

Лекція 10

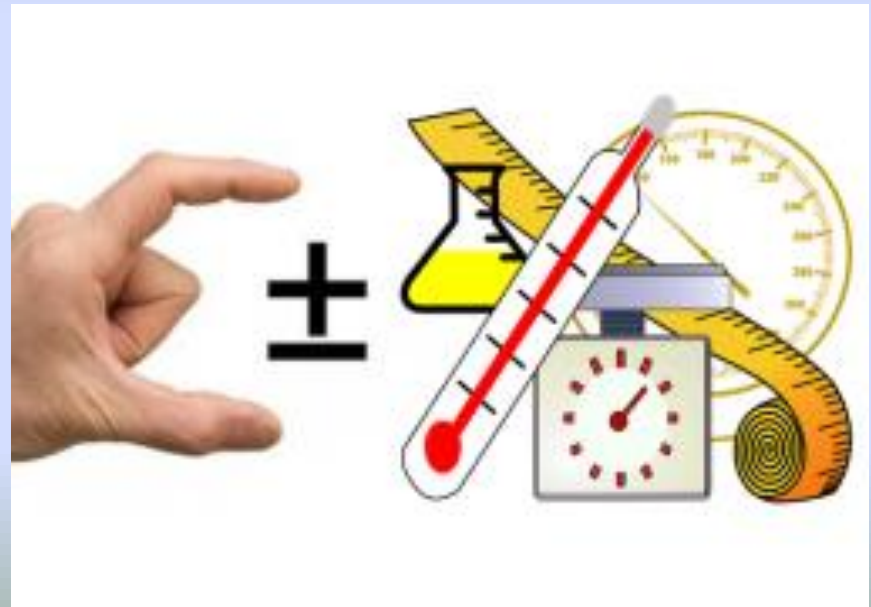
**Похибки вимірювань. Види,
природа виникнення, зміст**

План:

1. Загальні відомості про похибки вимірювань
2. Метрологічні характеристики вимірювального перетворювача
3. Класифікація вимірювальних приладів з урахуванням їх метрологічних характеристик

Питання 1. Загальні відомості про
похибки вимірювань

Під похибкою вимірювання розуміють відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірюваного параметра.



Точність вимірів є одним з об'єктів вивчення науки - **метрології**.

Метрологія (від грец. μέτρον «міра» + λόγος «ідея; причина») – наука про виміри, методи та засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності.

Аксіоми метрології:

1. Будь-який вимір є порівнянням.
2. Будь-який вимір без апріорної інформації неможливий.
3. Результат будь-якого виміру без округлення значення є випадковою величиною.

Види похибок виміру:

- абсолютна;
- відносна;
- приведена;
- основна;
- додаткова;
- систематична;
- випадкова;
- інструментальна;
- методична;
- особиста;
- статична;
- динамічна.

Класифікація похибок

За способом математичного виразу:

- абсолютна;
- відносна.

Абсолютна похибка – це різниця між виміряним x_v і дійсним x значенням параметру:

$$\Delta x = |x_v - x|$$

Позначення:

$$\Delta = \pm 50 \text{ мг}$$

Приклади:

Номінальна маса гирі 1 кг ± 50 мг.

Діапазон вимірювання ваг середнього III класу точності від 20 г до 15 кг ± 10 г.

Відносна похибка – відношення абсолютної похибки до дійсного значення вимірюваного параметру.

$$\overline{\Delta x} = \frac{|x_v - x|}{x}$$

Позначення:

$$\delta = \pm 0,5$$

Приклад:

Виміряне значення надлишкового тиску з відносною похибкою 1 бар $\pm 0,5\%$,

тобто - $P_{\text{надл}} = 1 \text{ бар} \pm 5 \text{ мбар}$.

**Дійсне значення параметра що вимірюється
позначається наступним чином:**

$$x = \bar{x} \pm \Delta x$$

Класифікація похибок

По взаємодії змін в часі і вхідної величини:

- статичні;
- динамічні.

За характером появи:

