

# ОЦЕНИВАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ СИЛЫ ТОКА МЕТОДОМ ЭКСЦЕССОВ

**Захаров А.А., Токарева М.С.**

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
newzip@ukr.net*

Рассмотрена процедура оценивания неопределенности косвенного измерения силы тока методом эксцессов [1]. Измеряемый ток  $I_x$  определяют по результатам многократных измерений падения напряжения  $V_{ind}$  вольтметром с коэффициентом трансформации  $T_{ind}$  на резисторе сопротивлением  $R_{m0}$  с температурным коэффициентом сопротивления  $\alpha = 0,00005 \text{ K}^{-1}$  в соответствии с выражением [2]:

$$I_x = V_{ind} / [T_{ind} R_{m0} (1 + \alpha \cdot \delta t)] \quad (1)$$

где:  $\delta t$  – отклонение температуры окружающей среды от  $23^\circ\text{C}$ .

Значения  $x_j$  входных величин  $X_j$ , их стандартные неопределенности  $u_j$  и эксцессы их распределений  $\eta_j$  приведены в табл. 1.

Таблица 1

Бюджет неопределенности измерений

| $X_j$      | $x_j$      | $u_j$       | $\eta_j$ | $c_j$                     | $u_j(y)$    |
|------------|------------|-------------|----------|---------------------------|-------------|
| $V_{ind}$  | 100,045 мВ | 0,058571 мВ | 6        | 0,09982 мОм <sup>-1</sup> | 0,00585 А   |
| $T_{ind}$  | 1          | 0,00026     | - 1,2    | -9,98652 А                | - 0,00259 А |
| $R_{m0}$   | 10,018 мОм | 0,00305 мОм | 0        | -0,99686 А/мОм            | - 0,00300 А |
| $\delta t$ | 0          | 1,732051 К  | - 1,2    | -0,0005 А/К <sup>2</sup>  | - 0,00086 А |
| $Y$        | $y$        | $u(y)$      | $\eta$   | $k$                       | $U$         |
| $I_x$      | 9,98652 А  | 0,00712 А   | 0,000137 | 1,96                      | 0,0139 А    |

В табл. 1 также представлены коэффициенты чувствительности  $c_j$ , вклады неопределенности входных величин в измеряемую  $u_j(y)$ , значение измеряемой величины  $y$ , ее стандартная неопределенность  $u(y)$ , эксцесс измеряемой величины  $\eta$ , коэффициент охвата  $k$  и расширенная неопределенность  $U$ .

Проводилось валидация предлагаемой процедуры методом Монте-Карло [3], показавшая полное совпадение результатов, полученных разными методами.

## Список литературы

1. Zakharov, I.P., Botsyura, O.A. Calculation of Expanded Uncertainty in Measurements Using the Kurtosis Method when Implementing a Bayesian Approach // Measurement Techniques, 2019, Volume: 62, Issue: 4, pp. 327-331.
2. Messunsicherheiten: Theorie und Praxis/ Franz Adunka. -2. Aufl. Essen: Vulkan-Verl., 2000.
3. Zakharov I.P., Vodotyka S.V. Application of Monte Carlo simulation for the evaluation of measurements uncertainty // Metrology and Measurement Systems, 2008, Vol. XV, № 1. – pp. 118-123.