

**МЕТОДИКА ПЕРЕРАХУНКУ АДДИТИВНОЇ ТА  
МУЛЬТИПЛІКАТИВНОЇ СКЛАДОВИХ ПОХИБКИ ЗАСОБУ  
ВИМІРЮВАННЯ В ІНСТРУМЕНТАЛЬНУ СКЛАДОВУ НЕПЕВНОСТІ**

**О. М. Васілевський**, Міністерство освіти і науки України, [vasilevskiy@mon.gov.ua](mailto:vasilevskiy@mon.gov.ua)

**В. Ю. Кучерук**, Вінницький національний технічний університет

При оцінюванні основних статичних характеристик засобів вимірювання, які отримують шляхом розкладання рівняння перетворення засобу вимірювання в ряд Тейлора актуальною є проблема перерахунку аддитивної та мультиплікативної складових похибки засобу вимірювання в інструментальну складову непевності для представлення характеристик точності засобів вимірювань відповідно до вимог міжнародних стандартів з оцінювання якості вимірювань – концепції непевності.

В результаті розкладу модельного рівняння перетворення засобу вимірювання в ряд Тейлора можна отримати адитивну  $\Delta y_a$  та мультиплікативну  $\Delta y_m$  складові похибки засобу вимірювання, що описуються виразами [1]:

$$\Delta y_a = \frac{\partial y}{\partial \eta} (\eta - \eta_0) + \frac{\partial^2 y}{2 \partial \eta^2} (\eta - \eta_0)^2 = \frac{\partial y}{\partial \eta} \Delta \eta + \frac{\partial^2 y}{2 \partial \eta^2} \Delta \eta^2; \quad (1)$$

$$\Delta y_m = \frac{\partial^2 y}{\partial x \partial \eta} (x - x_0) (\eta - \eta_0) = \frac{\partial^2 y}{\partial x \partial \eta} \Delta x \Delta \eta, \quad (2)$$

де  $y$  – вихідна величина засобу вимірювання (ЗВ);  $x$  – вхідна вимірювана величина;  $x_0$  – номінальне значення вхідної величини (значення за нормальних умов, що відповідає умовам градування ЗВ);  $\eta$  – впливна величина;  $\eta_0$  – номінальне значення впливної величини.

Для перерахунку адитивної та мультиплікативної складових похибки засобу вимірювання в інструментальну складову непевності необхідно опініти непевності типу В вхідної вимірюваної величини  $u_B(\Delta x)$  та впливної величини  $u_B(\Delta \eta)$  (впливних величин) за верхньою та нижньою границями ( $[x_-; x_+]$  і  $[\eta_-; \eta_+]$ ), в припущенні про можливий вигляд закону розподілу похибки всередині меж.

Якщо нічого невідомо про вигляд закону розподілу похибки всередині меж, то відповідно до міжнародних рекомендацій з оцінювання непевності вимірювання слід припустити, що існує рівна імовірність того, що похибка має будь-яке значення в припустимих межах, тобто приймається прямокутний розподіл ймовірностей. Якщо ж відомо вигляд закону розподілу похибки всередині меж досліджуваних величин, то непевність типу В оцінюється з

тірого деякі типи ЗВ мають такі градувальні криві, що похибки можуть бути, наприклад, завжди позитивними в одній частині діапазону вимірювання і негативними в інших частинах.

Розглянемо випадок коли інформація про вигляд закону розподілу відсутня, в цьому випадку спочатку оцінюються непевності типу В вхідної та впливної величин за формулами [2]:

$$u_B(\Delta x) = \Delta x / \sqrt{12}; \quad u_B(\Delta \eta) = \Delta \eta / \sqrt{12}. \quad (3)$$

Потім виконують перерахунок адитивної та мультиплікативної складових похибки засобу вимірювання в комбіновану інструментальну складову непевності за формулою

$$\begin{aligned} u_{\text{вист}} &= \sqrt{\left(\frac{\partial y}{\partial \eta}\right)^2 u_B^2(\Delta \eta) + \left(\frac{\partial^2 y}{2 \partial \eta^2}\right)^2 (2 \Delta \eta u_B(\Delta \eta))^2 + \left(\frac{\partial^2 y}{\partial x \partial \eta}\right)^2 u_B^2(\Delta x) u_B^2(\Delta \eta) =} \\ &= \sqrt{\left[\left(\frac{\partial y}{\partial \eta}\right)^2 + \left(\frac{\partial^2 y}{\partial \eta^2} \Delta \eta\right)^2\right] u_B^2(\Delta \eta) + \left(\frac{\partial^2 y}{\partial x \partial \eta}\right)^2 u_B^2(\Delta x) u_B^2(\Delta \eta) =} \\ &= \sqrt{\left[\left(\frac{\partial y}{\partial \eta}\right)^2 + \left(\frac{\partial^2 y}{\partial \eta^2} \Delta \eta\right)^2\right] \frac{\Delta \eta^2}{12} + \left(\frac{\partial^2 y}{\partial x \partial \eta} \Delta x \Delta \eta\right)^2}. \end{aligned} \quad (4)$$

Таким чином, оцінивши на основі апіорної інформації непевності типу В вимірюваної і впливної величин на основі їхніх меж відхилення від номінальних значень та підставивши у рівняння (4) аналітичні вирази адитивної і мультиплікативної складових похибки засобу вимірювання можна виконати перерахунок складових похибки засобу вимірювання в інструментальну складову непевності.

**Література**

1. Васілевський О. М. Дослідження статичних метрологічних характеристик засобу вимірювання кутової швидкості // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – №6. – С. 26–30.
2. Васілевський О. М., Кучерук В. Ю. Основи теорії невизначеності вимірювань. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 172 с. – ISBN 978-966-641-454-3.