УДК 621.391

ОЦЕНКА ЗАДЕРЖКИ СИГНАЛА ПРИ НЕИЗВЕСТНЫХ ПАРАМЕТРАХ МОДУЛИРУЮЩЕЙ ПОМЕХИ

А. П. ТРИФОНОВ, А. В. ЗАХАРОВ

Найдены дисперсии квазиоптимальной оценки и оценки максимального правдоподобия задержки сигнала при приеме его на фоне белого шума.

Рассмотрим прием импульса

$$s(t,\tau_0)=\begin{cases}a_0\,[1+k_0\xi_0(t)], & |t-\tau_0|\leqslant\gamma/2;\\ 0, & |t-\tau_0|>\gamma/2,\end{cases}\tag{1}$$

искаженного модулирующей гауссовской помехой $\xi_0(t)$ на фоне гауссовского белого шума $n(t)$ с односторонней спектральной плотностью N_0. Здесь $\xi_0(t)$ — безразмерный стационарный случайный процесс, описывающий паразитную модуляцию сигнала, причем $\langle\xi_0(t)\rangle=0$, $\langle\xi_0(t)\xi_0(t+\lambda)\rangle=K_0(\lambda)$, $K_0(0)=1$; k — коэффициент паразитной модуляции. Оценка максимального правдоподобия задержки τ сигнала (1) исследовалась в [1] для случая, когда параметры a, k модулирующей помехи априори известны. Положим, что кроме задержки τ_0, подлежащей оценке, не известны так же истинные значения a_0, k_0 параметров модулирующей помехи. Аналогично [1] будем считать, что длительность импульса (1) значительно больше времени корреляции процесса $\xi_0(t)$, т. е.

$$\mu\gg 1,\quad \mu=\gamma\Delta f_E/2;\qquad \Delta f_E=\int_{-\infty}^{\infty}G_0^2(\omega)\,d\omega/2\pi\max G_0^2(\omega);\tag{2}$$

$G_0(\omega)$ — спектр мощности процесса $\xi_0(t)$.

При выполнении (2) для оценки задержки сигнала (1) используем приемник максимального правдоподобия, синтезированный в [1]. Оценка неизвестной задержки сигнала $\hat{\tau}_1$ определяется при этом как положение абсолютного (наибольшего) максимума функции

$$M_1(\tau)=\frac{1}{2}\int_{\tau-\gamma/2}^{\tau+\gamma/2}\left[y_1^2(t)+\frac{4a_1x(t)}{N_0(1+a_1^2k_1^2r_0)}\right]dt.\tag{3}$$

Здесь $x(t)$—реализация наблюдаемых данных; $y_1(t)=\int_{-\infty}^{\infty}x(t')H_1(t-t')dt'$; спектр функции $H_1(t)$ удовлетворяет соотношению $|H_1(j\omega)|^2=2a_1^2k_1^2r\times\times\rho(\omega)/N_0\,[1+a_1^2k_1^2r\rho(\omega)]$; $\rho(\omega)=G_0(\omega)/\max G_0(\omega)$, $r=2\max G_0(\omega)/N_0$; $r_0=2\times\times G_0(0)/N_0$, а величины a_1, k_1—предполагаемые значения параметров модулирующей помехи, причем в общем случае $a_1\neq a_0$, $k_1\neq k_0$.

Найдем характеристики оценки $\hat{\tau}_1$. Вводя безразмерный параметр $l=\tau/\gamma$, представим (3) в виде суммы [1] сигнальной и шумовой функций

$$M_1(l)=S_1(l)+N_1(l),\tag{4}$$

где $S_1(l)=\langle M_1(l)\rangle$; $N_1(l)=M_1(l)-\langle M_1(l)\rangle$, а усреднение выполняется по реализациям $\xi_0(t)$, $n(t)$ при фиксированных истинных значениях τ_0, a_0, k_0 неизвестных параметров сигнала (1). Сигнальную функцию с точностью до несущественного постоянного слагаемого запишем

$$S_1(l)=A\begin{cases}1-|l-l_0|, & |l-l_0|\leqslant 1;\\ 0, & |l-l_0|>1;\end{cases}\tag{5}$$

$$A=\max S_1(l)=\frac{\alpha^2\varkappa^2q^2\gamma}{4\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{\rho^2(\omega)\,d\omega}{1+\alpha^2\varkappa^2q\rho(\omega)}+\frac{\alpha z_0^2(2+\alpha\varkappa^2q_0)}{2(1+\alpha^2\varkappa^2q_0)};$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Трифонов А. П., Захаров А. В.* Прием сигнала с неизвестной задержкой при наличии модулирующей помехи // Радиоэлектроника.— 1986.— № 4.— С. 36—41. (Изв. высш. учеб. заведений).

2. *Трифонов А. П., Галун С. А.* Эффективность приема случайного импульсного сигнала на фоне белого шума // Радиотехника и электроника.— 1981.— Т. 26.— № 8.— С. 1622—1630.

3. *Вопросы* статистической теории радиолокации / П. А. Бакут, И. А. Большаков, Б. М. Герасимов и др.— М. : Сов. радио, 1963.— Т. 1.—424 с.

Поступила в редакцию 30.06.86.