

Группа: 101.1

К работе допущен: 26.09.2025 г.

Студент: Пухов Евгений

Работа выполнена: 10.10.2025 г.

Преподаватель: Ефремова Е. А.

Отчёт принят:

Лаборант: Василькова Е.

Рабочий протокол и отчёт по лабораторной работе № 1

«Измерения и погрешность»

1. Цель работы

Вычислить погрешность измерений.

2. Объект исследования

Физическая величина и ее погрешность.

3. Задачи, решаемые при выполнении работы

- Провести многократные измерения заданных величин: габариты и массы образцов металлов, сопротивление резисторов.
- Вычислить среднее значение и дисперсию полученной выборки результатов измерений.
- Вычислить с учетом погрешности плотности образцов и определить их материал.
- Вычислить случайную и полную погрешности измерения заданных величин для нескольких значений доверительной вероятности.

4. Схема установки

Экспериментальная установка состоит из следующих компонентов:

1. Микрометр.
2. Штангенциркуль.
3. Кубики из различных металлов.
4. Мультиметр в режимах измерения сопротивления и напряжения.
5. Резисторы предположительно одного сопротивления.
6. Гальванические элементы предположительно одной ЭДС.

5. Измерительные приборы

прибор	Тип прибора	Исследуемый диапазон	Погрешность прибора
Микрометр	Аналоговый	0-15 мм	10 мкм
Мультиметр (сопротивление)	Цифровой	0-10 В	10 мВ
Мультиметр (напряжения)	Цифровой	0-500 Ом	0.1 Ом

Таблица 1. Измерительные приборы

6. Метод экспериментального исследования

Проведение многоократных измерений заданных величин.

7. Формулы

Среднее значение величины

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

где n - количество измерений.

Оценка стандартного отклонения:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^2} \quad (2)$$

Полная стандартное отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\hat{\sigma}_1^2 + \hat{\sigma}_2^2} \quad (3)$$

- σ_1 - стандартное отклонение случайной величины
- σ_2 - стандартное отклонение систематической ошибки (ошибка прибора)

Погрешность плотности:

$$\Delta\rho = \rho \sqrt{\left(\frac{\Delta m}{\bar{m}}\right)^2 + \sum_{i=1}^3 \left(\frac{\Delta x_i}{\bar{x}_i}\right)^2} \quad (4)$$

Где $\rho = \frac{\bar{m}}{\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3}$, \bar{x}_i - оценка для среднее значения i ребра.

8. Вычисление

Среднее значение длин граней:

$$\bar{a}_1 = 10.413 \text{ mm}$$

$$\bar{a}_2 = 10.428 \text{ mm}$$

$$\bar{a}_3 = 10.08 \text{ mm}$$

$$\bar{a}_4 = 10.208 \text{ mm}$$

Среднее значение для масс:

$$\bar{m}_1 = 2.703 \text{ g}$$

$$\bar{m}_2 = 8.807 \text{ g}$$

$$\bar{m}_3 = 19.607 \text{ g}$$

$$\bar{m}_4 = 4.59 \text{ g}$$

Вычисление погрешности измерений длинн граней:

$$\Delta a_1 = \sqrt{0.018^2 + 0.01^2} = 0.02 \text{ mm}$$

$$\Delta a_2 = \sqrt{0.037^2 + 0.01^2} = 0.039 \text{ mm}$$

$$\Delta a_3 = \sqrt{0.013^2 + 0.01^2} = 0.017 \text{ mm}$$

$$\Delta a_4 = \sqrt{0.2^2 + 0.01^2} = 0.2 \text{ mm}$$

Вычисление погрешности измерений массы:

$$\Delta m_1 = \sqrt{0.005^2 + 0.01^2} = 0.011 \text{ g}$$

$$\Delta m_2 = \sqrt{0.005^2 + 0.01^2} = 0.011 \text{ g}$$

$$\Delta m_3 = \sqrt{0.005^2 + 0.01^2} = 0.011 \text{ g}$$

$$\Delta m_4 = \sqrt{0^2 + 0.01^2} = 0.01 \text{ g}$$

Вычисление плотности:

$$\rho_1 = 2.39 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_2 = 7.77 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_3 = 19.14 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_4 = 4.31 \text{ g/cm}^3$$

Вычисление ошибки плотности:

$$\Delta\rho_1 = 0.012 \text{ g/cm}^3$$

$$\Delta\rho_1 = 0.051 \text{ g/cm}^3$$

$$\Delta\rho_1 = 0.056 \text{ g/cm}^3$$

$$\Delta\rho_1 = 0.146 \text{ g/cm}^3$$

Вычисление оценки стандартного отклонение для резистора :

$$\hat{\sigma} = 4.92$$

Полная погрешность для резистора будет :

$$\Delta\Omega = \sqrt{4.92^2 + 0.1^2} = 4.92$$

9. Окончательные результаты

Значение для плотности у кубика:

$$\rho_1 = (2.39 \pm 0.01) \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_1 = (7.77 \pm 0.05) \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_1 = (19.14 \pm 0.06) \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_1 = (4.3 \pm 0.1) \text{ g/cm}^3$$

Значение для резистора:

$$\Omega = (385 \pm 5) \text{ Ohm}$$

10. Выводы

В ходе эксперимента было сделано по 3 измерения каждой из граней образцов материалов при помощи точных измерительных приборов, а также было выполнено 30 измерений сопротивлений резисторов с помощью мультиметра в режиме измерения сопротивления. Все данные отражены в таблицах 2 и 3. Для полученных выборок результатов были вычислены средние значения и погрешности. По результатам измерений были установлены с учетом погрешностей плотности образцов материалов и при анализе таблиц плотности веществ установлены характеры металлов, из которых они сделаны: медь, вольфрам, титан, аллюминий. Однако значение плотности меди расходится с табличным, что говорит о допущении ошибки при проведении измерений.

При анализе результатов измерения сопротивления резисторов было выявлено, что это резисторы сопротивления 385 Ом с погрешности в 5 Ом.

11. Приложение

Номер материала	Длина первой грани, мм	Длина второй грани, мм	Длина третьей грани, мм	масса, г
1	10.43	10.42	10.40	2.7
1	10.43	10.40	10.39	2.71
1	10.42	10.44	10.39	2.7
2	10.48	10.41	10.40	8.81
2	10.49	10.40	10.40	8.81
2	10.47	10.40	10.40	8.80
3	10.07	10.10	10.09	19.61
3	10.08	10.08	10.07	19.60
3	10.06	10.10	10.07	19.61
4	10.07	10.49	10.07	4.59
4	10.07	10.49	10.07	4.59
4	10.06	10.49	10.06	4.59

Таблица 2. Данные прямых измерений

Номер опыта	Сопротивление, Ом
1	385.9
2	385.5
3	385.8
4	386.7
5	358.8
6	386.7
7	386.2
8	386.4
9	386.2
10	386.4
11	386.8
12	386.6
13	386.4
14	386.1
15	385.9
16	386.5
17	386.6
18	386.4
19	385.8
20	386.7
21	386.2
22	386.6
23	386.4
24	385.0
25	385.6
26	385.1
27	385.8
28	385.4
29	386.2
30	385.8

Таблица 3. Данные прямых измерений