

ТРИФОНОВ А. П., БЕСПАЛОВА М. Б., ТРИФОНОВ П. А.

**СВЕРХШИРОКОПОЛОСНАЯ СОВМЕСТНАЯ ОЦЕНКА
ДАЛЬНОСТИ И СКОРОСТИ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ ЦЕЛИ**

Найдены характеристики оценок максимального правдоподобия дальности и скорости медленно или быстро флуктуирующих целей. Определены потери в точности оценок вследствие флуктуаций цели.

В [1—5] и др. рассмотрены возможности применения сверхкоротких (субнаносекундных) импульсов и их последовательностей в радиолокации. Короткоимпульсные сигналы и их последовательности представляют собой частный случай сверхширокополосных сигналов (СШПС), использование которых имеет свою специфику и позволяет расширить возможности радиолокации. В [4] найдены характеристики совместной сверхширокополосной оценки дальности и скорости стабильной цели, но многие реальные цели являются флуктуирующими [6]. В [5] найдены характеристики сверхширокополосной оценки дальности флуктуирующей цели. Рассмотрим здесь характеристики совместной сверхширокополосной оценки дальности и скорости флуктуирующей цели.

Аналогично [4] зондирующую последовательность СШПС запишем как

$$\tilde{s}_N(t) = \sum_{k=0}^{N-1} \tilde{s}[t - (k - \mu)\theta - \lambda], \quad (1)$$

где функция $\tilde{s}(\cdot)$ описывает форму одного импульса, θ — период следования, а λ — временное положение последовательности. Параметр μ определяет точку последовательности, с которой связано ее временное положение λ . Так, при $\mu = 0$ величина λ представляет собой временное положение первого импульса

последовательности, при $\mu = (N-1)/2$ — временное положение середины последовательности (1), а при $\mu = (N-1)$ — временное положение последнего импульса. Полагаем, что зондирующая последовательность (1) рассеивается целью с дальностью R_0 и радиальной скоростью V_0 , причем $|V_0| \ll c$, где c — скорость света.

Вначале будем полагать цель медленно флуктуирующей [6]. Тогда характеристики цели практически не изменяются за время облучения последовательностью (1) и рассеянный целью сигнал имеет вид

$$\begin{aligned} s_N(t, R_0, V_0, a_0) &= \sum_{k=0}^{N-1} s[t - 2R_0/c - (k - \mu)\theta(1 + 2V_0/c)] = \\ &= a_0 \sum_{k=0}^{N-1} f\{[t - 2R_0/c - (k - \mu)\theta(1 + 2V_0/c)]/\tau\}. \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь $a_0 = \max s(t)$ — априори неизвестная амплитуда, а $t = \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t) dt / \max s^2(t)$ — эквивалентная длительность одного импульса, которая, как и в [1–5] не превышает долей наносекунды. Функция $f(\cdot)$ описывает форму одного импульса, удовлетворяет условию излучения [1] и нормирована так, что

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 0, \quad \max f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f^2(x) dx = 1. \quad (3)$$

Пусть последовательность (2) наблюдается на фоне гауссовского белого шума $n(t)$ с односторонней спектральной плотностью N_0 и интервал наблюдения $[0, T]$ больше длительности всей последовательности, то есть $T > N\theta$. Скважность последовательности (2) полагаем не слишком малой, так что отдельные СШПС не перекрываются. Тогда логарифм функционала отношения правдоподобия (ФОП) для последовательности (2) определяется выражением [7]

$$L(R, V, a) = a \sum_{k=0}^{N-1} L_k(R, V) - a^2 N \tilde{z}^2 / 2, \quad (4)$$

где

$$L_k(R, V) = \frac{2}{N_0} \int_0^T x(t) f\{[t - 2R/c - (k - \mu)\theta(1 + 2V/c)]/\tau\} dt, \quad (5)$$

$x(t) = s_N(t, R_0, V_0, a_0) + n(t)$ — реализация наблюдаемых данных, а $\tilde{z}^2 = 2t/N_0$ — отношение сигнал-шум (ОСШ) для одного СШПС последовательности с единичной амплитудой.