

Оцінка похибок результатів вимірів

1. Оцінка похибок результатів вимірів.
2. Способи позбавлення систематичних похибок.
3. Закони розподілу випадкових похибок.
4. Визначення похибки вимірювання.

Оцінка похибок результатів вимірів.

Середня арифметична похибка.

Якщо кількість вимірів достатньо велика, то середня арифметична похибка може бути обчислена за формулою

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \quad (1)$$

Середньоквадратична похибка

Випадкову похибку найчастіше оцінюють за допомогою середньої квадратичної похибки σ . На практиці вона визначається за результатами вимірів відповідно до теорії ймовірностей за наближеною формулою:

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \quad (2)$$

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

Довірчі ймовірність та інтервал

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \quad (3)$$

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

Систематичні похибки

Інструментальні

- Зумовлені конструктивними недоліками вимірювальних приладів та мір, їх неправильним градуванням чи несправністю.

Похибки установки

- Викликані неправильною установкою вимірювальної апаратури та приладів, а також недотриманням нормальних умов їх роботи

Методичні

- Викликані недосконалістю обраного методу або недостатнім знанням особливостей досліджуваних величин, застосуванням неточних, емпіричних формул.

Суб'єктивні

- Залежать від індивідуальних особливостей експериментатора.

Систематичні похибки можуть бути постійними (зберігають свій знак та значення протягом всього часу вимірювання) та змінюватися за певним законом — прогресивні, періодичні та більш складні

Методи позбавлення систематичних похибок

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

Інший прийом позбавлення систематичних похибок – *компенсація похибки за знаком*. Для цього виміри проводять так, щоб систематична похибка входила до результатів виміру двічі: один раз з одним знаком, другий – з оберненим. Наприклад