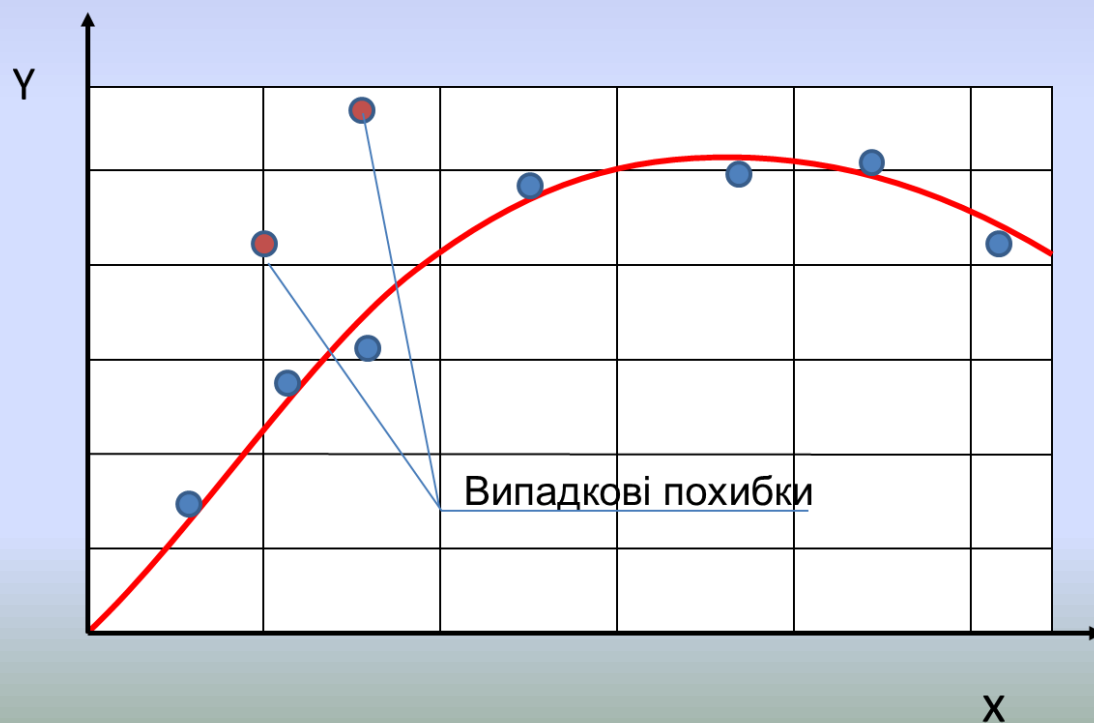
- систематичні;
- випадкові;
- промахи і грубі помилки.

Систематична похибка - складова похибки вимірювання, що залишається постійною або закономірно змінюється при повторних вимірах однієї і тієї ж величини.

В залежності від причин виникнення розрізняють систематичні похибки:

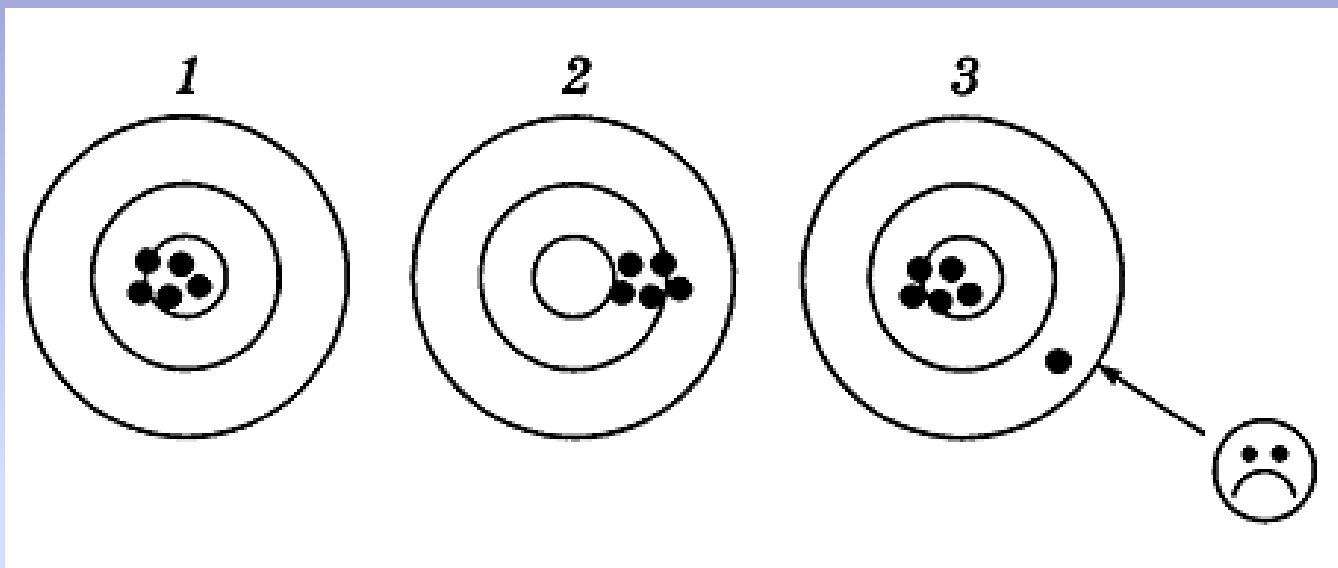
- методичні (теоретичні);
- інструментальні;
- пов'язані з похибкою експлуатації вимірювальних приладів (встановленням, взаємним розташуванням ...);
- особисті.

Випадкові похибки змінюються випадковим чином при багатократних змінах одного та того ж параметру. Вони принципово не можуть бути враховані або усунені при вимірюваннях.



Промахи і грубі помилки - надмірно великі помилки, які явно спотворюють результат вимірювання. Цей клас похибок викликаний найчастіше неправильними діями експериментатора (наприклад, через неувважність замість показання приладу «212» записується «221»).

Приклади похибок



1. Випадкова.
2. Систематична.
3. Груба.

Класифікація похибок

За характером залежності похибки від величин, що впливають:

- основні;
- додаткові.

