

**МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ФАЗОВОГО ДРИЖАННЯ
СИГНАЛІВ У ЦИФРОВИХ ТРАКТАХ**

Анотація. Виконано порівняльний аналіз спектральних методів оцінювання спектральної густини потужності (СГП) сигналів фазового дрижання (ФДр). Визначено, що періодограмно-корелограмний та кореляційно-фільтровий методи дозволяють отримати значення СГП сигналів ФДр при мінімальній дисперсії.

Ключові слова: спектральні методи, фазове дрижання, спектральна густина потужності.

G.G. BORTNYK, M.V. VASYLKIVSKYJ, O.V. STALCHENKO

Vinnytsia National Technical University
bgen88@gmail.com**METHODS TO ASSESS SIGNAL JITTER IN DIGITAL PATHS**

Annotation. A comparative analysis of spectral methods to assess the power spectral density (PSD) of signal jitter. Determined that the periodogram-korrelogrammny and filter-correlation methods allow to investigate the PSD of the signal jitter to the minimum variance.

Keywords: spectral methods, jitter, power spectral density.

Аналіз сигналів фазового дрижання (ФДр) у цифрових трактах (ЦТ) комп'ютерних і телекомунікаційних систем базується на визначенні спектральної густини потужності (СГП). Різноманітність методів спектрального аналізу сигналів ФДр та жорсткі вимоги до точності оцінювання, висувають складну задачу вибору оптимального методу оцінювання СГП сигналів.

Для визначення оптимальності спектрального методу оцінювання складових ФДр у ЦТ, використаємо в якості критерію ефективності добротність оцінювання СГП:

$$Q = \frac{\{E[P_E(f)]\}^2}{\text{var}[P_E(f)]}, \quad (1)$$

де $\{E[P_E(f)]\}$ – математичне сподівання оцінки СГП; $\text{var}[P_E(f)]$ – дисперсія СГП.

Слід відмітити, що при використанні класичних методів оцінювання спектра необхідно приймати компромісні рішення при виборі: віконних функцій зважування даних, кореляційних функцій та параметрів усереднення в часовій та частотній областях. Згідно критерію (1), визначено, що оптимальним методом оцінювання детермінованих складових ФДр є періодограмно-корелограмне оцінювання СГП [1]:

$$S_c(k) = S(k) * W_c(k), \quad (2)$$

де $S(k)$ – модифікована періодограма; $W_c(k)$ – дискретне подання кореляційної віконної функції.

Статистична стійкість оцінки зваженого спектра $S_c(k)$ забезпечується усередненням по сегментам та частотним згладжуванням.

Результати дослідження доводять, що кореляційно-фільтровий метод є ефективним для оцінювання СГП випадкової складової сигналу ФДр, оскільки забезпечує мінімальну дисперсію результатів. Цей метод базується на часовому усередненні добутку вихідної та відфільтрованої реалізації випадкового сигналу ФДр [2]:

$$R_{opt}(\tau) = \frac{1}{T-\tau} \int_{\tau}^T x(t) \cdot x(t-\tau) dt. \quad (3)$$

Проведений порівняльний аналіз методів оцінювання ФДр сигналів у ЦТ показав, що оптимальним методом оцінювання випадкового ФДр є кореляційно-фільтровий, а при дослідженні детермінованого ФДр доцільно використовувати періодограмно-корелограмний метод.

Література

1. Бортник Г. Г. Спектральний метод оцінювання джитеру в телекомунікаційних системах / Г. Г. Бортник, М. В. Васильківський, В. А. Челюян // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2010. – № 2 – С. 109 - 114.
2. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер – М. : Техносфера, 2009. – 856 с.