

УДК 621.396.96:621.391

АНДРЕЕВ Ф. М., ПАЩЕНКО Р. Э., ТАРАНЧЕНКО И. В.

АДАПТИВНЫЙ ОБНАРУЖИТЕЛЬ ГРУППОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Разработана структура нового адаптивного обнаружителя на основе порядковых статистик, обеспечивающего стабилизацию вероятности ложной тревоги при нестационарном помеховом фоне, проведена сравнительная оценка показателей качества обнаружения нового и классического устройств на порядковых статистиках, показаны преимущества нового устройства при обнаружении групповых объектов.

При обработке радиолокационной информации для адаптивного обнаружения целей, как правило, используются параметрические обнаружители, которые строятся по принципу «скользящего окна» с последующей оценкой неизвестной дисперсии помехового фона. Такие обнаружители обеспечивают постоянный уровень ложных тревог (ПУЛТ), поэтому их часто называют ПУЛТ-процессорами. В зависимости от способа вычисления неизвестной дис-

персии помехи различают четыре класса ПУЛТ-процессоров [1]: с усреднением мощности выборок по элементам «окна»; с использованием различной логики на элементах «окна»; на основе порядковых статистик (ПС-ПУЛТ-процессоры); адаптивные к параметрам нерэлеевских распределений амплитуд помех.

При работе в сложной целевой обстановке и наличии нестационарных помех наиболее эффективным является ПС-ПУЛТ-процессор [1, 2]. В таком устройстве в качестве оценки дисперсии помехи Z , по которой вырабатывается требуемое значение порога $U_{\text{п}}$, используется значение K -й порядковой статистики $X_{(K)}$

$$U_{\text{п}} = T_{\text{пс}} \cdot Z = T_{\text{пс}} \cdot X_{(K)}, \quad (1)$$

где $T_{\text{пс}}$ — пороговая константа, определяемая величиной требуемой вероятности ложной тревоги (ВЛТ) P_F .

В дальнейшем такое устройство будем называть классическим. Дискретизация входного процесса осуществляется с частотой $f_{\text{дискр}}$ обеспечивающей некоррелированность выборок в «скользящем окне». Поэтому при наличии в тракте обработки эхо-сигналов РЛС согласованного фильтра с полосой пропускания $\Delta f_{\text{сф}} \approx 1/\tau_{\text{с}}$, где $\tau_{\text{с}}$ — длительность зондирующего сигнала, частота дискретизации должна выбираться равной $f_{\text{дискр}} \approx \Delta f_{\text{сф}}$. Длительность отклика согласованного фильтра $\tau_{\text{отк}}$ на нулевом уровне равна $\tau_{\text{отк}} \approx 2\tau_{\text{с}}$. Это означает, что после дискретизации во времени эхо-сигнал может занимать 2 выборки в «скользящем окне». По этой причине вынуждены исключать из рассмотрения ячейки (элементы) «скользящего окна», расположенные слева и справа от центральной ячейки (анализируемого элемента X_0 выборки), подвергаемой пороговому испытанию [2]. Если дискретизация во времени происходит согласно теореме Котельникова, то $f_{\text{дискр}} \approx 2\Delta f_{\text{сф}}$ и число ячеек «скользящего окна», занимаемых эхо-сигналом, может достигать 3...4.

Обозначим через $\langle n_c \rangle$ среднее число ячеек, которые может занимать эхо-сигнал, а через N — размер выборки, используемой для оценки дисперсии помехи. При обнаружении групповой цели с разрешаемыми элементами величина $(\langle n_c \rangle + l) / \langle n_c \rangle = q_{\text{скв}}^{\text{мин}}$ определяет скважность элементов цели, где l — дискретное расстояние между сигналами от соседних элементов. При заданных N , K и $\langle n_c \rangle$ классический ПС-ПУЛТ-процессор в состоянии обнаруживать групповые цели, в которых скважность элементов не менее

$$q = (\langle n_c \rangle)^{-1} [\langle n_c \rangle + E(K \langle n_c \rangle / (\langle n_c \rangle + N - K))],$$

где $E(x)$ — целая часть числа x .

Для рекомендуемых в [2] параметров ПС-ПУЛТ-процессора, равных $N = 32$; $K = 3N / 4 = 24$, имеем $q_{\text{скв}}^{\text{доп}} = 3$ при $\langle n_c \rangle = 2...3$, в то время как минимально возможная скважность при $l = 1$, $\langle n_c \rangle = 2...3$ составляет

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакулев П. А., Басистов Ю. А., Тузуши В. Г. Обработка сигналов постоянным уровнем ложных тревог (обзор) // Радиоэлектроника — 1989.— №4.— С. 4—15. (Изв. вузов).
2. Rohling H. Radar CFAR thresholding in Clutter and Multiple target situations // IEEE Trans.— 1983.— VAES-19.— No. 4.— P. 601—621.
3. Андреев Ф. М., Пащенко Р. Е., Артюх А. А. Декларацийний патент №50900А(G01S7/02) «Пристрій стабілізації імовірності хибної тривоги» з пріоритетом від 21.11.2000, бюл. №11 державного департаменту інтелектуальної власності при Міністерстві освіти та науки України.
4. Современная радиолокация / Пер. с англ. под ред. Ю. Б. Кобзарева.— М. : Сов. радио, 1969.— 704 с.
5. Дейвид Г. Порядковые статистики.— М. : Наука, 1979.— 335 с.
6. Левин Б. Р. Теория случайных процессов и ее применение в радиотехнике.— М. : Сов. радио, 1960.— 661 с.

Харьковский военный ун-т.

Поступила в редакцию 03.09.03.