

# Адаптивная межпериодная обработка многочастотных сигналов

УДК 621.391:621.396.96

**Д.И. ПОПОВ, профессор кафедры радиотехнических систем ФГБОУ ВО “Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина” доктор технических наук**

## Адаптивная межпериодная обработка многочастотных сигналов *Adaptive Interperiod Processing Multi-Frequency Signals*

Целью работы является анализ эффективности обработки многочастотных сигналов, устанавливающий связь между зависимостями порогового отношения сигнал/помеха на входе системы и структурой построения адаптивных режекторных фильтров в частотных каналах, а также ошибками адаптации доплеровских сдвигов фазы и весовых коэффициентов АРФ к неизвестным параметрам помехи — доплеровской фазе и коэффициентам межпериодной корреляции.

Рассмотрена структура и эффективность адаптивной межпериодной обработки многочастотных сигналов на фоне пассивных помех. Используются асимптотические свойства оценок максимального правдоподобия и линейная аппроксимация зависимостей весовых коэффициентов АРФ от оценки межпериодного коэффициента корреляции в предположении известной формы огибающей корреляционной функции помехи.

*The aim of the work is to analyze the efficiency of processing multi-frequency signals, establishing a connection between the dependence of the threshold signal-to-noise ratio at the system input and the structure of adaptive notch filters in frequency channels, as well as errors in adapting Doppler phase shifts and ARF weighting coefficients to unknown interference parameters — Doppler phase and coefficients interperiodic correlation.*

*The structure and effectiveness of adaptive interperiod processing of multi-frequency signals against the background of passive interference are considered. In this case, the asymptotic properties of maximum likelihood estimates and linear approximation of the dependences of the ARF weight coefficients on the estimation of the interperiodic correlation coefficient are used, assuming a known form of the envelope of the correlation function of the interference.*

**Ключевые слова:** адаптивная межпериодная обработка, анализ, доплеровская фаза, многочастотные сигналы, ошибки адаптации, пассивная помеха, параметры помехи.

**Keywords:** *adaptive interperiod processing, analysis, Doppler phase, multi-frequency signals, adaptation errors, passive interference, interference parameters.*

## Введение

Пассивные (коррелированные) помехи, создаваемые мешающими отражениями от неподвижных или медленно перемещающихся объектов, эффективно маскируют движущиеся радиолокационные цели [1] — [4]. Для выделения сигналов движущихся целей на практике используется когерентная межпериодная обработка отраженных сигналов, основной операцией которой является “режектирование” спектральных составляющих пассивной помехи [4] — [6].

В радиолокационных системах с зондирующими сигналами высокой скважности может возникать перекрытие спектральных линий сигнала и помехи, соответствующее так называемым слепым скоростям цели, при которых эффективная селекция сигналов движущихся целей невозможна [4], [5]. Исключение слепых скоростей достигается использованием многочастотных сигналов, применяемых для решения различных радиолокационных задач [7].

При межпериодной обработке многочастотных радиолокационных сигналов на фоне пассивных помех возник

ает также проблема априорной неопределенности спектрально-корреляционных характеристик помех, что приводит к необходимости использования адаптивных режекторных фильтров (АРФ). Для достижения предельной эффективности “режектирования” необходимо в каждом частотном канале адаптироваться как к доплеровской фазе, так и к форме спектра пассивной помехи [8]. При канонической реализации АРФ для вычисления оптимальных весовых коэффициентов необходимо оценивать соответствующее порядку фильтра число элементов корреляционной матрицы помехи. Упростить алгоритмы позволяет использование априорной информации о форме огибающей корреляционной функции помехи.

Другим способом упрощения вычислительных алгоритмов является использование фильтров, образованных каскадным включением звеньев первого и второго порядков, что позволяет независимо от формы корреляционной функции помехи осуществлять адаптацию фильтра по оценке коэффициента корреляции помехи на входе звена второго порядка.

**Статью целиком читайте в бумажной версии журнала**