

ОБЧИСЛЕННЯ ПОХИБОК ВИМІРЮВАННЯ В ЛАБОРАТОРНИХ РОБОТАХ

Прочитай уважно!

У лабораторних роботах проводиться вимірювання фізичних величин. Будь-яким вимірюванням неможливо визначити істинне значення фізичної величини. Саме тому необхідно оцінити точність отриманого результату. Зазвичай це роблять наприкінці лабораторної роботи. Процес будь-якого вимірювання вважається завершеним лише тоді, коли визначені абсолютна та відносна похибки результату вимірювання.

Абсолютна похибка показує, на скільки істинне числове значення вимірюваної величини може відрізнятись від результату вимірювання.

Позначення: якщо a — фізична величина, то Δa — абсолютна похибка.

Відносна похибка показує, у скільки разів модуль абсолютної похибки $|\Delta a|$ менший від вимірюваної величини.

Позначення: ε (епсilon). $\varepsilon = \frac{\Delta a}{a}$.

Звичайно відносну похибку виражають у відсотках, тоді формула для розрахунку відносної похибки має вигляд:

$\varepsilon = \frac{\Delta a}{a} \cdot 100\%$. При вимірюванні відомих величин (сталих або табличних даних) відносну похибку знаходять за формулою:

$$\varepsilon = \frac{a_{\text{вим.}} - a_{\text{табл.}}}{a_{\text{табл.}}} \cdot 100\%,$$

де $a_{\text{вим.}}$ — вимірювана величина; $a_{\text{табл.}}$ — табличне значення цієї величини.

Якщо проводяться **непрямі вимірювання**, то обчислення похибок проводяться відповідно до таблиці (с. 7).

ОБЧИСЛЕННЯ ПОХИБОК ПРИ НЕПРЯМИХ ВИМІРЮВАННЯХ

Середня максимальна похибка		
Величина	абсолютна	відносна
$x = a + b$	$\Delta x_{\text{сер.}} = \pm(\Delta a_{\text{сер.}} + \Delta b_{\text{сер.}})$	$\frac{\Delta x_{\text{сер.}}}{x_{\text{сер.}}} = \pm \frac{\Delta a_{\text{сер.}} + \Delta b_{\text{сер.}}}{a_{\text{сер.}} + b_{\text{сер.}}}$
$x = a + b + c + \dots$ (периметр)	$\Delta x_{\text{сер.}} = \pm(\Delta a_{\text{сер.}} + \Delta b_{\text{сер.}} + \Delta c_{\text{сер.}} + \dots)$	$\frac{\Delta x_{\text{сер.}}}{x_{\text{сер.}}} = \pm \frac{\Delta a_{\text{сер.}} + \Delta b_{\text{сер.}} + \Delta c_{\text{сер.}} + \dots}{a_{\text{сер.}} + b_{\text{сер.}} + c_{\text{сер.}} + \dots}$
$x = a - b$	$\Delta x_{\text{сер.}} = \pm(\Delta a_{\text{сер.}} + \Delta b_{\text{сер.}})$	$\frac{\Delta x_{\text{сер.}}}{x_{\text{сер.}}} = \pm \frac{\Delta a_{\text{сер.}} + \Delta b_{\text{сер.}}}{a_{\text{сер.}} - b_{\text{сер.}}}$
$x = a \cdot b$ (робота, момент сили)	$\Delta x_{\text{сер.}} = \pm(a_{\text{сер.}} \Delta b_{\text{сер.}} + b_{\text{сер.}} \Delta a_{\text{сер.}})$	$\frac{\Delta x_{\text{сер.}}}{x_{\text{сер.}}} = \pm \left(\frac{\Delta a_{\text{сер.}}}{a_{\text{сер.}}} + \frac{\Delta b_{\text{сер.}}}{b_{\text{сер.}}} \right)$

ОБЧИСЛЕННЯ ПОХИБОК ПРИ НЕПРЯМИХ ВИМІРЮВАННЯХ

Продовження таблиці

Величина	Середня максимальна похибка	відносна
	абсолютна	
$x = a^n$	$\Delta x_{\text{сер.}} = \pm n a^{n-1} \Delta a_{\text{сер.}}$	$\frac{\Delta x_{\text{сер.}}}{x_{\text{сер.}}} = \pm n \frac{\Delta a_{\text{сер.}}}{a_{\text{сер.}}}$
$x = \sqrt{a}$ (період)	$\Delta x_{\text{сер.}} = \pm \frac{1}{2} a^{-\frac{1}{2}} \Delta a_{\text{сер.}}$	$\frac{\Delta x_{\text{сер.}}}{x_{\text{сер.}}} = \pm \frac{1}{2} \frac{\Delta a_{\text{сер.}}}{a_{\text{сер.}}}$
$x = \frac{a}{b}$ (швидкість, густина)	$\Delta x_{\text{сер.}} = \pm \frac{a_{\text{сер.}} \Delta b_{\text{сер.}} + b_{\text{сер.}} \Delta a_{\text{сер.}}}{b_{\text{сер.}}^2}$	$\frac{\Delta x_{\text{сер.}}}{x_{\text{сер.}}} = \pm \left(\frac{\Delta a_{\text{сер.}}}{a_{\text{сер.}}} + \frac{\Delta b_{\text{сер.}}}{b_{\text{сер.}}} \right)$

Вимірювання за допомогою приладів — це **прямі вимірювання**, які дають інструментальну похибку Δa_i та похибку відліку $\Delta a_{\text{вим.}}$. Інструментальна похибка вказується на вимірювальних приладах або в таблицях (с. 10). Похибка відліку становить половину ціни поділки шкали приладу. Абсолютна похибка визначається за формулою: $\Delta a = \Delta a_i + \Delta a_{\text{вим.}}$.

Результат вимірювань записують так: $a = a_p \pm \Delta a$, де a_p — одержаний результат фізичної величини; Δa — абсолютна похибка.

Найбільше значення:

$$a_{\text{max}} = a_p + \Delta a$$

Найменше значення:

$$a_{\text{min}} = a_p - \Delta a$$

ОКРУГЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ

Визначення числа десяткових знаків, до якого округлюється результат вимірювань, виконується таким чином:

- похибка округлюється до однієї значущої цифри за правилом округлення.

Приклад: $\Delta S = 0,076521$ м, тоді $\Delta S = 0,08$ м;

- результат вимірювання фізичної величини округлюється до числа знаків, які не перевищують кількості знаків у похибці.

Приклад: $S = 0,128356$ м, тоді $S = 0,13$ м.

Відповідь: $S = (0,13 \pm 0,08)$ м.

$$S_{\text{max}} = 0,13 + 0,08 \text{ (м)} = 0,21 \text{ м}$$

$$S_{\text{min}} = 0,13 - 0,08 \text{ (м)} = 0,05 \text{ м}$$