
Отчет о лабораторной работе № 1.13

Проверка закона Ома для однородного участка цепи

Студент: Иванов Иван
Номер ИСУ: 00000

20 февраля 2023 г.

1 Цель работы

- Проверить закон Ома для однородного участка цепи

2 Задачи, решаемые при выполнении работы

- Измерение зависимости тока от напряжения
- Расчет сопротивления резистора из экспериментальных данных

3 Объект исследования

Объектом исследования является резистор с известным сопротивлением

4 Метод экспериментального исследования

Сбор данных, анализ результатов их исследования (эмпирический)

5 Рабочие формулы и исходные данные

Согласно закону Ома для однородного участка цепи ток I определяется отношением напряжения U к сопротивлению R

$$I = \frac{U}{R}. \quad (1)$$

Зная силу тока и напряжение, можно вычислить сопротивление из уравнения (1). В работе изменяется прикладываемое к резистору напряжение и измеряется сила тока, протекающего через резистор. Сопротивление определяется методом наименьших квадратов из зависимости $I(U)$.

Просто примеры формул

$$\begin{cases} x_k = \sum_{i=1}^N \lambda_i^2 \exp\left[\frac{y^{(i)} - \mu}{\bar{\sigma}}\right], \\ \langle f(\kappa) \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \Re(t) e^{-i\omega t} dt \frac{1}{\sqrt{2\pi}}. \end{cases} \quad (2)$$

$$E_{\text{ex}} + E_{\text{DMI}} = -2w\lambda^* \mu_0 M_s \langle \mathbf{m} \cdot (\mathbf{H}_{\text{ex}} + \mathbf{H}_{\text{DMI}}^{\text{Pt}}) \rangle. \quad (3)$$

$$\mathbf{H}_{\text{DMI}}^{\text{Pt}} = \frac{2D}{\mu_0 M_s} \left(\frac{\partial m_z}{\partial x}, \frac{\partial m_z}{\partial y}, -\frac{\partial m_x}{\partial x} - \frac{\partial m_y}{\partial y} \right). \quad (4)$$

$$\sin x \approx x \quad (5)$$

6 Измерительные приборы

№	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность
1	Вольтметр	Цифровой	0-1000 В	1 В
2	Амперметр	Цифровой	0-200 мА	0.1 мА

7 Схема установки

Рис. 1 показывает принципиальную схему установки. На источнике напряжения устанавливается нужное значение, после чего записываются показания амперметра.

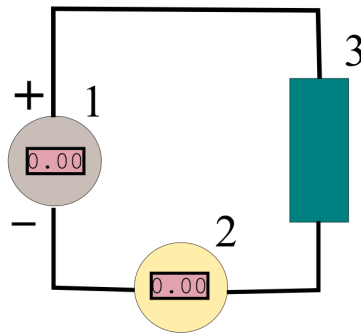


Рис. 1: Схема установки. 1 - источник постоянного напряжения, 2 - амперметр, 3 - резистор.

8 Результаты прямых измерений и их обработки

Были проделаны измерения тока, текущего через резистор, при разных величинах напряжения на нем. Результаты приведены в таблице 1. С использованием полученных данных мы строим график зависимости тока от напряжения (Рис. 2). Из теории известно, что зависимость $I(U)$

