

ТЕОРІЯ ПОХИБОК

КОНЦЕПЦІЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ

ОСНОВНЕ РІВНЯННЯ ВИМІРЮВАННЯ

$$X = kx_0 + \Delta$$

де **X** – істинне значення вимірюваної величини;

x₀ – одиниця вимірювання;

k – кількість одиниць вимірювання,
що відповідає значенню вимірюваної величини;

Δ – похибка (невизначеність) вимірювання.
(міра недосконалості вимірювання).

Похибка вимірювання – різниця між результатом вимірювання та істинним значенням вимірюваної величини.

$$\Delta = X_{\text{ИЗМ}} - X_{\text{ИСТ}} \approx X_{\text{ИЗМ}} - X_{\text{действ}}$$

Точну величину похибки знайти неможливо.

Величину похибки можна лише **оцінити**.

Точність – близькість результату вимірювання до істинного значення величини.

КЛАСИФІКАЦІЯ ПОХИБОК

За способом вираження

Абсолютна

Відносна

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{действ}}$$

$$\delta = \frac{X_{\text{изм}} - X_{\text{действ}}}{X_{\text{действ}}}$$

За умовами проведення вимірювань

Основна

Додаткова

За причиною виникнення

Методична

Інструментальна

Суб'єктивна

ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ДОДАТКОВИХ ПОХИБОК

Температура

Вологість

Вібрація

Електромагнітні завади

Якість живлення

Місце установки

Одиниці вимірювання

Кваліфікація персонала

Перевантаження

Рух повітря у приміщенні

Тощо

За характером прояву

Систематична
Випадкова
Груба (Промах)

Систематична похибка

$$\Theta = M_{\text{cp}} - M_0 = +0,04 \text{ г}$$

$$\text{Поправка} = -0,04 \text{ г}$$

Випадкова похибка

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (M_i - M_{\text{cp}})^2}{N(N-1)}}$$

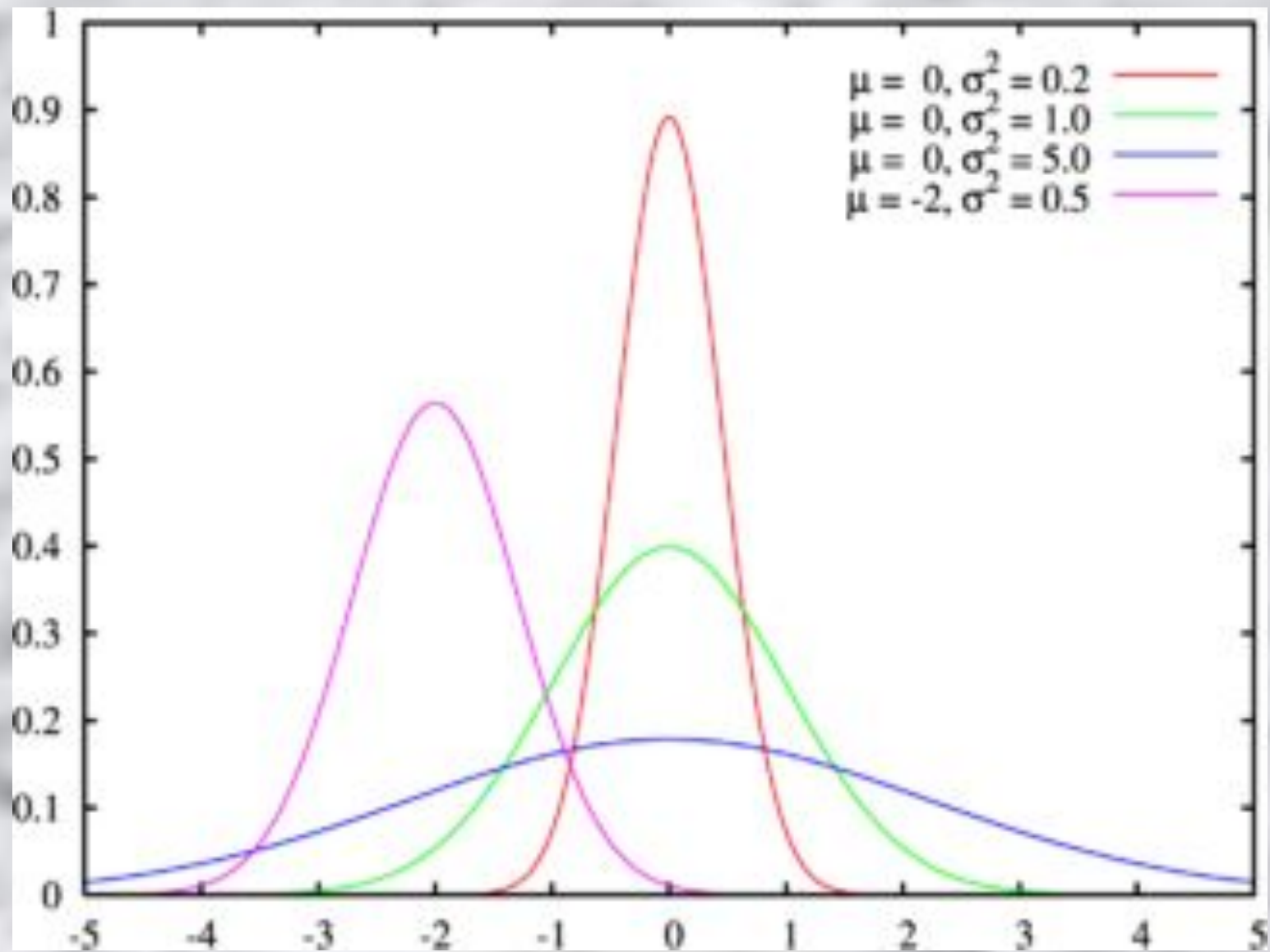
$$(\text{СКВ}) \sigma_M = 0,004 \text{ г}; \quad \delta_M = 0,008 \text{ г}$$