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

Закони розподілу випадкових похибок

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

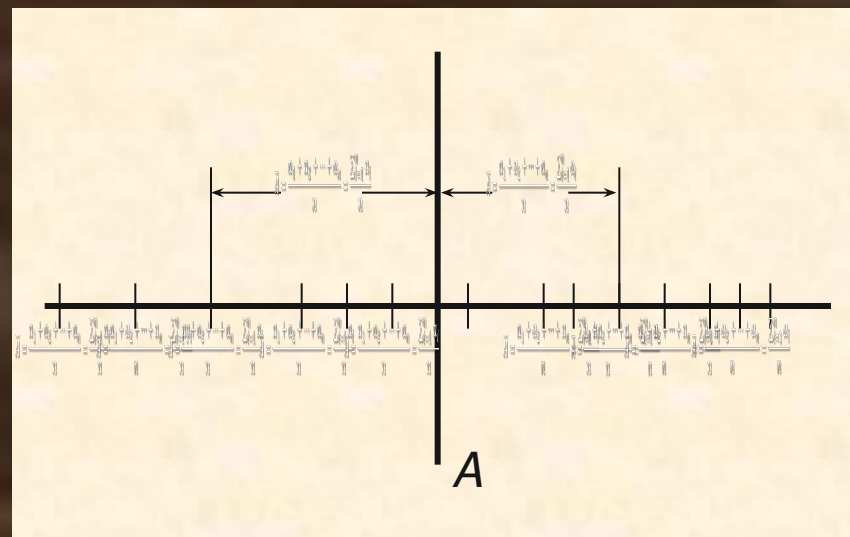


Рис. 1 — Графічне зображення результатів вимірів

Закон розподілу похибок

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \quad (5)$$

Розподіл похибок

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

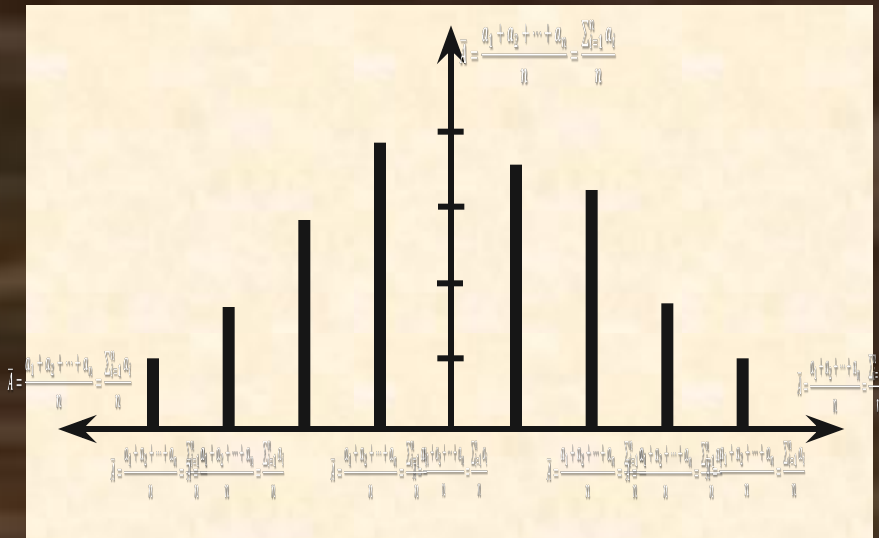


Рис. 2 — Закон розподілу дискретних похибок

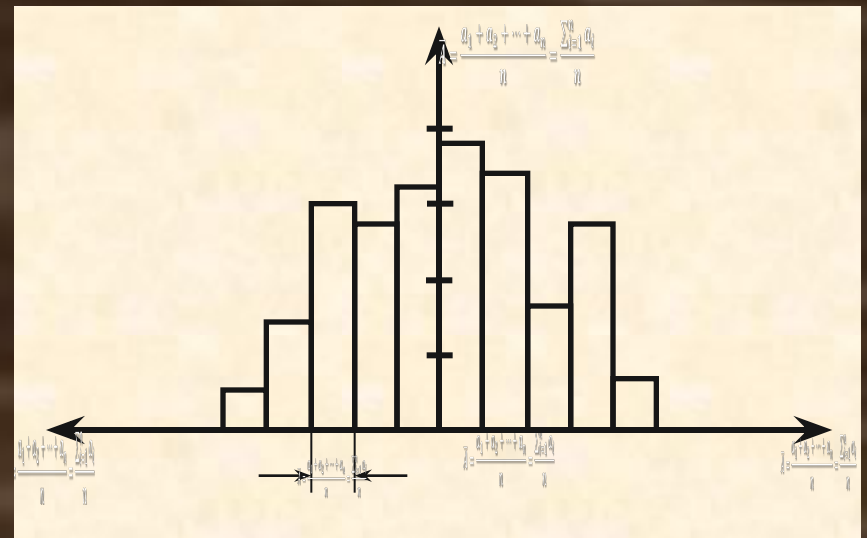


Рис. 3 — Гістограма

Щільність ймовірності похибки

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \quad (6)$$

(7)

Закони розподілу випадкових величин

Деякі закони розподілу похибок, що зустрічаються на практиці, можна зобразити у вигляді графіків, наведених на рис. 4.

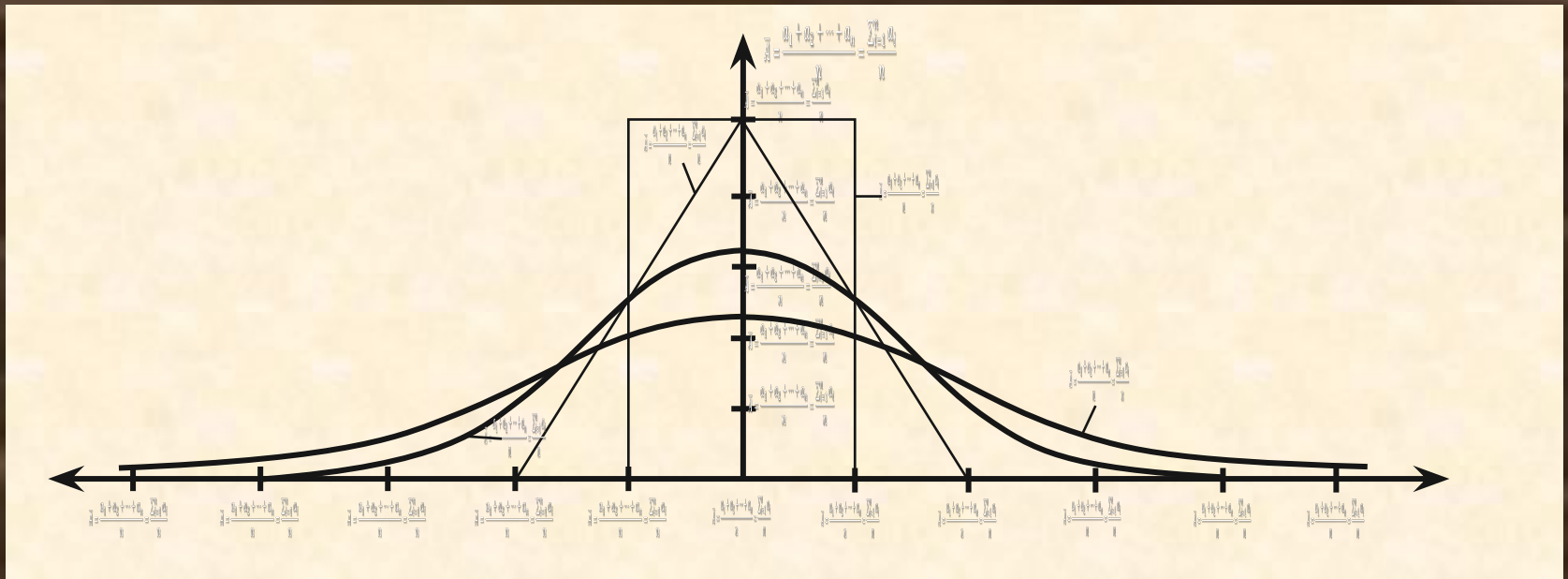


Рис. 4 — Закони розподілу похибок:
а) рівноймовірний, б) лінійний, в) параболічний, г) нормальний

Нормальний закон розподілу (закон Гауса)

