

## КАЛІБРУВАННЯ ТЕРМОМЕТРА

Брікман А.І.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Захаров І.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, просп. Науки, 14,

каф. Метрології та технічної експертизи, тел. (057) 702-13-31)

e-mail: [anastasiia.brikman@nure.ua](mailto:anastasiia.brikman@nure.ua), тел. (099) 042-35-95

The purpose of the report is to develop a procedure for uncertainty evaluation when mercury thermometer is calibrated. The measurand is the bias of the thermometer being calibrated, which is determined using a reference thermometer. The correlation between thermometers readings was taken into account when measurement uncertainty is estimated. An uncertainty budget has been developed.

Keywords: thermometer, calibration, measurement uncertainty, uncertainty budget.

Температурою називають фізичну величину, що характеризує ступінь нагрітості тіла. Практично всі технологічні процеси і різні властивості речовини залежать від температури. На відміну від таких фізичних величин, як довжина, маса та ін. температура є не екстенсивною (параметричною), а інтенсивною (активною) величиною. Вимірювати температуру можна тільки непрямим шляхом, ґрунтуючись на залежності від температури таких фізичних властивостей тіл, які піддаються безпосередньому вимірюванню. Для цього застосовуються спеціальні засоби вимірювальної техніки (ЗВТ) – термометри, побудовані на різних фізичних принципах.

Термометри, як ЗВТ, потребують періодичного калібрування. Калібрування – сукупність операцій, за допомогою яких за заданих умов на першому етапі встановлюється співвідношення між значеннями величини, що забезпечуються еталонами з притаманними їм невизначеностями вимірювань, та відповідними показами з пов'язаними з ними невизначеностями вимірювань, а на другому етапі ця інформація використовується для встановлення співвідношення для отримання результату вимірювання з показу.

Основним методом калібрування термометрів є їх звірення з еталонним термометром за допомогою засобу порівняння. В процесі калібрування термометра оцінюють різницю  $\Delta$  між результатом вимірювання термометра, що калібрується та показом еталонного термометра, визначаючи систематичну похибку термометра, що калібрується, в точці калібрування.

Невизначеність вимірювань – це параметр, що характеризує розсіювання значень величини, яку можна обґрунтовано приписати величині, що вимірюються. Параметром може бути стандартне відхилення (або кратне йому число) або половина ширини інтервалу із установленою ймовірністю

охвату. Усі складові невизначеності в результаті вимірювання можна згрупувати в дві категорії відповідно до способу їх оцінювання:

А – складові, які оцінюються шляхом застосування статистичних методів (обробкою результатів багаторазових вимірювань).

В – складові, які оцінюються в інший спосіб (за характеристиками, з попередніх експериментів, з паспорта на прилад, методики виконання вимірювань, з довідників і т.д.).

Невизначеність вимірювань включає складові, обумовлені систематичними ефектами, в тому числі складові, пов'язані з поправками і приписаними значеннями еталонів, а також дефінітну невизначеність. Іноді поправки на оцінені систематичні ефекти не вводять, а замість цього останні розглядають як складові невизначеності вимірювань.

Базовий алгоритм оцінювання невизначеності вимірювань при виконанні метрологічних робіт включає в себе наступні операції:

- 1) складання модельного рівняння;
- 2) оцінювання вхідних величин, внесення поправок на відомі систематичні ефекти в результатах вимірювань;
- 3) обчислення оцінки результату вимірювань;
- 4) визначення стандартних невизначеностей вхідних величин;
- 5) визначення коефіцієнтів чутливості;
- 6) обчислення вкладу невизначеності кожної вхідної величини у невизначеність вимірюваної величини;
- 7) визначення попарних кореляцій вхідних величин;
- 8) обчислення сумарної стандартної невизначеності вимірюваної величини;
- 9) обчислення коефіцієнту охопту;
- 10) обчислення розширеної невизначеності вимірюваної величини;
- 11) запис повного результату вимірювання;
- 12) складання бюджету невизначеності.

В силу особливості зазначеного методу калібрування і застосовуваного при цьому засобу порівняння (термостата), при оцінюванні невизначеності вимірювань необхідно враховувати кореляцію між показами термометра, що калібрується та еталонного термометра. Тому для кожної точки калібрування шкали термометра, використовуючи метод редуції, розраховують середнє арифметичне значення різниці результатів спостережень температури термометра, що калібрується та еталонного термометрів.

У роботі була досліджена методика калібрування ртутного термометра і розроблена процедура оцінювання невизначеності вимірювань під час його калібрування. Складено бюджет невизначеності, який можна використовувати для розробки програмного засобу для автоматизації оцінювання невизначеності. Розглянутий реальний приклад оцінювання невизначеності під час калібрування ртутного термометра.