

**Метрологія, стандартизація та
підтвердження відповідності електронної апаратури**

Основні параметри та характеристики засобів вимірювань

Параметри та характеристики засобів вимірювань

Діапазон показів – область значень вимірюваної величини (від мінімального до максимального), яку здатен відобразити засіб вимірювань.

Діапазон вимірювань X_n – область значень вимірюваної величини (від мінімального X_{min} до максимального X_{max}), для якої **нормовано допустимі похибки**.

$$X_n = X_{max} - X_{min}$$

Поріг чутливості – найменше значення вимірюваної величини, яке може бути виявлене засобом вимірювань.

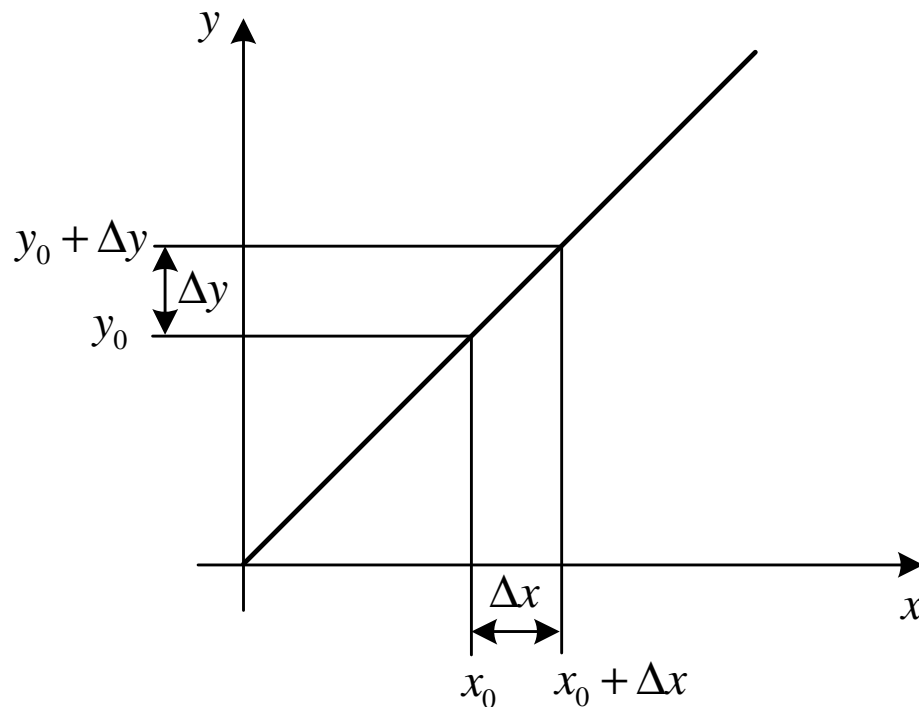
Роздільна здатність – найменша розрізнявана за допомогою даного засобу вимірювань зміна вимірюваної величини.

Швидкодія – кількість вимірювань, виконуваних за одиницю часу.

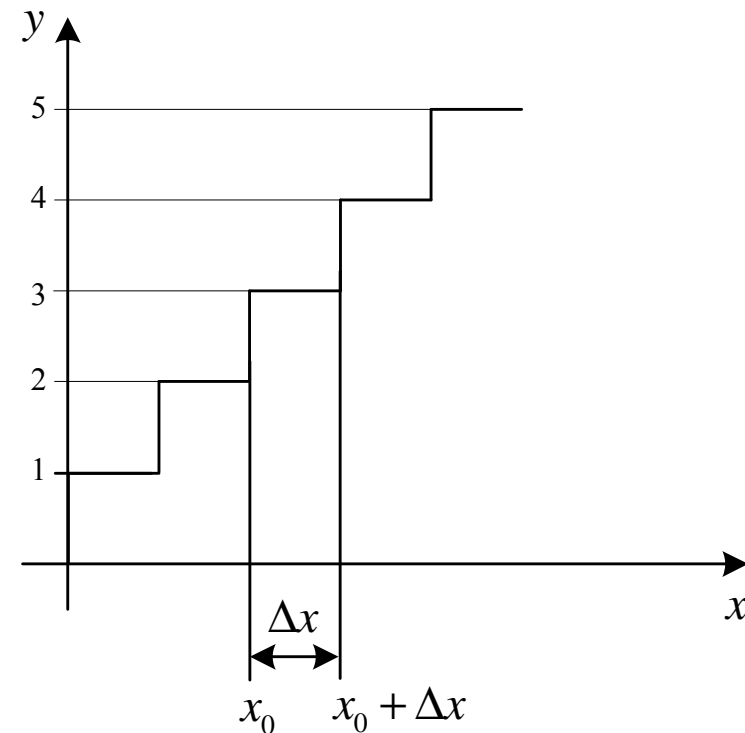
Параметри та характеристики засобів вимірювань

