

Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический
университет имени Ж.И. Алфёрова Российской академии наук

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 погршеность»

1. Цель работы

Вычислить погршеность измерений.

2. Объект исследования

Физическая величина и ее погршеность.

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 погршенности плотности образцов и определить их материал.
- Вычислить случайную и полную погршенности 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 многократных 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 длин 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 отклонения 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, алюминий. Однако значение плотности меди расхоже 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 границ, мм | Длина второй границ, мм | Длина третьей границ, 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