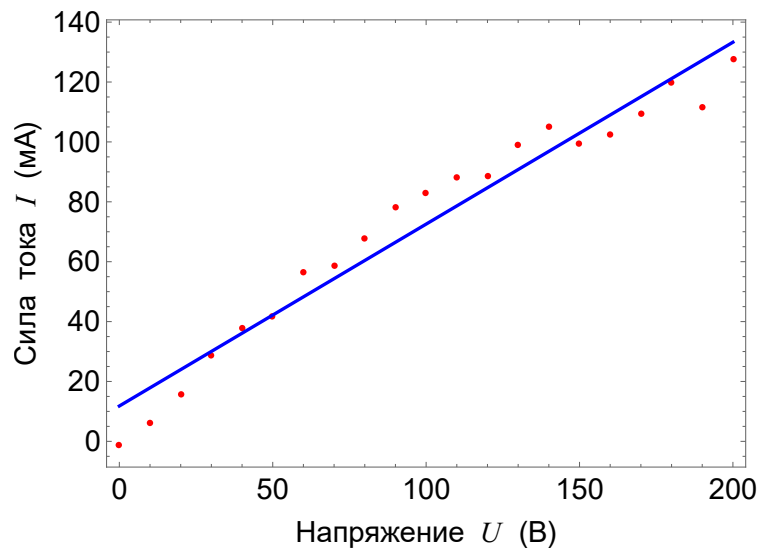


Рис. 2: График зависимости силы тока I от напряжения U . Точки показывают экспериментальные данные, а линия - аппроксимацию.

должна быть линейной. Поэтому мы аппроксимируем полученные данные функцией $I(U) =$

№	U (В)	I (мА)
1	0	-1.1
2	10	5.9
3	20	15.6
4	30	28.9
5	40	37.7
6	50	41.7
7	60	56.6
8	70	58.7
9	80	67.8
10	90	78.1
11	100	83.0
12	110	88.2
13	120	88.5
14	130	98.8
15	140	104.9
16	150	99.2
17	160	102.3
18	170	109.5
19	180	119.8
20	190	111.7
21	200	127.6

Таблица 1: Значения напряжения на резисторе при разных токах.

$a + bU$ и с помощью метода наименьших квадратов получаем значения $a = 11.8$ мА, $b = 0.61$ мА В⁻¹. Коэффициент b связан с сопротивлением R как $R = 1/b$. Отсюда мы находим сопротивление $R = 1639$ Ом.

9 Расчет погрешности измерений

Рассчитанная погрешность $\Delta R = 239$ Ом включает в себя погрешность прибора, а также среднеквадратичное отклонение в методе наименьших квадратов.

10 Анализ результатов и выводы

В ходе работы было получено значение сопротивления $R = (1.6 \pm 0.2)$ кОм, которое не совпадает в пределах погрешности с истинным значением $R^* = 1.0$ кОм.

Несмотря на то, что функция $I(U)$ действительно оказалась монотонно возрастающей, измеренный угол ее наклона существенно меньше ожидаемого. Мы объясняем этот эффект сильным нагревом резистора при протекании через него электрического тока. Действительно, рассеиваемая на резисторе мощность $P = IU$ достигает 10 кВт уже при $U = 100$ В. При повышении температуры металла его проводимость уменьшается, что находит отражение в более пологой кривой $I(U)$.

Для подтверждения выдвинутой гипотезы было предложено рассчитать сопротивление резистора с использованием точек, полученных для $U < 50$ В. Результат составил $R = 1.0 \pm 0.2$ кОм, что в точности совпадает с истинным значением.

В результате работы была произведена проверка закона Ома для однородного участка цепи. Различие экспериментальных данных и теоретических предсказаний объясняется зависимостью сопротивления резистора от температуры. Это предположение подтверждается

успешным воспроизведением истинного значения сопротивления с использованием данных при малой рассеиваемой на резисторе мощности.

11 Ответ на дополнительный вопрос

Вопрос. На столе лежит батарейка. На ее концах очевидно есть напряжение U . У нее также есть сопротивление R . Согласно закону Ома, через нее должен идти ток U/R , но в реальности мы этого не видим. Получается, закон Ома неправильный?

Ответ. Батарейка не является однородным участком цепи. Для нее справедлив закон Ома для *неоднородного* участка цепи, в котором есть электродвижущая сила (ЭДС). Такой закон Ома записывается как $I = (U - \varepsilon)/R$, где ε это ЭДС. В случае ни к чему не подключенной батарейки $U = \varepsilon$, поэтому $I = 0$.