Статична характеристика перетворення – залежність інформативного параметра вихідного сигналу від сталого інформативного параметра вхідного кола.

Форми її описання: аналітична, таблична, графічна.



Характеристика перетворення
аналогового пристрою



Характеристика перетворення
цифрового пристрою

Параметри та характеристики засобів вимірювань

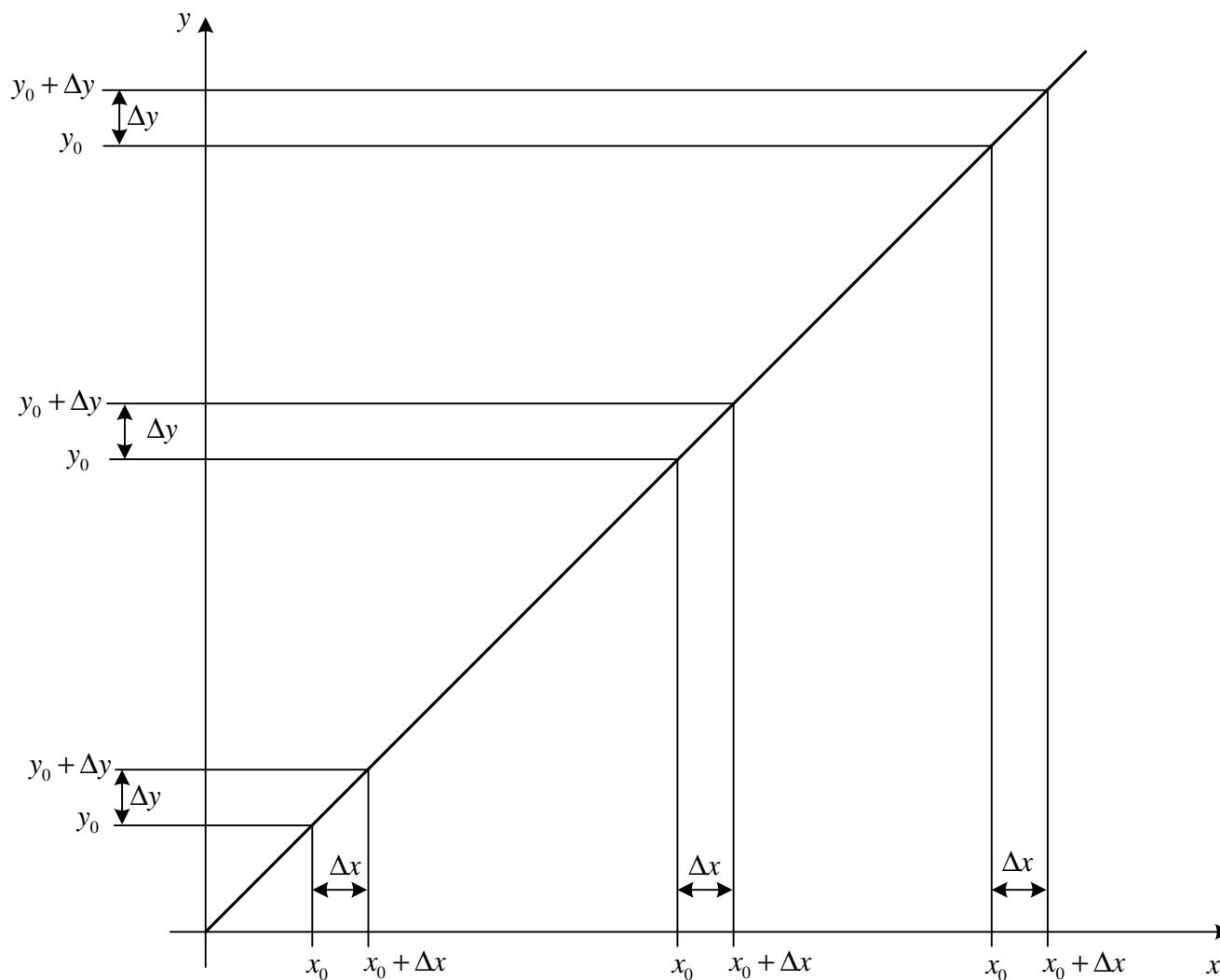
Чутливість – відношення зміни сигналу на виході засобу вимірювань Δy до зміни вхідної величини Δx , що її спричиняє.

