

# Похибки вимірювань

Коцюба Анатолій Миколайович  
([anatko@ukr.net](mailto:anatko@ukr.net))

# Похибки вимірювань

**Похибка вимірювання** – це відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірюваної фізичної величини:

$$\Delta = x - x_{\text{іст.}}$$

# Похибки вимірювань

**Оцінка похибки:**

$$\Delta = x - x_{\partial}.$$

# Класифікації похибок вимірювання

В залежності від обраної класифікаційної ознаки існують різні **класифікації похибок** вимірювання, серед яких можна виділити найбільш поширені:

- за формою вираження;
- за джерелами виникнення;
- за закономірностями виникнення та прояву.

# Класифікації похибок вимірювання

За формою вираження похибки поділяються на **абсолютні** та **відносні**:

- абсолютна похибка

$$\Delta = x - x_{\text{іст.}}$$

- відносна похибка

$$\delta = \frac{\Delta}{x_{\text{іст.}}} \cdot 100 \%$$

# Класифікації похибок вимірювання

За джерелами виникнення похибки вимірювання бувають **інструментальні, методичні та особисті** (похибки оператора).

**Інструментальна похибка** - складова похибки вимірювання, обумовлена властивостями засобу вимірювання.

**Методична похибка** — складова похибки вимірювання, обумовлена недосконалістю методу вимірювання або невідповідністю об'єкта вимірювання його моделі, прийнятій для вимірювання.

**Похибка оператора** - складова похибки вимірювання, обумовлена індивідуальними властивостями оператора.

# Класифікації похибок вимірювання

За закономірностями виникнення та прояву розрізняють систематичні та випадкові похибки.

# Систематична похибка

**Систематична похибка**  $\Delta_c$  - складова загальної похибки вимірювання, яка залишається постійною або закономірно змінюється під час повторних вимірювань однієї і тієї ж величини.



# Систематична похибка

Деякі можливі **причини виникнення** систематичних похибок:

- постійна закономірна дія зовнішніх впливних величин;
- неточність мір фізичних величин;
- похибки градування (розмітки) чи зсув шкали приладу;
- неврівноваженість обертових деталей приладів відносно осі обертання;
- відхилення параметрів реального ЗВТ від розрахункових значень, передбачених схемою;
- неточність підгонки шунтів чи додаткових опорів.

# Систематична похибка

**Способи усунення** (зменшення) систематичних похибок:

1. Усунення причин виникнення систематичних похибок.
2. Внесення поправок на величину відомих систематичних похибок.
3. Використання спеціальних методів вимірювання.

# Випадкова похибка

**Випадкова похибка**  $\overset{0}{\Delta}$  - складова загальної похибки вимірювання, яка змінюється випадковим чином (як за знаком, так і за величиною) під час повторних вимірювань однієї і тієї ж величини.

Повна похибка – сума систематичної та випадкової похибок:

$$\Delta = \Delta_c + \overset{0}{\Delta}$$

# Випадкова похибка

Деякі **причини виникнення** випадкових похибок:

- конструктивні та технологічні недосконалості вузлів та деталей приладів;
- шуми та вібрації;
- випадкові коливання зовнішніх впливних величин;
- помилки оператора;
- нестабільність живлення електронних приладів;
- коливання зовнішніх електричних та магнітних полів.

# Випадкова похибка

**Основні властивості** випадкових похибок:

1. Ймовірність появи малих випадкових похибок більша від ймовірності появи великих похибок.
2. Ймовірність появи однакових за модулем, але протилежних за знаком випадкових похибок, однакова

# Випадкова похибка

**Способи зменшення** випадкової похибки:

1. Усунення причин виникнення.
2. Спільна математична обробка результатів повторних спостережень.

Розглянемо випадкову похибку середнього арифметичного ряду результатів  $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$   
Якщо систематична похибка усунена, то

$$x_i = x_{icm.} + \overset{0}{\Delta_i}$$

# Випадкова похибка

Середнє значення

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \left( x_{icm.} + \overset{0}{\Delta_i} \right)}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{icm.}}{n} + \frac{\sum_{i=1}^n \overset{0}{\Delta_i}}{n} = \\ &= \frac{n \cdot x_{icm.}}{n} + \frac{0}{n} = x_{icm.} \quad (\text{за умови, що } n \rightarrow \infty)\end{aligned}$$

На практиці  $\bar{x} \approx x_{icm.}$

# Надмірна похибка

**Надмірна похибка** - похибка вимірювання, яка істотно перевищує очікувану за даних умов похибку.

**Основні причини** виникнення надмірних похибок:

- прихована метрологічна відмова приладу;
- різка раптова зміна зовнішніх впливних величин;
- помилка оператора;
- невдалий момент відліку (зчитування показів).



# Надмірні похибки

Результати, які містять надмірні похибки, називаються **промахами (викиди)**.

Промахи потрібно виявляти та вилучати.