УДК 519.216.7

ГЕЛЬМАН Л. М., ЗІНЬКОВСЬКИЙ Ю. Ф., ПЕТРУНІН І. В.

КОРЕЛЯЦІЙНА ФУНКЦІЯ НЕСТАЦІОНАРНОГО ВУЗЬКОСМУГОВОГО ПРОЦЕСУ З ЧАСТОТОЮ, ЩО ЗМІНЮЄТЬСЯ

Одержано вираз для кореляційної функції нової моделі нестаціонарного випадкового вузькосмугового процесу з частотною структурою, що змінюється з часом.

Нестаціонарні процеси з частотою, що змінюється, важливі для ряду радіотехнічних застосувань (наприклад, [1]). Однак, в літературі [1–3] розглянуто в основному детерміновані нестаціонарні процеси з частотою, що змінюється, винятком є робота [4], в якій одержано кореляційну функцію випадкового нестаціонарного процесу з частотою, що змінюється, однак лише для детермінованої амплітуди огинаючої.

Мета роботи – оцінка кореляційної функції гаусовського вузькосмугового процесу з частотою, що змінюється лінійно, та релеєвським розподіленням огинаючої.

Розглянемо гаусовський нестаціонарний вузькосмуговий процес $\eta(t)$ з лінійною зміною частоти

$$\eta(t) = A(t)\ \cos\Omega(t)\,, \tag{1}$$

де $A(t)$ – стаціонарна огинаюча, яка розподілена по закону Релея; $\Omega(t)$ – фаза; $\Omega(t) = \int\limits_0^t \omega(t)dt + \varphi$; $\omega(t)$ – частота; $\omega(t) = \varepsilon t$, де ε – швидкість зміни частоти; φ – стаціонарна початкова фаза, яка має рівномірне розподілення в інтервалі $[-\pi;\pi]$; процеси $A(t)$ і φ – статистично незалежні.

Знайдемо кореляційну функцію $R_\eta(t,\tau)$ процесу (1). Отримаємо формулу для кореляційної функції добутку $z = xy$ незалежних випадкових процесів x та y. Після перетворень маємо:

$$R_z = R_x R_y + R_x m_1[y(t)] m_1[y(t+\tau)] + R_y m_1[x(t)] m_1[x(t+\tau)], \tag{2}$$

де R_x, R_y, R_z – кореляційні функції процесів x, y та z; $m_1[x(t)], m_1[y(t)]$ – математичні сподівання процесів x, y відповідно. З (1), (2), отримаємо:

$$\begin{aligned} R_\eta(t,\tau) = R_A(\tau) R_B(t,\tau) + R_A(\tau) m_1[B(t)] \times \\ \times m_1[B(t+\tau)] + R_B(t,\tau) m_1^2[A(t)], \end{aligned} \tag{3}$$

де $R_A(\tau)$, $R_B(t,\tau)$ – кореляційні функції процесів $A(t)$, $B(t)$ відповідно;

$$B(t) = \cos\Omega(t)\,; \tag{4}$$

$m_1[A(t)]$, $m_1[B(t)]$ – математичні сподівання процесів $A(t)$, $B(t)$ відповідно.

Скориставшись введеними припущеннями та формулою (4), отримаємо:

$$m_1[B(t)] = 0,\ m_1[A(t)] = \sigma\sqrt{\frac{\pi}{2}}\,,$$

де σ – мода процесу $A(t)$. Нехтуючи малими складниками, кореляційну функцію огинаючої представимо у вигляді [5]:

$$R_A(\tau) = \frac{\pi}{8}\sigma^2\rho^2(\tau)\,, \tag{5}$$

де $\rho(\tau) = \sqrt{\rho_C^2 + \rho_S^2}$, де ρ_C, ρ_S – нормовані коваріаційні функції квадратурних складників огинаючої [2]. Кореляційну функцію $R_B(t,\tau)$ після ряду перетворень представимо у вигляді:

$$R_B(t,\tau) = \frac{1}{2}\cos(\frac{\varepsilon\tau^2}{2} + \varepsilon\tau t)\,. \tag{6}$$

З урахуванням (5), (6), остаточну формулу для кореляційної функції (3) представимо у вигляді:

$$R_\eta(t,\tau) = \frac{\pi\sigma^2}{4}\left(\frac{\rho^2(\tau)}{4} + 1\right)\cos(\frac{\varepsilon\tau^2}{2} + \varepsilon\tau t)\,.$$

Висновки: 1. Розглянуто нову модель випадкового нестаціонарного вузькосмугового процесу з частотою, що змінюється лінійно.

2. Одержано вираз для кореляційної функції вказаного процесу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Гоноровский И. С.* Радиотехнические цепи и сигналы.– М.: Сов. радио, 1971.– 672 с.

2. *Левин Б. Р.* Теоретические основы статистической радиотехники.– М. : Радио и связь, 1989.– 656 с.

3. *Тихонов В. И.* Статистическая радиотехника.– М. : Сов. радио, 1966.– 618 с.

4. *Gelman L., Ossokina N.* Nonstationary vibroacoustical exitation for passive-active acoustical nondestructive evaluation of cracks // JASA.– 1998.– Vol. 103.– № 5.– P. 523–525.

5. *Горяинов В. Т., Журавлев А. Г., Тихонов В. И.* Примеры и задачи по статистической радиотехнике.– М. : Сов. радио, 1970.– 600 с.

Надійшла до редколегії 03.06.98.