Абсолютна чутливість:

$$S = \frac{dy}{dx} \approx \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

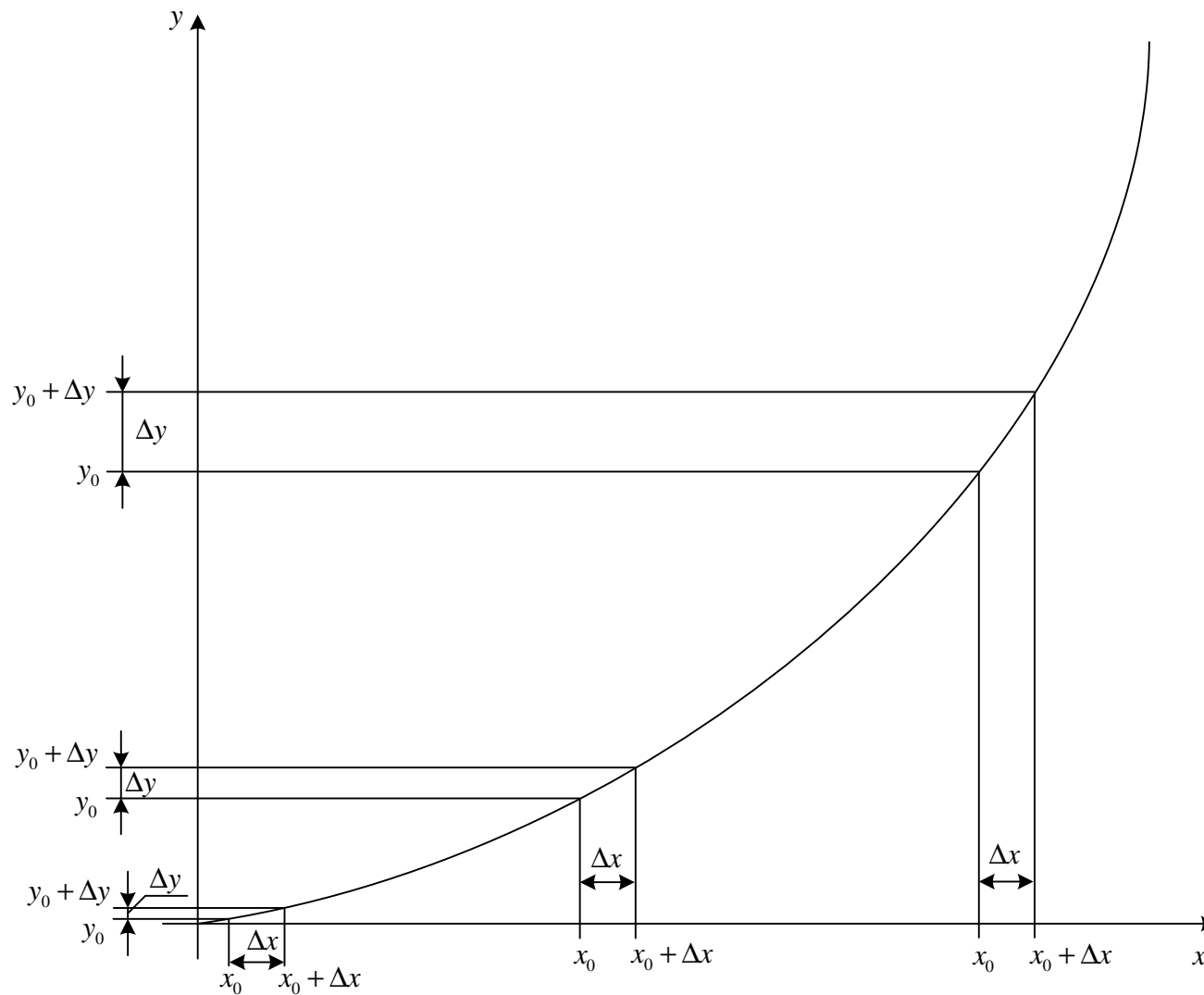
Чи є відмінності у чутливості лінійних і нелінійних характеристик перетворення засобів вимірювань?