При нормальному законі розподілу
та довірчій ймовірності 0,95

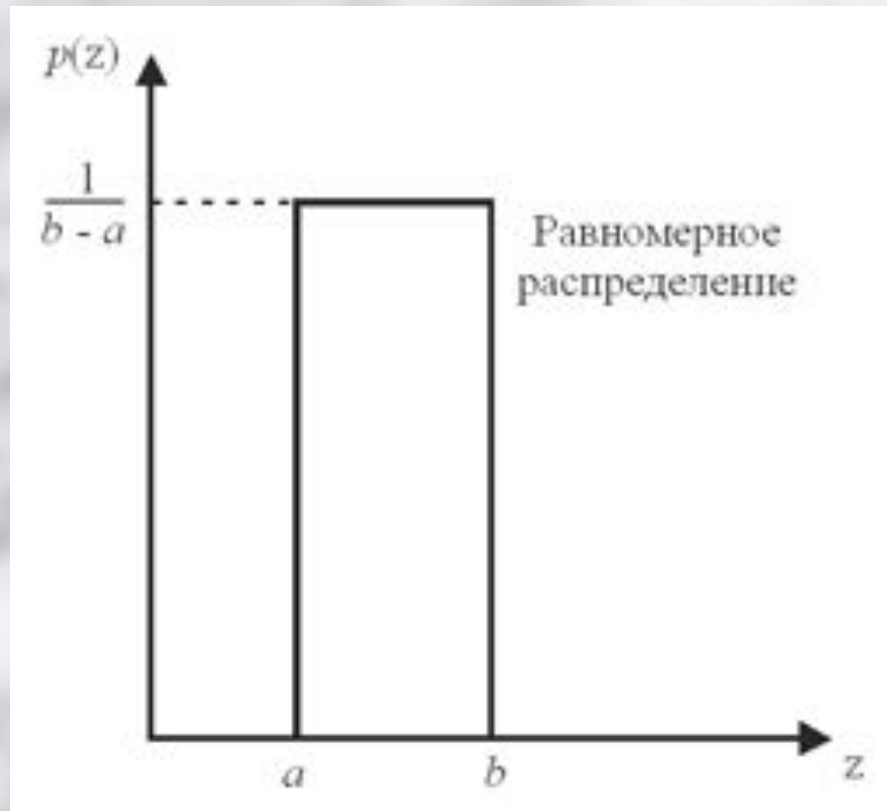
ВИЗНАЧЕННЯ МАСИ ГИРІ НА ВАГАХ
Точне значення маси гирі $M_0 = 500,090 \text{ г}$

№ п/п	Маса гирі М, г
1	500,12
2	500,14
3	500,11
4	500,13
5	500,15
6	500,14
7	500,12
8	500,11
9	500,86
10	500,13
11	500,12
12	500,15
Середнє	500,19
M_{cp} середнє виправлене	500,13

НОРМАЛЬНЕ РОЗПОДІЛЕННЯ



РІВНОМІРНЕ РОЗПОДІЛЕННЯ



РОЗРАХУНОК ПОХИБОК

ПРЯМІ ВИМІРЮВАННЯ

$$\Delta_x = F(X)$$

ОПОСЕРЕДКОВАНІ ВИМІРЮВАННЯ

$$X = F(Y, Z)$$

$$\Delta_x = F(Y, Z)$$

$$\Delta_x = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial Y}\right)^2 \Delta_y^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial Z}\right)^2 \Delta_z^2}$$

Приклад: Розрахунок похибки вимірювання тиску

$$\Delta = P_{\max} \gamma = 0,009 \text{ МПа}$$



$$\delta = \frac{P_{\max}}{P} \gamma$$

$$P=0,3 \text{ МПа}, \delta=3\%$$

ВИМІРЮВАННЯ ОПОРУ МЕТОДОМ ВОЛЬТМЕТРА І АМПЕРМЕТРА

Закон Ома

$$R = \frac{U}{I} \quad \frac{\partial R}{\partial U} = \frac{1}{I} \quad \frac{\partial R}{\partial I} = -\frac{U}{I^2}$$

Вольтметр кл.1,0, діапазон вимірювання до 10В, значення напруги 5В

$$\Delta_U = 10 * 1,0 / 5 / 100 = 0,02В$$

Амперметр кл.1,0, діапазон вимірювання до 100мА, значення струму 75 мА

$$\Delta_I = 100 * 1,0 / 75 / 100 = 0,0133333мА = 0,0000133333А$$

$$R = 5В / 0,075А = 66,66666 \text{ Ома} \quad \Delta_R = \sqrt{0,0710 + 0,0001} = 0,267 \cong 0,3$$

$$R = (66,7 \pm 0,3) \text{ Ома}$$

$$R = (66,666 \pm 0,267) \text{ Ома}$$

Невизначеність вимірювання – параметр, що характеризує розсіяння значень, які можна приписати вимірюваній величині. (Uncertainty of measurement)

$$u_A = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_i - X_{\text{дійств}})^2}{n-1}}$$

$$u_B = \frac{\delta}{\sqrt{3}}$$

$$U = ku$$

