \text{ Ом}$$

- Аппроксимация методом наименьших квадратов — коэффициенты для линейной зависимости находятся решением следующей системы уравнений (см. программирование и мат. моделирование):

$$\begin{aligned} C_0 n + C_1 \sum U_i &= \sum I_i \\ C_0 \sum U_i + C_1 \sum U_i^2 &= \sum U_i I_i \end{aligned}$$

$\text{где } I = C_0 U + C_1$

Кроме того, найти коэффициенты для линейного приближения этим методом позволяют табличные процессоры, например OpenOffice Calc.

Итого, полученные приближения (в порядке проведения экспериментов, сверху вниз):

$$I = 8,71 \cdot 10^{-4} U + 2 \cdot 10^{-5} \text{ (A)}$$

$$I = 8,441 \cdot 10^{-4} U - 4 \cdot 10^{-5} \text{ (A)}$$

$$I = 15,41 \cdot 10^{-4} U + 1 \cdot 10^{-5} \text{ (A)}$$

$$I = 15,3 \cdot 10^{-4} U + 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ (A)}$$

- Вывод: для предложенных элементов (резисторов) в предложенном диапазоне напряжений выполняется закон Ома.