Абсолютна чутливість засобу вимірювань з лінійною характеристикою



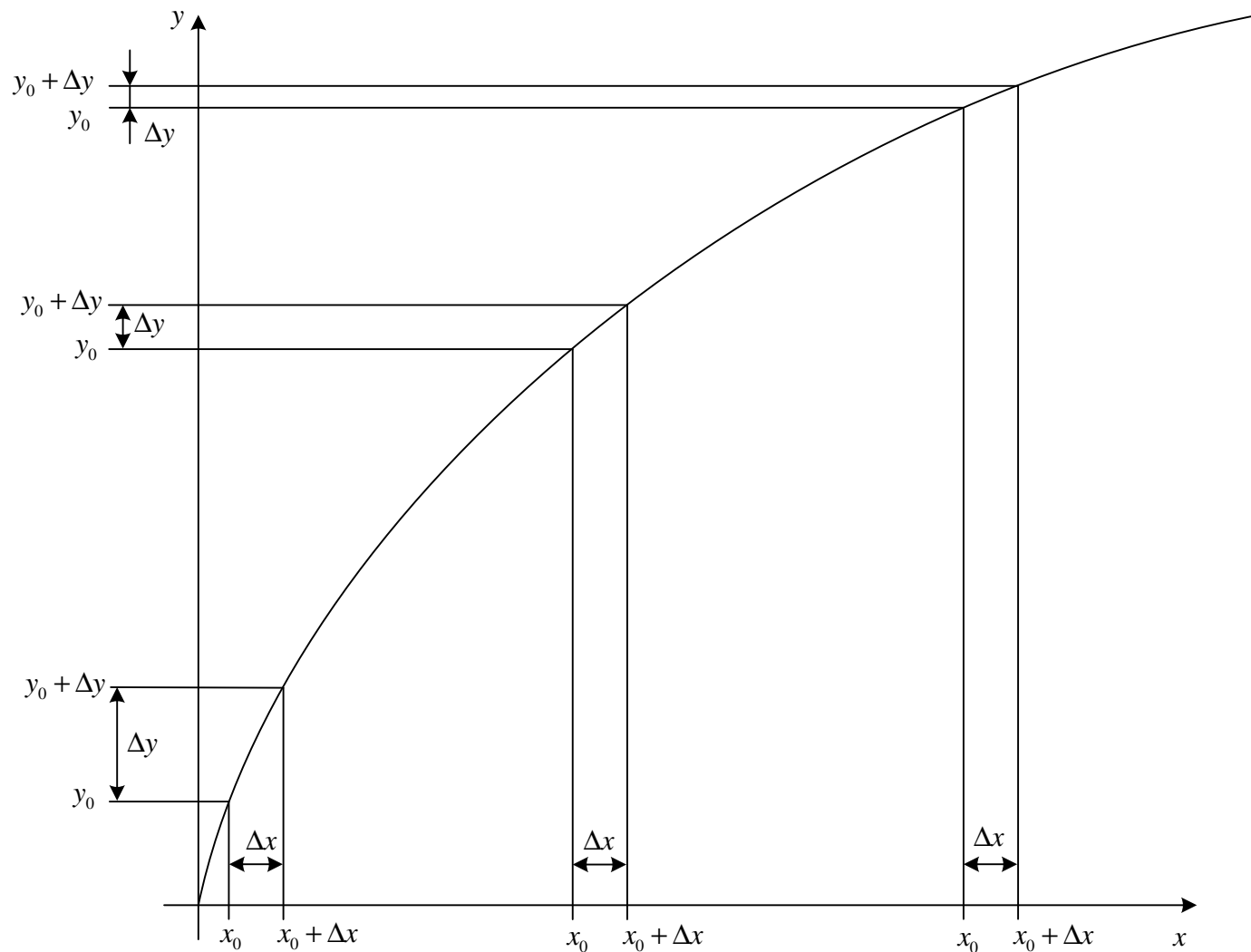
$$x \uparrow \Rightarrow S = const$$

Абсолютна чутливість засобу вимірювань з нелінійною характеристикою



$$x \uparrow \Rightarrow S \uparrow$$

Абсолютна чутливість засобу вимірювань з нелінійною характеристикою



$x \uparrow \Rightarrow S \downarrow$

Параметри та характеристики засобів вимірювань

Метрологічні характеристики – характеристики ЗВТ, які нормують для визначення результату вимірювань та його похибок.

Клас точності – характеристика засобу вимірювань, що визначається межами його основної та додаткової похибок, а також іншими характеристиками, які впливають на його точність.

Присвоєння класу точності засобу вимірювань – це нормування метрологічних характеристик.

Нормальні умови використання: температура навколишнього середовища $20 \pm 5^\circ\text{C}$, для приладів високої точності $20 \pm 1^\circ\text{C}$; відносна вологість $65 \pm 15\%$; атмосферний тиск 750 ± 30 мм. рт. ст.; напруга мережі живлення $220\text{ В} \pm 2\%$ за частоти 50 Гц.

Параметри та характеристики засобів вимірювань

Способи нормування основної похибки засобів вимірювань:

1) Межі допустимої **абсолютної** основної **похибки**:

$$\Delta = \pm a \quad (1)$$

$$\text{або } \Delta = \pm(a + bx),$$

де Δ - межі допустимої абсолютної основної похибки, яку виражено в одиницях вимірюваної величини, або умовно, у поділках шкали;

x - вимірне значення величини на вході засобу вимірювань, або кількість поділок, підрахованих за шкалою;

a, b - додатні числа, що не залежать від x .

Позначення:

у документації: прописними літерами латинського алфавіту або римськими цифрами;

на засобі вимірювань: прописними літерами латинського алфавіту або римськими цифрами

Параметри та характеристики засобів вимірювань

2) Межі допустимої **зведеної** основної **похибки**:

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_N} = \pm p,$$

де γ - межі допустимої зведеної основної похибки, яку виражено у процентах;

Δ - межі допустимої абсолютної основної похибки;

X_N - нормуюче значення, виражене у тих самих одиницях, що й абсолютна похибка;

p - додатнє число, яке вибирають з певного ряду

Позначення:

у документації: реченнями типу “Основна зведена до діапазону вимірювань похибка становить 2,5 % ...”, “Основна зведена до довжини шкали похибка становить 2,5 % ...”;

на засобі вимірювань: 2,5 % - якщо нормуюча величина є діапазон вимірювань, $\surd_{2,5}$ - якщо нормуюча величина є довжина шкали.

