

А.Ю. Савицький, О.С. Звягін
(Україна, Вінниця, Вінницький національний технічний університет)

ЗАСТОСУВАННЯ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ПЕРІОДИЧНИХ СИГНАЛІВ ПЕРВИННИХ СЕНСОРІВ

Анотація

Розглянуто математичний апарат статистичної обробки сигналів автогенераторних перетворювачів фізичних величин, що працюють за методом частотної модуляції. Показано методику зменшення впливу випадкової похибки вимірювання у каналі передавання сигналу високостабільного генератора.

Ключові слова: періодичний сигнал, фаза, апроксимація, дотична.

Abstract

The mathematical apparatus of statistical processing of signals of autogenerator converters of physical quantities operating according to the method of frequency modulation is considered. The technique of reducing the influence of random measurement error in the signal transmission channel of a highly stable generator is shown.

Keywords: periodic signal, phase, approximation, tangent.

Вступ

Практика застосування методів радіовимірювання показує, що динамічні системи найбільш піддаються впливам різноманітних флуктуацій, а відклики даних систем мають математично складний характер і описуються поліномами високих степенів [1]. Тому запропоновано використання метода накопичення для зменшення впливу флуктуацій на результат вимірювання автогенераторних перетворювачів.

Результати дослідження

На сьогоднішній однією із задач є підвищення точності вимірювань, в тому числі автогенераторних перетворних засобів вимірювання.

Миттєве вимірне значення фізиної величини можна описати рівнянням $y(t) = a_f(t) + \varepsilon(t)$ [2], де $a_f(t)$ - функція часувимірювального параметра, $\varepsilon(t)$ - сумарна по всіх каскадам помилка відображення частоти. Якщо період накопичення T_D [1], інтеграл усереднення має вид:

$$Y(t) = \int_0^{T_D} y(t)dt = \int_0^{T_D} [a_f + \varepsilon(t)]dt = a_f T_D + \int_0^{T_D} \varepsilon(t)dt.$$

Співвідношення сигнал/завада визначає похибку від дії адитивної завади, прийнявши P_{a_f} і P_n – потужності сигналу і завади відповідно:

$$n = \frac{P_{a_f}}{P_n} = (a_f \cdot T_D)^2 / D \left[\int_0^{T_D} \xi(t)dt \right].$$

За умови, що вимірювальна система відповідає теоремі Котельникова, дисперсія завади на виході інтегратора:

$$D \left[\int_0^{T_D} \varepsilon(t)dt \right] \cong D \left[\sum_{i=1}^k \varepsilon(t_i) \tau_0 \right] \approx T_D \cdot \tau_0 \cdot D(\varepsilon).$$

Зменшення впливу завади визначається з співвідношення сигнал/завада на вході та виході інтегратора, виражене у відношенні сигнал/завада збільшується із збільшенням часу інтегрування та частоти автокореляційної функції завади:

$$\frac{P_{a_f \cdot \text{вих}}}{P_{n \cdot \text{вих}}} \cong \frac{(a_f \cdot T_D)^2}{T_D \cdot \tau_0 \cdot D(\varepsilon)} = \frac{T_D \cdot a_f^2}{\tau_0 \cdot D(\varepsilon)} = \frac{T_D}{\tau_0} \cdot \frac{P_{a_f \cdot \text{вх}}}{P_{n \cdot \text{вх}}}.$$

В роботі [2] зазначалась можливість застосування криволінійної апроксимації, математичний апарат якої наведено нижче:

$$\int_{t_0}^{t_n} y(t) dt = \sum_{i=1}^m S_{\text{trap},i} + \sum_{i=1}^m S_{\text{segm},i};$$

$$\sum_{i=1}^m S_{\text{trap},i} = h \left(\frac{y(t_0) + y(t_n)}{2} + y(t_1) + y(t_2) + \dots \right);$$

$$\sum_{i=1}^m S_{\text{segm},i} = \sum_{i=1}^m \frac{r_i^2}{2} \left(\pi \frac{\alpha_i}{180^\circ} - \sin \alpha_i \right);$$

$$R(t)_\Sigma = \sum_{i=1}^n \left(\frac{t_i - t_{i-1}}{2} \right)^5 \frac{y^{(IV)}(\zeta_{i-1})}{90},$$

де $R(t)_\Sigma$ - залишковий член інтегральної суми, що показує похибку вимірювання. Аналогічний результат сумарної похибки вимірювання отримуємо і при застосуванні інших видів криволінійної інтерполяції інтегровального полінома, наприклад методом Сімпсона.

Висновки

Застосування запропонованої методики чисельного інтегрування для реалізації метода накопичення для зменшення флуктуаційних похибок автогенераторних засобів вимірювання динамічних систем дозволяє отримати високу точність одночасно із застосуванням сучасних мікропроцесорних засобів обробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mahmud S. M. High precision phase measurement using reduced sine and cosine tables // IEEE Transactions on instrumentation and measurement. 1990. 39. N 1. P. 56–60

2. Осадчук О.В. Обробка вимірювального сигналу сенсора за допомогою параболічної інтерполяції / Осадчук О.В., Савицький А.Ю., Звягін О.С. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2015. – №2. – С. 153–158

Савицький Антон Юрійович — к.т.н., доцент кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Savitskyant@gmail.com

Звягін Олександр Сергійович — к.т.н., доцент кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця: -mail: zviahin86@gmail.com

Savitskyi Anton Yu. — Ph.D., Associate Professor of the Department of Information Radio-Electronic Technologies and Systems, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Savitskyant@gmail.com

Zviahin Oleksandr S. — Ph.D., Associate Professor of the Department of Information Radio-Electronic Technologies and Systems, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: zviahin86@gmail.com