

І.А. Омельчук, В.Ю. Кучерук, д.т.н., проф.

СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОБРОБЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ МІЖКАЛІБРУВАЛЬНИХ ІНТЕРВАЛІВ

Все більше інтегрування України в загальноєвропейський економічний простір відкриває нові можливості та перспективи для розвитку усіх галузей промисловості, але вироблена продукція повинна відповідати високим показниками якості. Щоб бути конкурентоздатними і вести успішну економічну діяльність, підприємствам необхідно застосовувати високоефективні і результативні системи якості. Найважливішою ланкою забезпечення якості на підприємстві є точність й достовірність вимірювань, необхідних для виготовлення високоякісної продукції.

Одним із завдань метрологічних служб є підтримання засобів вимірювальної техніки в стані їх метрологічної надійності, та контроль часу збереження даного стану.

Тому розроблення методів контролю якості роботи ЗВТ в реальних умовах експлуатації та оцінювання показників метрологічної надійності конкретних промислових ЗВТ є гострою потребою підвищення якості вимірювальних процесів у сучасних виробництвах, лабораторній та медичній практиці.

Існуючі методи

На сьогоднішній день багато науковців працює над розробкою методів оцінювання метрологічних характеристик та метрологічної надійності.

Також існують рекомендації та стандарти європейських розробників щодо визначення та коригування міжкалібрувальних інтервалів. Одним з таких стандартів є ІLAC-G 24/OIML D10:2007 [1].

Метою цього стандарту є надання лабораторіям настанов, щодо оцінювання міжкалібрувальних інтервалів.

Проблемним до сьогодні залишається розроблення універсального методу, який дозволяє проводити попереднє оцінювання міжкалібрувального інтервалу одиничного засобу вимірювальної техніки, що працює за конкретних умов експлуатації, та навантаження.

Актуальність даної теми полягає в узагальненні та адаптації статистичних методів оброблення результатів калібрувань, з метою розробки способу оцінювання міжкалібрувального інтервалу який задовольняв би вимогам калібрувальних лабораторій щодо простоти та універсальності.

Мета і задачі дослідження

Метою розробки є узагальнення існуючих методів, що існують на сьогоднішній день, та адаптація їх до умов використання в метрологічній практиці, впровадження в метрологічну практику новітніх методів оцінювання якості роботи обладнання як лабораторного, так і технологічного, Європейських підходів по індивідуальному оцінюванню метрологічних характеристик з урахуванням специфіки роботи конкретного приладу.

Математичний апарат та методика виконання методу, що пропонується

На сьогоднішній день методи статистичного моделювання широко використовуються в економічних розрахунках та прогнозах. Так, джерело [8] присвячене побудові статистичних моделей зі змінним параметрам для прогнозування нестационарних часових рядів, експонентного згладжування - одного з найпростіших і розповсюджених прийомів вирівнювання ряду, в основі якого лежить розрахунок експонентних середніх.

Враховуючи, що використання ЗВТ є циклічним, результати вимірювань, отримані на ЗВТ, можуть бути розглянуті як дискретний стохастичний часовий ряд, з певним кроком, який в умовах конкретної лабораторії також є різним і визначає частоту вимірювань за допомогою даного ЗВТ. Очевидно, що для кожної лабораторії цей показник є індивідуальним.

Як вказано в [2], експонентну середню S_t можна виразити через значення часового ряду x

$$\begin{aligned} S_t &= \alpha x_t + \beta S_{t-1} = \alpha x_t + \alpha \beta x_{t-1} + \beta^2 S_{t-2} = \dots = \\ &= \alpha x_t + \alpha \beta x_{t-1} + \alpha \beta^2 x_{t-2} + \dots + \alpha \beta^l x_{t-l} + \dots + \beta^N S_0 = \alpha \sum_{i=0}^{N-l} \beta^i x_{t-i} + \beta^N S_0, \end{aligned} \quad (1)$$

де N - кількість членів ряду; S_0 - деяка величина, що характеризує початкові умови для першого застосування формули при $t = 1$; α - параметр згладжування, $\alpha = const, 0 \leq \alpha \leq 1$; $\beta = 1 - \alpha$.

Отже,

$$S_t = \alpha \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i x_{t-i}. \quad (2)$$

Таким чином, величина S_t є зваженою сумою всіх членів ряду. Причому вага падає експоненційно залежно від давнини (віку) спостереження. Це й пояснює, чому величина S_t названа експонентною середньою.

При проведенні тестових обрахунків прогнозних даних було взято вибірку з 20 послідовних замірів температури. При цьому 10 перших замірів було взято як дані для побудови поліному експонентного згладжування ряду, що здійснюється за рівнянням (1). Результати обрахунків наведено на рис. 1.



Рис. 1. Графічне відображення результатів обрахунків прогнозу змін температури та похибок прогнозування

Як видно з вище вказаних даних, прогнозовані дані є корельовані з дійсними виміреними значеннями, та повторюють коливальний характер зміни температури в камері термостату. Однак, застосування вимірених даних є не зовсім раціональним як з точки зору складності та кількості обрахунків, так і з точки зору глибини і прогнозування. Тому доцільніше застосовувати комплексний параметр Z – показник, який широко використовується для оцінки правильності роботи лабораторій.

Кількісний показник z -індекс розраховується за формулою (3):

$$z = \frac{x - X}{\hat{\sigma}} \quad (3)$$

де: x – результат вимірювання температури;

X – установлене значення значення температури.

σ - стандартне відхилення для серії вимірювань.

Графічне відображення результатів оборахунків наведено на мал 1 та 2



Рис. 1. Графічне відображення результатів обрахунків прогнозу змін температури по Z показнику

Як видно з графіків, Z -показник найбільш точно описує розвиток процесу в пронозі.

Таким чином, застосовуючи методи прогнозування, і знаючи параметри ЗВТ, що застосовується в лабораторії, та вимоги до точності вимірювань, що регламентується в даній лабораторії, можна розрахувати ту кількість циклів вимірювання, яку може зробити ЗВТ без перекалібрування – повторного юстування за допомогою еталонної бази, що наявна в лабораторії, або в калібрувальних лабораторіях.

Перелік використаних літературних джерел

1. Рекомендації EUROLAB–Україна з впровадження вимог ISO/IEC 17025: 2005 в практику випробувальних та калібрувальних лабораторій.

2. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: Учеб. пособие. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 416 с.