

# ТЕОРІЯ ПОХИБОК

КОНЦЕПЦІЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ

# ОСНОВНЕ РІВНЯННЯ ВИМІРЮВАННЯ

$$X = kx_0 + \Delta$$

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

**x<sub>0</sub>** – 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

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

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

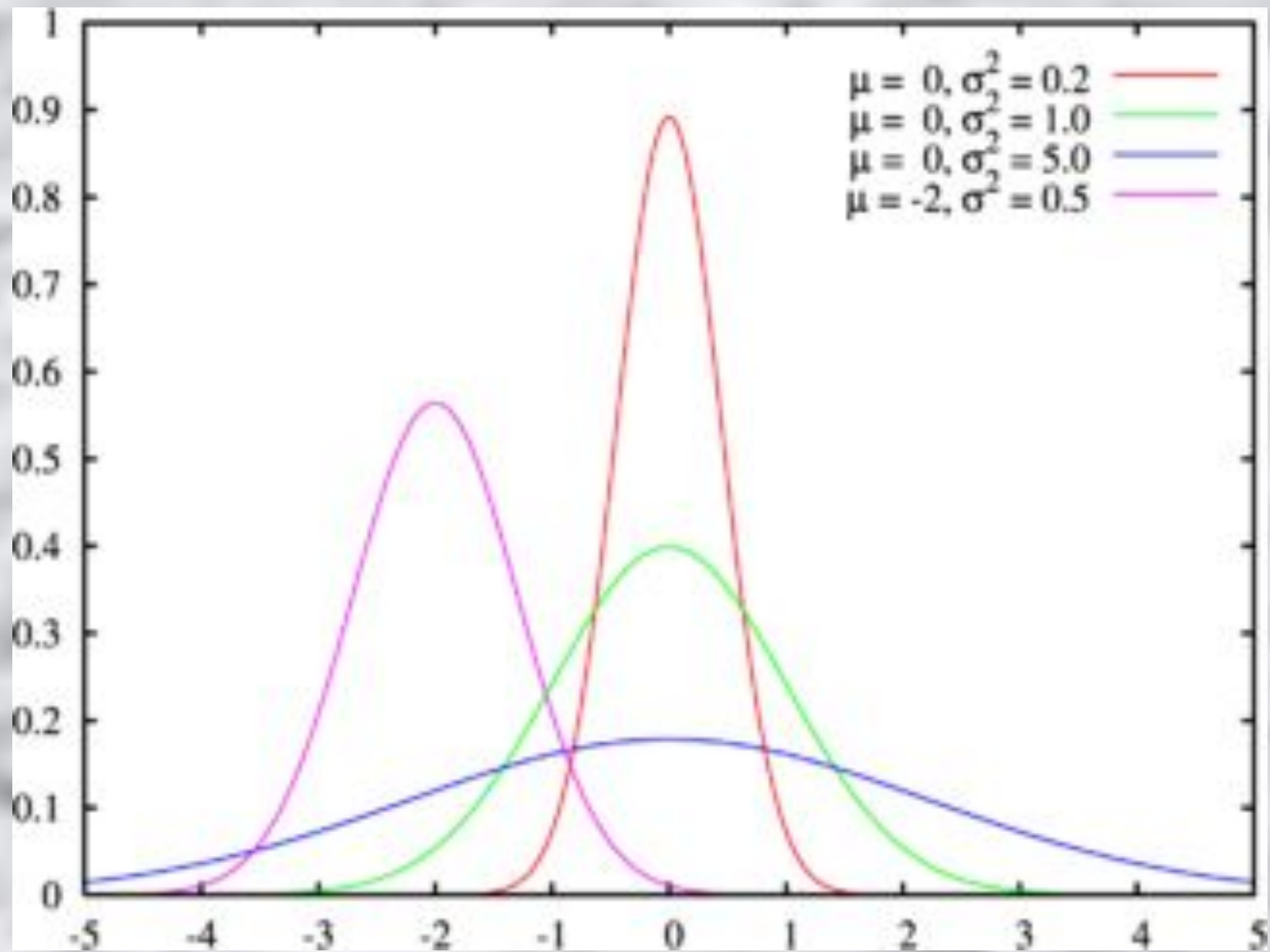
При нормальному законі розподілу  
та довірчій ймовірності 0,95

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

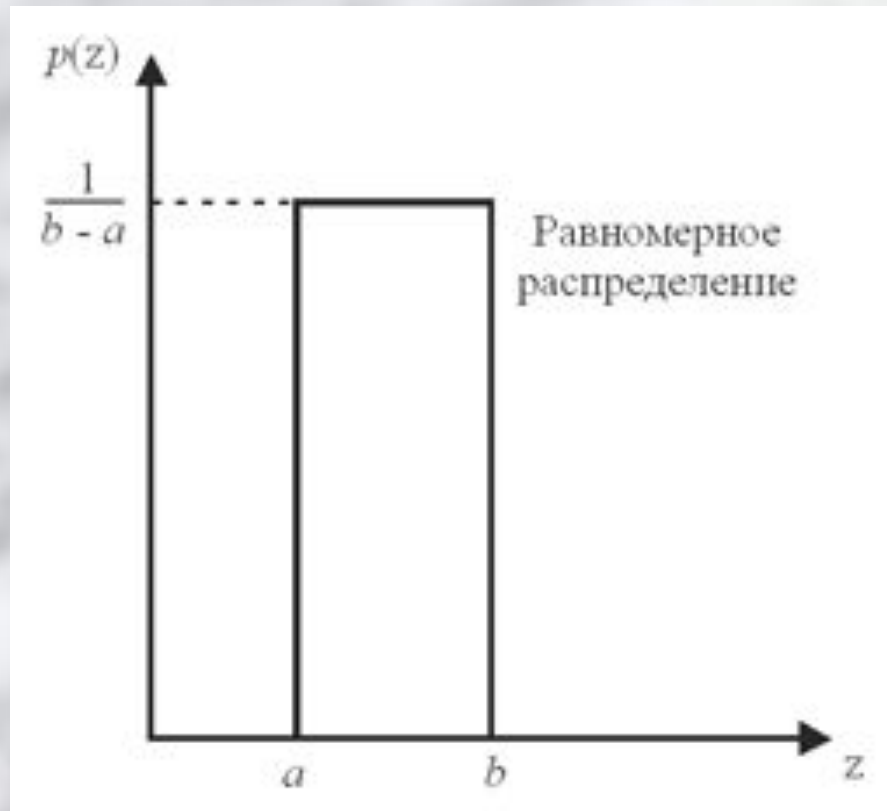
№ п/п	Маса гирі М, г
1	500,12
2	500,14
3	500,11
4	500,13
5	500,15
6	500,14
7	500,12
8	500,11
9	<b>500,86</b>
10	500,13
11	500,12
12	500,15
Середнє	500,19
$M_{\text{cp}}$ середнє виправлене	500,13



# 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

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

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

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

$$R = 5\text{В} / 0,075\text{А} = 66,66666 \text{ Ома}$$

$$\Delta_R = \sqrt{0,0710 + 0,0001} = 0,267 \cong 0,3$$

$$R = (66,7 \pm 0,3) \text{ Ома}$$

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

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

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

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

$$U = ku$$

