

УДК 621.391.8

ИЗМЕРЕНИЕ ФАЗЫ КВАЗИГАРМОНИЧЕСКОГО СИГНАЛА В УСЛОВИЯХ ПОМЕХ С НЕСИММЕТРИЧНЫМ СПЕКТРОМ

В. Д. РУБЦОВ, И. Ю. ГЕРАСИМОВ, В. Г. ЛУКАШКИН, В. С. УВАРОВ

Рассмотрим оценку точности фазовых измерений в условиях действия помех с несимметричным спектром, имеющих место при неточном совпадении частоты принимаемого сигнала с частотой линейных фильтров фазоизмерительного устройства. При этом измерим фазу квазигармонического сигнала

$$s(t) = A(t) \cos(\omega t + \varphi), \quad 0 \leq t \leq \tau \quad (1)$$

на фоне нестационарной гауссовой помехи $n(t)$ с корреляционной функцией

$$B(t, u) = b_1(t, u) \cos \omega(t - u) - b_2(t, u) \sin \omega(t - u), \quad (2)$$

соответствующей в стационарном случае несимметричному спектру помехи.

Функционал отношения правдоподобия для этого случая [1] запишется в виде

$$L[x(t) | \varphi] = \exp \left\{ -\frac{1}{2} \int_0^\tau A(t) f_1(t) dt \right\} \exp \left\{ 2 \cos \varphi \int_0^\tau x(t) v_1(t) dt + \right. \\ \left. + 2 \sin \varphi \int_0^\tau x(t) v_2(t) dt, \right.$$

где

$$x(t) = s(t) + n(t); \quad v_1(t) = f_1(t) \cos \omega t + f_2(t) \sin \omega t; \\ v_2(t) = f_1(t) \cos \omega t - f_2(t) \sin \omega t.$$

Здесь $f_1(t)$, $f_2(t)$ — решения интегральных уравнений:

$$\int_0^\tau b_1(t, u) f_1(u) du = A(t); \quad (3)$$

$$\int_0^\tau b_1(t, u) f_2(u) du = \int_0^\tau b_2(t, u) f_1(u) du. \quad (4)$$

При этом оценка максимального правдоподобия фазы сигнала

$$\varphi^* = \operatorname{arctg}(Y/X) + p\pi, \quad (5)$$

где

$$X = \int_0^\tau x(t) v_1(t) dt; \quad Y = \int_0^\tau x(t) v_2(t) dt;$$

$$p = \begin{cases} 0, & X > 0; \\ 1, & X < 0. \end{cases}$$

Случайные величины X , Y нормальны, поскольку они получены в результате линейных операций над нормальным случайным процессом $x(t)$. Для средних значений дисперсии случайных величин X , Y и коэффициента корреляции между ними справедливы выражения:

$$\bar{X} = d_1 \cos \tau - \bar{d}_2 \sin \varphi; \quad Y = d_1 \sin \varphi + d_2 \cos \varphi;$$

где

$$\sigma_X^2 = \sigma_Y^2 = d_1; \quad R_{XY} = R = d_2/d_1,$$

$$d_i = \int_0^\tau A(t) f_i(t) dt, \quad i = 1, 2. \quad (6)$$

Рассматривая оценку φ^* как фазу вектора с декартовыми координатами X , Y путем стандартных преобразований [2], получаем ее плотность вероятности

$$W(\varphi^*) = \frac{1}{2\pi \sqrt{(1-R^2)} \cdot (1-R \sin 2\varphi^*)} \exp \left[-\frac{d_1}{2} (1+R^2) (1-2 \sin \psi) \right] +$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаткин Н. Г., Далецкий Ю. Л., Красный Л. Г. Обнаружение сигналов на фоне нестационарных помех // Радиоэлектроника.— 1970.— № 3.— С. 293—296. (Изв. высш. учеб. заведений).
2. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники.— М.: Сов. радио, 1966.—552 с.
3. Хелстром К. Статистическая теория обнаружения сигналов.— М.: ИИЛ, 1963.— 430 с.

Поступила в редакцию после переработки 02.10.86.
