

УДК 621.396.677

БОНДАРЕНКО Б. Ф., САЩУК И. Н., ТИМЧУК В. Ю.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОБНАРУЖИТЕЛЕЙ ШУМОВЫХ СИГНАЛОВ, РЕАЛИЗОВАННЫХ
НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА КЕЙПОНА И ОПТИМАЛЬНОГО
АЛГОРИТМА**

Оценены показатели качества обнаружения шумовых сигналов в системе обработки выходных сигналов эквидистантной цифровой линейной антенной решетки, реализованной на основе одного из алгоритмов высокого разрешения — алгоритма Кейпона. Полученные результаты сравниваются с соответствующими показателями оптимального обнаружителя шумовых сигналов.

Несмотря на наличие работ, посвященных исследованию алгоритмов высокого разрешения, в частности, алгоритма Кейпона [1, 2], вопрос, связанный с оценкой качества обнаружения сигналов при ограниченном числе сигнальных выборок, используемых в упомянутом алгоритме для оценки корреляционной матрицы (КМ), остается открытым. Однако, без ответа на этот вопрос невозможны обоснованные рекомендации по использованию алгоритма Кейпона для решения задач, возникающих в радиолокации и связи. Цель статьи — устранить существующий пробел.

Алгоритм Кейпона является одним из широко известных алгоритмов высокого разрешения [1] и предполагает вычисление функции выходных сигналов цифровой линейной антенной решеткой (ЦЛАР) вида

$$F(\theta) = 1 / [\bar{v}_0^H(\theta) \cdot (R^*)^{-1} \cdot \bar{v}_0(\theta)], \quad (1)$$

где $R^* = 1/n_1 \cdot \sum_{i=1}^{n_1} Y_i \cdot Y_i^H$ — оценочная КМ выходных сигналов ЦЛАР; Y_i —

N -мерный вектор-столбец дискретных выборок выходных сигналов ЦЛАР; $\bar{v}_0^H(\theta) = [1e^{-j\varphi} \ e^{-2j\varphi} \ \dots \ e^{-j(N-1)\varphi}]$ — оценочный вектор-строка; N — число приемных каналов ЦЛАР; $n_1 \geq N$ — число сигнальных выборок, используемых для оценки КМ; $\varphi = \pi \cdot \sin \theta$, при условии, что расстояние между приемными элементами ЦЛАР равно половине длины волны колебаний, излучаемых источником сигнала (ИС); $\theta \in [\theta_{\min}, \theta_{\max}]$ — возможное значение угловой координаты ИС; $(\theta_{\max} - \theta_{\min})$ — диапазон возможных значений θ ; H — знак эрмитового сопряжения.

При выполнении условия

$$F(\theta) \geq h_0, \quad (2)$$

где h_0 — порог обнаружения, определяемый заданным значением вероятности ложной тревоги, в качестве оценки θ^* измеряемого параметра θ принимается значение θ , при котором имеет место: $\theta^* = \arg \max_{\theta} F(\theta)$.

При записи последующих соотношений, содержащих \bar{v}_0 или F , в целях сокращения аргумент θ опускается. При всех прочих равных условиях эффективность обнаружителя сигнала можно характеризовать вероятностью обнаружения. Для оценки вероятности обнаружения сигнала при функциональном преобразовании выходных сигналов ЦЛАР, предусмотренном алгоритмом Кейпона, нужно знать плотность распределения вероятностей функции, определяемой соотношением (1).

Для нахождения плотности распределения вероятностей этой функции воспользуемся результатами, приведенными в [3]. В соответствии с этими результатами отношение

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кейпон Дж.* Пространственно-временной спектральный анализ с высоким разрешением // ТИИЭР.— 1978.— Т. 66.— №1.— С. 60—96.
2. Статистический анализ сверхразрешающих методов пеленгации источников шумовых излучений в АР при конечном объеме обучающей выборки / Д. И. Леховицкий, П. М. Флексер, Д. В. Атаманский, И. Г. Кириллов // Антенны.— 2000.— №2(45).— С. 23—39.
3. *Рао С. Р.* Линейные статистические методы и их применения.— М. : Наука, 1968.— 548 с.
4. *Левин Б. Р.* Теоретические основы статистической радиотехники. Кн. 1.— М. : Сов. радио, 1974.— 552 с.
5. *Градштейн И. С., Рыжик И. М.* Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений.— М. : Наука, 1971.— 1108 с.
6. *Сосулин Ю. Г.* Теория обнаружения и оценивания стохастических сигналов.— М. : Сов. радио, 1978.— 320 с.
7. *Воеводин В. В., Кузнецов Ю. А.* Матрицы и вычисления.— М. : Наука, 1984.— 320 с.

г. Киев.

Поступила в редакцию 23.04.03.