

УДК 535.08; 681.7.08

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОГАРИФМІЧНОЇ ФУНКЦІЇ ПЕРЕТВОРЕННЯ ІЗ ЗАСТОСОВУВАННЯМ НАДЛИШКОВОСТІ

Г.О. Корогод, доцент, кандидат технічних наук
Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: комп'ютерне моделювання, логарифмічна функція перетворення, надлишкові методи, високоточні вимірювання, нормована за значенням фізична величина.

Отримання достовірної інформація і досі залишається актуальною задачею сьогодення, особливо це стосується технічних вимірювань. Підвищенню достовірності сприяє підвищення точності вимірювань, на яку, в свою чергу, впливають похибки від нелінійності функції перетворення, похибки, обумовлені зміною параметрів функції перетворення під дією дестабілізуючих факторів, методичні похибки тощо. У зв'язку з цим актуальними слід вважати дослідження, які спрямовані на розвиток і дослідження методів, що забезпечують безпосередню роботу з нелінійною функцією перетворення при виключенні впливу на результат вимірювання параметрів функції перетворення та їх відхилень від номінальних значень. Крім цього, доцільно дослідити можливість розширення діапазону надточних вимірювання. Цю задачу успішно вирішують методи надлишкових вимірювань при нелінійній (логарифмічній) і нестабільній ФП вимірювального каналу.

Як відомо [1,2], математична модель методів надлишкових вимірювань (МНВ) для логарифмічної функції перетворення фотодіода, що працює в фотогальванічному режимі, має вид:

$$\begin{cases} U'_{n1} = S'_H \ln((\Delta\Phi_0/\Phi_T) + 1) + \Delta U'; \\ U'_{n2} = S'_H \ln((\Phi_0/\Phi_T) + 1) + \Delta U'; \\ U'_{n3} = S'_H \ln(((\Phi_0 + \Delta\Phi_0)/\Phi_T) + 1) + \Delta U'; \\ U'_{n4} = S'_H \ln((\Phi_x/\Phi_T) + 1) + \Delta U'; \\ U'_{n5} = S'_H \ln(((\Phi_x + \Delta\Phi_0)/\Phi_T) + 1) + \Delta U', \end{cases} \quad (1)$$

де U_R – напруга на навантаженні; U_{RM} – падіння напруги на омичних елементах діода; Φ_x – потік оптичного випромінювання, що падає на фотодіод; Φ_T – темновий потік; S'_H – крутизна перетворення; Φ_0 і $\Delta\Phi_0$ – нормовані за значенням потоки випромінювання від регульованого джерела випромінювання.

В результаті розв'язання даної системи отримуємо наступне рівняння надлишкових вимірювань потоку випромінювання Φ_x :

$$\Phi_x = \frac{\Delta\Phi_0}{\left[\left(\frac{\Delta\Phi_0}{(\Phi_0 + \Phi_T)} + k_1 \right)^{(U'_{n5} - U'_{n4}) / (U'_{n3} - U'_{n2})} \right] - 1} - \Phi_T. \quad (2)$$

В роботі проведено дослідження по визначення взаємозв'язку між

значеннями між значеннями контрольованої величини та найбільш впливовою з нормованих при змінах параметрів функції перетворення в межах $\pm 1,0\%$. В результаті комп'ютерного моделювання було встановлено:

1. Найбільших плив серед нормованих потоків Φ_0 і $\Delta\Phi_0$ має потік Φ_0 , оскільки зміна величини цього параметру справляє більший вплив на похибку вимірювання. Таким чином, керуючи величиною нормованого потоку Φ_0 можна регулювати діапазон вимірювань, при якому відносна похибка має величину малого порядку.

2. Знайдене співвідношення між значеннями контрольованого потоку та найбільш впливовим з нормованих, що складає 3:1. Знайдене співвідношення забезпечує в широкому діапазоні вимірювань найменшу похибку. Так, при значеннях потоку $\Delta\Phi_0=0,1\cdot 10^{-3}$ Вт і $\Phi_0=1,06\cdot 10^{-3}$ Вт стає можливим вимірювати з відносною похибкою, що складає тисячні відсотка, контрольований потік в ширшому діапазоні $\Phi_x=(0,16\cdot 10^{-3}\div 0,97\cdot 10^{-3})$ Вт. При цих же умовах, але без дотримання знайденого співвідношення між величинами, значення становитиме лише $\Phi_x=0,08\cdot 10^{-3}$ Вт. Отримані результати свідчать, що шляхом застосування заданого співвідношення між потоками Φ_0 і Φ_x , можна розширити високоточний діапазон вимірювань.

3. Збільшення похибки відтворення нормованих за значенням потоків випромінення Φ_0 і $\Delta\Phi_0$ на 1 порядок призводить до звуження діапазону, в якому забезпечується відносна похибка вимірювання малого порядок. Таке звуження діапазону особливо суттєве, коли не застосовується співвідношення між значеннями контрольованого потоку та найбільш впливовим з нормованих, як 3:1. В цьому випадку висувуються високі вимоги до регульованого джерела випромінювання. При дотриманні знайденого співвідношення між потоками, вдається дещо розширити діапазон. Таким чином, для зменшення впливу похибки відтворення нормованих потоків, виконання співвідношення між потоками Φ_0 і Φ_x , як 3 до 1, є бажаним. Таким чином, вимоги до дотримання похибки відтворення нормованих потоків все ще залишаються високими.

4. Похибка відтворення темного потоку не чинить вплив на результат вимірювання (за умови, що вона залишається сталою протягом циклу вимірювання).

Список використаних джерел

1. V. Shcherban'. Computer simulation of logarithmic transformation function to expand the range of high-precision measurements. / Volodymyr Shcherban', Ganna Korogod, Oksana Kolysko, Mariana Kolysko, Yury Shcherban', Ganna Shchutska.// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. –Vol. 2 No. 9 (110) (2021), 27-36. DOI: 10.15587/1729-4061.2021.227984.

2. 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.