

УДК 535.08; 681.7.08

## ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПІРОМЕТРОМ З МІКРОКОНВЕРТОРОМ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ІФОРМАТИВНОЇ НАДЛИШКОВОСТІ

Г.О. Корогод

*Київський національний університет технологій та дизайну*

Ключові слова: підвищення точності, надлишкові вимірювання, мікроконверторні засоби, похибка АЦП, автоматична корекція похибки.

Як відомо, структурну схему вимірювального перетворення потоку оптичного випромінення  $\Phi_x$  в температуру цифровими пірометрами можна представити наступним чином (рис.1):

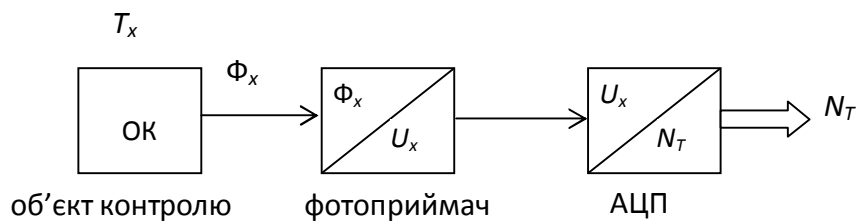


Рисунок 1 — Структурна схема вимірювального перетворення температури

При застосуванні відомих методів на виході АЦП (з розрядністю  $m$ ) отримуємо цифровий код числа:

$$N_{U_x} = S_{\text{пр}} U_x = \left( \frac{2^m}{U_{\text{оп}}} \right) U_x, \quad (1)$$

де  $U_x$  – напруга на виході вимірювального каналу з фотоприймачем;  
 $U_{\text{оп}}$  – опорне значення напруги АЦП;  
 $S_{\text{пр}}$  – коефіцієнт перетворення.

При лінійній ( $U_x = S'_{\text{л}} \Phi_x + \Delta U'$ ) функції перетворення вимірювального каналу вираз (1) матиме вид:

$$N_{U_x} = \left( \frac{2^m}{U_{\text{оп}}} \right) (S'_{\text{л}} \Phi_x + \Delta U').$$

Отже, при вимірюванні температури за допомогою пірометра з вбудованим мікроконвертором, виникають додаткові похибки, обумовлені залежністю результату вимірювального перетворення від коефіцієнта  $S_{\text{пр}}$  та від параметрів функції перетворення ( $S'_{\text{л}}$ ,  $\Delta U'$ ) вимірювального каналу, які нестабільні у часі (тобто відхиляються від номінальних значень).

Для підвищення точності вимірювання були запропоновані методи надлишкових вимірювань, в яких завдяки обробці результатів проміжних

вимірювань за запропонованим рівнянням надлишкових вимірювань отримують результат ( $N_{U_x}$ ) незалежним від параметрів ( $S'_{л}$  і  $\Delta U'$ ) функції перетворення і від коефіцієнта перетворення  $S_{пр}$ . Докажемо це твердження. Для перетворення потоку випромінювання  $\Phi_x$  в температуру  $T_x$  застосуємо закон Стефана-Больцмана. Далі в запропонованому рівнянні надлишкових вимірювань [3] розпишемо коди чисел через їх вирази:

$$\begin{aligned} N_{T_x} = \{T_x\} &= \sqrt[4]{\Phi_x / A'\sigma} = \sqrt[4]{\left\{ \Phi_0 \right\} + \frac{\left\{ \Phi_0 \right\} (N_3 - N_2)}{N_2 - N_1}} / (A'\sigma) = \\ &= \sqrt[4]{\left\{ \Phi_0 \right\} \left( 1 + \frac{(S_{пр} U'_{н3} - S_{пр} U'_{н2})}{S_{пр} U'_{н2} - S_{пр} U'_{н1}} \right)} / (A'\sigma) = \sqrt[4]{\left\{ \Phi_0 \right\} \left( 1 + \frac{(U'_{н3} - U'_{н2})}{U'_{н2} - U'_{н1}} \right)} / (A'\sigma) = \quad (2) \\ &= \sqrt[4]{\left\{ \Phi_0 \right\} \left( 1 + \frac{(S'_{л} \Phi_x + \Delta U' - S'_{л} \Phi_0 - \Delta U')}{S'_{л} \Phi_0 + \Delta U' - \Delta U'} \right)} / (A'\sigma) = \sqrt[4]{\Phi_x / A'\sigma} = \{T_x\}. \end{aligned}$$

В отриманому рівнянні (2) завдяки операції віднімання вихідних кодів напруг у чисельнику та знаменнику виключається адитивна складова похибки вимірювання ( $\Delta U'$ ), а завдяки реалізації операції ділення отриманих різниць кодів напруг виключається мультиплікативна складова систематичної похибки ( $S'_{л} \Phi_x$ ), а також коефіцієнт перетворення  $S_{пр}$ .

Встановлено, що при застосуванні методів надлишкових вимірювань з використанням мікроконверторних засобів, підвищується точність вимірювання за рахунок виключення систематичної складової похибки, що обумовлена зміною параметрів функції перетворення під дією дестабілізуючих факторів, а також за рахунок виключення похибки квантування, що виникає в АЦП.

Таким чином, на базі розроблених методів надлишкових вимірювань отримано аналітичні залежності для функції перетворення вимірювального каналу засобу вимірювання (пірометра), здійснено їх моделювання, що дозволяє синтезувати мікроконверторні засоби вимірювань із нормованими метрологічними характеристиками.

#### Список використаних джерел

1. Кондратов В.Т. Теория избыточных измерений / В.Т. Кондратов// Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах . – 2005. – № 1. – С. 7-24.
2. Избыточная пирометрия. Режим доступа: <http://kondratov.com.ua/index.php/fundamentalnaya-metrologiya/teoriya-izbytochnykh-izmerenij/nauchnye-napravleniya/izbytochnaja-pirometrija>.
3. Корогод Г.О. Методи та оптико-електронні засоби вимірювального контролю температури розплавів скломас з використанням інформативної надлишковості: дис... канд.техн.наук: 05.11.13/ Корогод Ганна Олександрівна. – К., 2016. – 291 с.