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

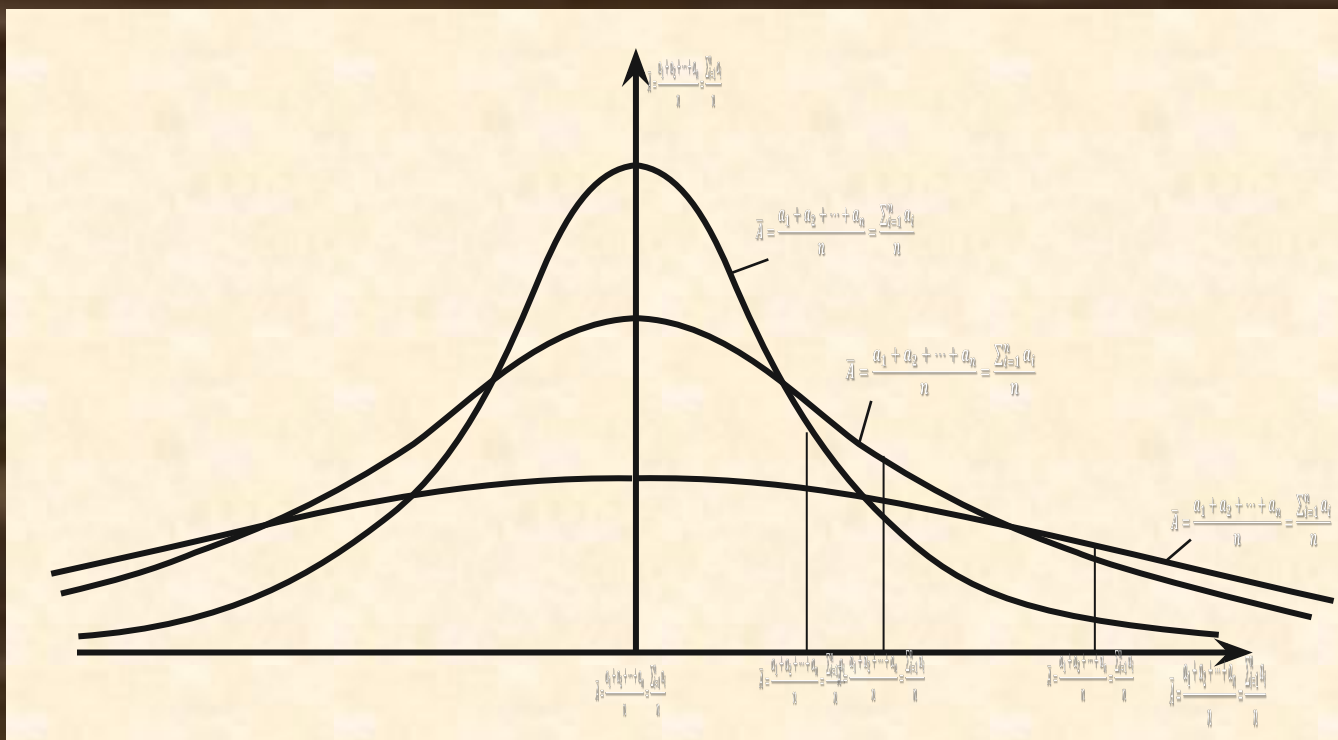
(8)

Середньоквадратична похибка і дисперсія

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \quad (9)$$

Довірча ймовірність

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$



$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

Довірча ймовірність

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \quad (10)$$
$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} \quad (11)$$

Таблиця для розрахунків довірчих ймовірностей

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

Таблиця 1.

Δ	$\frac{m_M}{n}, \%$	$\frac{m_{\sigma}}{n}, \%$	$n_{\sigma\Delta}$	Δ	$\frac{m_M}{n}, \%$	$\frac{m_{\sigma}}{n}, \%$	$n_{\sigma\Delta}$
0,5000 σ	38	62	—	2,0000 σ	95	5	22
0,6745 σ	50	50	2	3,0000 σ	99,7	0,3	370
1,0000 σ	68	32	3	4,0000 σ	99,999	0,01	15625

Порядок обробки результатів вимірів

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

Приклад обробки результатів вимірів

$$\bar{A} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

i	a_i	$a_i - \bar{A}$	$(a_i - \bar{A})^2$
1	84,17	-0,26	0,0676
2	84,35	-0,08	0,0064
3	84,97	+0,54	0,2916
4	84,86	+0,43	0,1849
5	84,24	-0,19	0,0361
6	84,64	+0,21	0,0441
7	83,94	-0,49	0,2401
8	84,30	-0,13	0,0169
9	84,73	+0,30	0,0900
10	83,71	-0,72	0,5184
11	85,66	+1,23	1,5129
12	84,38	-0,05	0,0025
13	84,21	-0,22	0,0484
14	84,19	-0,24	0,0576
15	84,21	-0,22	0,0484
16	84,32	-0,11	0,0121
$\bar{A} = \frac{\sum a_i}{n} =$ $= \frac{135088}{16} =$ $= 84,43 \text{ Ом}$		$\sum(a_i - \bar{A}) = 0$	$\sum(a_i - \bar{A})^2 =$ $= 3,1780$