

Л.р. №1 Вивчення методу статистичної обробки експериментальних даних.

Мета: навчитись визначати абсолютну та відносну похибку вимірювань методом Стьюдента.

Три типи вимірювань — це визначення фіз. величини безпосередньо приладом.
Непрямі вимірювання — це визначення фіз. величини за допомогою обчислення за формулою.

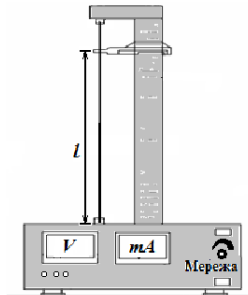
Види похибок: 1). Систематичні (пов'язані з обмеженою точністю приладів, як правило складає ± половина цілої поділки).
2). Грамахи (пов'язані частю з невільно визначеною ціною поділки; невільні результати).
3). Випадкові (пов'язані з впливом факторів, дію яких неможливо передбачити) ⇒ ми не знаємо величини цих похибок.

Величину і частоту впливу випадкових похибок на результати вимірювань можна оцінити за допомогою метода Стьюдента. Він дає хорошу оцінку похибок для $3 \leq n \leq 30$ вимірювань.

Наприклад, зробимо непрямі вимірювання питомого опору ρ .

$$\text{Опір провідника: } R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

$$\text{За законом Ома: } R = \frac{U}{I}$$



$$\rho = \frac{U \cdot S}{I \cdot l}$$

$$d = 4,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (4,7)^2 \cdot (10^{-4})^2}{4} = 17,34 \cdot 10^{-8} \text{ (м}^2\text{)}$$

№ варіанта	№ п/п	d, м	l, м	I, А	U, В	ρ_i (Ом·м)	$\langle \rho \rangle$ (Ом·м)	$\Delta \rho_i$ (Ом·м)	$(\Delta \rho_i)^2$ (Ом·м) ²	$S_{\langle \rho \rangle}$ (Ом·м)	d	t _{α,n}	$\Delta \rho$ (Ом·м)	E (%)
40	1	4,7·10 ⁻⁴	0,43	0,205	1	196,7·10 ⁻⁸	196,9·10 ⁻⁸	0,2·10 ⁻⁸	0,04·10 ⁻¹⁶	0,147·10 ⁻⁸	0,9	2,9	0,43·10 ⁻⁸	0,2%
	2	4,7·10 ⁻⁴	0,43	0,215	1,05	196,9·10 ⁻⁸		0	0					
	3	4,7·10 ⁻⁴	0,43	0,225	1,1	197,2·10 ⁻⁸		0,3·10 ⁻⁸	0,09·10 ⁻¹⁶					

1). Виконуємо $n=3$ вимірювання і визначаємо ρ_1, ρ_2, ρ_3

$$\rho_1 = 196,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом·м} \quad \rho_2 = 196,9 \cdot 10^{-8} \text{ Ом·м} \quad \rho_3 = 197,2 \cdot 10^{-8} \text{ Ом·м}$$

2). Визначаємо середнє арифм.: $\langle \rho \rangle = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3} = 196,9 \cdot 10^{-8} \text{ (Ом·м) } *$

3). Визначаємо відхилення від сер. арифм.: $\Delta \rho_1 = \rho_1 - \langle \rho \rangle = 196,7 - 196,9 \cdot 10^{-8} = 0,2 \cdot 10^{-8}$

$$\Delta \rho_2 = \rho_2 - \langle \rho \rangle$$

$$\Delta \rho_3 = \rho_3 - \langle \rho \rangle$$

4). Обчисл. стандартне відхилення $S_{\langle \rho \rangle}$:

$$S_{\langle \rho \rangle} = \sqrt{\frac{\Delta \rho_1^2 + \Delta \rho_2^2 + \Delta \rho_3^2}{3 \cdot 2}} = \sqrt{\frac{(0,04 + 0 + 0,09) \cdot 10^{-16}}{6}} = 0,147 \cdot 10^{-8} \approx 0,15 \cdot 10^{-8}$$

$n \cdot (n-1) \rightarrow$ 5). α -рівняння ймовірності ($\alpha < 1$)

$t_{\alpha, n}$ — коефіцієнт Стьюдента (з табл. 1)

$$\Delta \rho - \text{абс. похибка} \quad \Delta \rho = S_{\langle \rho \rangle} \cdot t_{\alpha, n} \quad \Delta \rho = 0,147 \cdot 10^{-8} \cdot 2,9 = 0,43 \cdot 10^{-8} \text{ (Ом·м)}$$

$$\text{7). } E - \text{відносна похибка: } E = \frac{\Delta \rho}{\langle \rho \rangle} \cdot 100 \quad E = \frac{0,43 \cdot 10^{-8}}{196,9 \cdot 10^{-8}} \cdot 100 = 0,2\%$$

Остаточний результат:

$$\rho_{\text{ист.}} = (\langle \rho \rangle \pm \Delta \rho) \\ \rho_{\text{ист.}} = (196,9 \pm 0,43) \cdot 10^{-8} \text{ Ом·м} \\ \text{при } \alpha = 0,9$$