Параметри та характеристики засобів вимірювань

3) Межі допустимої **відносної** основної **похибки**:

$$\gamma = \frac{\Delta}{x} = \pm q, \quad (2)$$

якщо Δ встановлено виразом (1), або за виразом

$$\gamma = \frac{\Delta}{x} = \pm \left[c + d \left(\left| \frac{X_k}{x} \right| - 1 \right) \right], \quad (3)$$

де δ - межі допустимої відносної основної похибки, яку виражено у процентах;

q - додатне число, яке вибирають з того ж ряду, що і p ;

X_k - більша (за модулем) з меж вимірювань, наприклад, кінцеве значення шкали приладу;

c, d - додатні числа, які вибирають з того ж ряду, що і p .

Параметри та характеристики засобів вимірювань

Позначення відносної похибки:

за виразом (2):

у документації: реченнями типу “Основна відносна похибка становить 2,5 % ...”;

на засобі вимірювань: $\textcircled{2,5}$

за виразом (3):

у документації: реченнями типу “Основна відносна похибка становить c/d % ...”;

на засобі вимірювань: c/d .

**Класифікація похибок
вимірювань і
засобів вимірювань**

Класифікація похибок вимірювань і засобів вимірювань

Класифікація похибок вимірювань і засобів вимірювань

| Класифікаційна ознака | Види похибок | |
|--------------------------------------|---|--|
| | Вимірювань | Засобів вимірювань |
| Характер виявлення | Систематична Випадкова Промах | Систематична Випадкова |
| Джерело виникнення (систематичні) | Методична Інструментальна Суб'єктивна | — — — |
| Складові вимірювання | — | Міри Перетворення Порівняння Фіксації результату порівняння |

Класифікація похибок вимірювань і засобів вимірювань

| | | |
|--|----------------------------------|---|
| <p>Умови використання засобів вимірювань:</p> <p>нормальні</p> <p>робочі</p> | <p>–</p> <p>–</p> | <p>Основна</p> <p>Додаткова (міри, вимірювального перетворювача, зміни показів під дією впливної величини)</p> |
| <p>Характер поведінки вимірюваної величини у процесі вимірювання</p> | <p>–</p> | <p>Статична</p> <p>Динамічна</p> |
| <p>Спосіб вираження</p> | <p>Абсолютна</p> <p>Відносна</p> | <p>Абсолютна: міри, вимірювального перетворювача, приладу</p> <p>Відносна: міри, вимірювального перетворювача, приладу.</p> <p>Зведена вимірювального приладу</p> |

Класифікація похибок вимірювань і засобів вимірювань

Систематичні похибки – похибки, які залишаються сталими, або які змінюються прогнозовано у ряді вимірювань тієї ж величини.

Загальні способи їх зменшення:

постійних систематичних: метод заміщення, метод компенсації по знаку, калібрування.

змінних систематичних: калібрування, компенсація допоміжним вимірюванням впливних величин, попередня фільтрація вхідного сигналу та його подальша статистична обробка.

Випадкова похибка – виникає внаслідок одночасної дії на об'єкт вимірювання декількох незалежних величин, зміна яких носить випадковий характер.

Промех (аномальний результат вимірювання) – результат вимірювання, що має надмірну похибку.

Спосіб зменшення випадкових похибок та виявлення промахів: багаторазові вимірювання з подальшою статистичною обробкою.

Класифікація похибок вимірювань і засобів вимірювань

Методичні похибки – є наслідком недосконалості методу вимірювань.

Інструментальні похибки – виникають внаслідок недосконалості приладу, недосконалості технології його виготовлення, старіння деталей тощо.

Суб'єктивна (особистісна) похибка – є наслідком недосконалості органів чуттів людини та пов'язана з індивідуальними особливостями та кваліфікацією спостерігача.