

УДК 621.396.96:621.391.26

ПОПОВ Д. И.

АДАПТИВНАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ НА ФОНЕ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ

Синтезированы адаптивный к параметрам помехи алгоритм оптимальной обработки многочастотного сигнала и соответствующая ему система, реализуемая в каждом частотном канале на основе адаптивного матричного фильтра и неадаптивного многоканального по доплеровской частоте фильтра и обладающая в общем случае инвариантной к аппроксимациям корреляционной функции помехи структурой.

Выделение сигналов движущихся целей на фоне пассивных помех, создаваемых интенсивными мешающими отражениями естественного и искусственного происхождения, в течение длительного времени остается одной из актуальных и трудных проблем, стоящих перед разработчиками радиолокационных систем (РЛС) [1, 2]. Априорная неопределенность спектрально-корреляционных характеристик сигналов и помех, а также нестационарность и неоднородность характеристик помех в зоне обзора затрудняют реализацию предельных возможностей выделения полезных сигналов.

Для преодоления априорной неопределенности используются различные методы, среди которых основными являются: градиентные методы, реализуемые, как правило, с помощью принципа корреляционной обратной связи [2]; рекуррентные и др. методы, включающие методы калмановской фильтрации, методы стохастической аппроксимации, методы случайного поиска и методы прямой оценки, основанные на адаптивном байесовском подходе [3]. Градиентные и рекуррентные методы обладают существенным недостатком, обусловленным длительным переходным процессом. В связи с этим для реализации адаптивной обработки радиолокационных сигналов в режиме поиска и обнаружения в реальном масштабе времени представляют интерес методы прямой оценки, на основе которых ниже синтезируется в общем случае инвариантная к аппроксимациям корреляционной функции помех структура адаптивной системы оптимальной обработки.

Полагаем, что в многочастотной когерентно-импульсной РЛС результаты внутрипериодной обработки в одном элементе разрешения по дальности каждого из M частотных каналов описываются последовательностью N отсчетов комплексных огибающих аддитивной смеси сигнала и помех $U_j^{(l)} = x_j^{(l)} + i y_j^{(l)}$, следующих через период повторения T и образующих в этом элементе разрешения совокупность векторов-столбцов $U_l = \{U_j^{(l)}\}^T$, $j=1, N, l=1, M$. Сигнал и помеха являются узкополосными случайными процессами гауссовского типа, статистически независимыми в каждом частотном канале при соответствующем разносе несущих частот. Статистические свойства совокупности $\{U_l\} = \{U_1, \dots, U_M\}$ определяются с точностью до параметров их корреляционных матриц R_l совместной плотностью вероятности

$$P(\{U_l\}) = \prod_{l=1}^M P(U_l) = (2\pi)^{-MN} \left(\prod_{l=1}^M \det W_l \right) \times \exp \left(-\frac{1}{2} \sum_{l=1}^M U_l^{T*} W_l U_l \right) \quad (1)$$

где W_l — матрица, обратная корреляционной матрице $R_l = \overline{U_l U_l^{T*}} / 2\sigma_n^2$, которая для суммы сигнала и помехи $R_l^{cn} = q R_l^c + R_l^n$, $q = \sigma_c^2 / \sigma_n^2$ —