Основна похибка - це похибка за нормальних, стандартних умов експлуатації вимірювального приладу (наведено у паспорті).

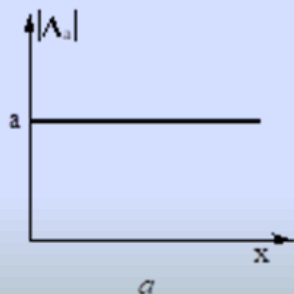
Додаткова (систематична) похибка - зміна основної похибки при зміні умов вимірювання: тиск, температура, вологість тощо (наведено у паспорті).

Наприклад: вимір надлишкового тиску в робочих умовах цеху, за температури навколишнього середовища 40 °С, відносної вологості повітря 18% і атмосферного тиску 735 мм рт. ст., що не відповідає номінальним значенням величин, які впливають при проведенні вимірів.

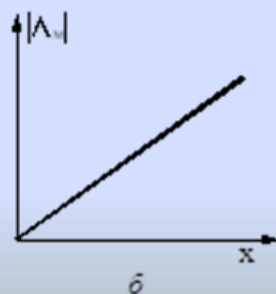
Класифікація похибок

За залежності абсолютної похибки від значень величини, що вимірюється :

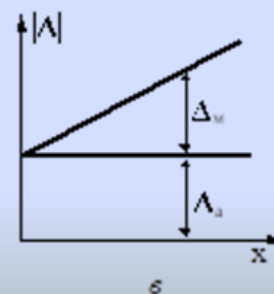
- адитивна - не залежить від величини, що вимірюється (рис. а);
- мультиплікативна - прямо пропорційна величині, що вимірюється (рис. б);
- сумарна - має і адитивну, і мультиплікативну (рис. в) або нелінійну складову.



а)



б)



в)

Питання 2. Метрологічні характеристики вимірювального перетворювача

Метрологічні характеристики — це характеристики властивостей вимірювального засобу, що впливають на результат вимірів та величину похибок.

Основною метрологічною характеристикою будь якого вимірювального перетворювача є приведена похибка.

Приведена похибка визначається як відношення абсолютної похибки до діапазону вимірювання x_N :

$$\gamma = \frac{\Delta x}{x_N} = \frac{|x_u - x|}{x_N}$$

Клас точності вимірювача

Під класом точності мають на увазі максимально допустиму приведену похибку у нормальних (стандартних) умовах, виражену у відсотках.

Клас точності не може бути показником точності вимірювання, він тільки показує граничне значення основної приведенної похибки. Для конкретних вимірювань необхідно вказувати не тільки клас точності пристроїв, а і діапазон вимірювань.

**ДСТУ EN 45501:2017 Метрологічні
аспекти неавтоматичних зважувальних
приладів (EN 45501:2015, IDT) встановлені
стандартні класи точності вимірювальних
перетворювачів:**

0,005; 0,02; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5;2,5; 4,0.

Чутливість вимірювального перетворювача характеризує його здібність вимірювати малі сигнали. При зменшенні величини сигналу, що вимірюється, відносна похибка вимірювання збільшується.

При відносній похибці 100% прилад не придатний для вимірювання.

Порогом чутливості називається мінімальне значення величини, що вимірюється, при якій відносна похибка складає 100%.

$$x_{\min} = \Delta x = \left(\frac{\gamma}{100} \cdot x_N \right)$$

Похибка вимірювального ланцюга

Похибка вимірювання складного вимірювального ланцюга оцінюється по похибкам складових елементів.

Якщо вважати, що похибки усіх перетворювачів одного знаку, то результуюча похибка буде максимальною та дорівнювати сумі похибок усіх перетворювачів:

$$\gamma_{\max} = \gamma_1 + \gamma_2 + \dots \gamma_n$$

На практиці частіш застосовують так звану квадратичну похибку, яка враховує незалежний та випадковий характер складових похибки:

$$\gamma_K = \sqrt{\gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \dots \gamma_n^2}$$

Висновки:

1. Вимірювальний ланцюг повинен бути складено з перетворювачів близьких класів.
2. Для зменшення похибки вимірювального ланцюга необхідно зменшити похибки перетворювачів, з яких він складається.

Питання 3. Класифікація
вимірювальних приладів з
урахуванням їх метрологічних
характеристик

За метрологічним призначенням прилади для вимірів поділяються на:

- технічні;
- лабораторні;
- зразкові.

Технічні прилади (клас точності 0,25-2,5) призначені для роботи у виробничих умовах. Вони повинні бути недорогими та надійними. В показниках таких приладів не вносять поправки на похибку вимірювання.

Лабораторні прилади (клас точності 0,05-0,2) призначені для точних вимірювань в лабораторних умовах і для повірки технічних приладів. Для підвищення точності вимірювань в показання вводяться поправки, що враховують систематичні похибки.

Зразкові прилади (клас точності 0,005-0,05) призначені для повірки лабораторних і технічних приладів.

Завдання на самопідготовку

Автоматика для запобігання вибухам і пожежам. Посібник./ Дерев'янко О.А. та інш.
– Харків: АЦЗУ, 2006.– С. с.269-272.