

КОРОТКІ ПОВІДОМЛЕННЯ

УДК 535.4:51

В.О. Кулявець, к.т.н., доц.

В.В. Стрінада, ад'юнкт

Житомирський військовий інститут радіоелектроніки

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНОГО СИГНАЛУ

Розглядається можливість побудови математичної моделі інтерференційного сигналу.

Цифрова обробка інтерференційних сигналів вимагає апріорного задання математичної моделі сигналу. Адекватна модель інтерференційного сигналу може бути знайдена, якщо врахувати особливості його формування. Інтерференційні методи вимірювань базуються на аналізі інтерференційних сигналів, які одержані шляхом підсумовування когерентних хвиль з наступним квадратичним детектуванням коливань остаточних сигналів.

Припустимо, що вхідне коливання $S(t)$ є сумою корисного сигналу $S_k(t)$ та адитивної перешкоди $n(t)$:

$$S(t) = S_k(t) + n(t). \quad (1)$$

Корисний сигнал $S_k(t)$ є результатом інтерференції прямого сигналу $S_{пр}(t)$ та відбитого $S_в(t)$, який затримується відносно прямого на деякий випадковий інтервал:

$$S_k(t) = S_{пр}(t) + S_в(t). \quad (2)$$

Необхідно знайти математичну модель коливання, що приймається, $S_k(t)$, яка б враховувала фізичні особливості формування цих коливань. Експериментально отримати когерентні коливання можна різними способами. Skorистаємося схемою Ллойда для розгляду інтерференційного сигналу [1].

В точці прийому інтерференційних хвиль суперпозиція електромагнітних коливань дорівнює:

$$E = E_1 + E_2, \quad (3)$$

де E – напруженість електричного поля.

Квадрат цієї напруженості буде:

$$E^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2. \quad (4)$$

Враховуючи, що інтенсивність коливань пропорційна квадрату напруженості, повна інтенсивність буде мати значення [2]:

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1I_2}\cos\delta, \quad (5)$$

де δ – повна фаза в точці спостереження $\xi = 0$:

$$\delta = \varepsilon + 2\pi U_0 \xi, \quad (6)$$

де ε – початкова різниця фаз;

U_0 – просторова частота інтерференційної смуги.

Із (5) можна отримати вираз:

$$I = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varepsilon + 2\pi U_0 \xi), \quad (7)$$

де $A_1 = \sqrt{I_1}$, $A_2 = \sqrt{I_2}$.

Вихідний сигнал приймача випромінювання, пропорційний інтенсивності коливань в точці реєстрації, можна подати у вигляді:

$$S(\xi) = \beta I = S_0 + S_m \cos(\varepsilon + 2\pi U_0 \xi), \quad (8)$$

де β – постійний коефіцієнт перетворення;

$$S_0 = \beta(A_1^2 + A_2^2);$$

$$S_m = 2\beta A_1 A_2.$$

Якщо амплітуда хвилі змінюється в залежності від просторової координати ξ в точці спостереження, то вираз (8) можна записати у вигляді:

$$S(\xi) = S_0(\xi) \cos(\varepsilon + 2\pi U_0 \xi). \quad (9)$$

При формуванні інтерференційних сигналів та оцінюванні похибок інтерференційних систем необхідно врахувати реальні характеристики різних оптико-електронних вузлів системи. До них, в першу чергу, віднесемо джерело випромінювання, елементи оптичної системи та приймач випромінювання.

Враховуючи вплив фазових флуктуацій в оптичній системі та адитивного шуму, вираз (9) перетворимо до вигляду:

$$S(\xi) = S_0(\xi) + S_m(\xi) \cos[\varepsilon + 2\pi U_0 \xi + \Psi(\xi) + n(\xi)], \quad (10)$$

де $\Psi(\xi)$ – флуктуації фази;

$n(\xi)$ – адитивний шум.

Метою комп'ютерної обробки інтерференційних сигналів є отримання, по можливості, найбільш точних оцінок деяких компонентів матриці параметрів $\Theta(\xi) = (S_0, S_m, E, U_0)$, частіш за все E та U_0 , за значенням сигналу про оптичну різницю надходження хвиль до точки спостереження $\xi = 0$. Значення просторової частоти U_0 характеризує різницю кутів напрямків розповсюдження хвиль.

Таким чином, параметри E та U_0 мають велике значення для високоточних лінійно-кутових вимірювань. Створення з високою мірою адекватності математичної моделі корисних сигналів проблематичне, оскільки вона залежить від характеру геофізичних явищ, які дуже різноманітні.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. – М.: Наука, 1973. – 719 с.
2. Коломийцев Ю.В. Интерферометры. Основы инженерной теории, применение. – Л.: Машиностроение, 1976. – 296 с.

КУЛЯВЕЦЬ Владлен Олексійович – кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри Житомирського військового інституту радіоелектроніки.

Наукові інтереси:

- виявлення електромагнітних сигналів, їх оптимальна обробка та вимірювання параметрів;
- захист від електромагнітних перешкод.

СТРИНАДА Віктор Васильович – ад'юнкт Житомирського військового інституту радіоелектроніки.

Наукові інтереси:

- оптимальна обробка та вимірювання параметрів електромагнітних сигналів.

Подано 10.11.1999.

Кулявець В.О., Стринада В.В. Математична модель інтерференційного сигналу

Кулявец В.А., Стринада В.В. Математическая модель интерференционного сигнала

Kulyavets V.A., Strinada V.V. Mathematical model of interferometer signal

УДК 535.4:51

Математическая модель интерференционного сигнала / В.А. Кулявец, В.В. Стринада

Рассматривается возможность построения математической модели интерференционного сигнала.

УДК 535.4:51

Mathematical model of interferometer signal / V.A. Kulyavets, V.V. Strinada

The possibility of building mathematical model interferometer signal is shown in this article.