

ЛЕКЦІЯ 4

ВИМІРЮВАННЯ

4.1 Групи факторів, що впливають на результат виміру.

4.2 Основний постулат метрології.

4.3 Закони розподілу імовірностей і їхні числові характеристики.

4.4 Точність і вірогідність вимірів.

4.5 Вибір універсальних засобів виміру.

Метрологія – наука про виміри.

Вимір – перебування значення фізичної величини досвідченим шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів.

Кількісною характеристикою вимірюваної величини є розмір, якісною характеристикою її є розмірність.

Контроль – окремий випадок виміру, при якому встановлюють, чи відповідають значення фізичних величин граничним значенням, що допускаються.

4.1 Групи факторів, що впливають на результат виміру

На результат виміру (відлік) впливає безліч факторів, серед яких найважливішими є:

Об'єкт виміру

Суб'єкт виміру

Спосіб виміру

Засіб виміру

Умови виміру

Абсолютна погрішність вимірювального приладу $\Delta_{\text{п}}$ – це різниця між показанням приладу і дійсним значенням вимірюваної величини.

$$\Delta_{\text{п}} = x_{\text{п}} - x_{\text{д}}$$

де $x_{\text{п}}$ – показання приладу;

$x_{\text{д}}$ – дійсне значення вимірюваної

величини.

Відносна погрішність вимірювального приладу δ_n – це відношення абсолютної погрішності вимірювального приладу до дійсного значення вимірюваної величини.

$$\delta_n = \frac{\Delta_n}{x_n} \cdot 100\%$$

Систематичною називають складову погрішності вимірів, що залишається постійною або закономірно змінюється при повторних вимірах однієї і тієї ж величини.

Випадковою називають складову погрішності виміру, що змінюється випадковим образом при повторних вимірах однієї і тієї ж величини.

4.2 Основний постулат метрології

Сам вимір відбувається під впливом безлічі випадкових і не випадкових факторів, точний облік яких неможливий. Якщо ці спільні впливи врахувати випадковим що складається η , тоді:

$$\frac{Q+v}{[Q]} + \eta = x$$

де Q – вимірювана величина;

$[Q]$ – величина, прийнята за одиницю;

V - маса тари.

Рівняння є математичною моделлю виміру

по шкалі відносин. Відлік у ній не може бути

представлений одним числом, його можна

представити тільки масивом

експериментальних даних, таблицею,

графіком або аналітичним вираженням.

3.3 Закони розподілу імовірностей і їхні числові характеристики

Найважливішими є перший початковий момент – середнє арифметичне значення

$$\bar{x} = \int_{-\infty}^{+\infty} xp(x) \cdot dx$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

математичне чекання, що характеризує, при нескінченному числі вимірів. Чим більше число вимірів, тим більше середнє значення наближається до математичного чекання.

Мірою розсіювання окремих результатів вимірів служить другий центральний момент – дисперсія

$$\sigma_x^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x_i - \bar{x})^2 p(x) dx$$

У метрології частіше використовують середній квадратичний відхилу

$$\sigma_x = +\sqrt{\sigma_x^2}$$

$$\sigma_x = +\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Усі моменти мають важливу якість: будучи характеристиками випадкової події самі вони не є випадковими.

4.4 Точність і вірогідність вимірів

Тому що дійсне значення вимірюваної величини залишається невідомою, необхідно визначити вірогідність або ступінь довіри отриманому результату виміру. Для цього задаються довірчим інтервалом, що є мірою невизначеності й оцінюється імовірністю того, що вимірювана величина знаходиться в межах цього інтервалу, тобто

$$P(\bar{x} - t\sigma \leq x \leq \bar{x} + t\sigma) = 2\Phi(t)$$

Точність виміру – це ширина інтервалу, у якому знаходиться значення вимірюваної величини з прийнятою довірчою імовірністю.

| Ширина довірчого інтервала | Вірогідність | Відсоток |
|----------------------------|--------------|----------|
| $\pm 1\sigma$ | 0,685 | 68,5% |
| $\pm 2\sigma$ | 0,95 | 95,0% |
| $\pm 3\sigma$ | 0,9973 | 99,73% |

4.5 Вибір універсальних засобів виміру

Для універсальних засобів виміру лінійних величин основною характеристикою є гранична погрішність засобу виміру

$$\Delta_{\text{lim}} = \pm 3\sigma$$

По цій величині виробляється вибір універсальних засобів виміру необхідної точності.

Якщо при багаторазовому вимірі однієї і тієї ж величини постійного розміру сумнівне значення результату виміру відрізняється від середнього значення більше, ніж на $\pm\Delta_{lim}$, те з імовірністю 0,9973 воно є помилковим і його варто відкинути. Така погрішність виміру називається грубою помилкою.

$$\Delta_{гр} > \Delta_{lim}$$

Умова вибору універсального засобу виміру записується так:

$$\Delta_{lim} \leq \delta.$$

Допускаємою називається погрішність δ засобу виміру, що при контролі забезпечує взаємозамінність на складанні і для конкретного розміру і допуску на нього регламентується стандартом.

Результат однократного виміру
виражається рівнянням

$$D = D_e \pm \Delta \text{lim}$$

де D_e – дійсний розмір, отриманий виміром
з довірчою імовірністю 0,9973.

Результат багаторазового виміру
записується так

$$D = \bar{D} \pm \frac{\Delta \text{lim}}{\sqrt{N}}$$

де D – середнє арифметичне значення
результатів вимірів.