

УДК 621.396.969.3

УПРОЩЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ОБНАРУЖИТЕЛЯ ХОТЕЛЛИНГА, ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО ДЕКОРРЕЛЯЦИЮ КВАДРАТУРНЫХ КАНАЛОВ

К. т. н. В. А. Аверочкин

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса
averochkin@mail.ru

Решается задача упрощения практической реализации обнаружителя Хотеллинга в условиях гауссовских помех с произвольными априорно неизвестными характеристиками путем использования ортогонализаторов Грама-Шмидта для обработки предварительно декоррелированных сигналов квадратурных каналов.

Ключевые слова: обнаружитель Хотеллинга, квадратурные каналы, декорреляция, ортогонализатор Грама-Шмидта.

Стабильность вероятности ложной тревоги в условиях неизвестной и меняющейся помеховой обстановки является важной характеристикой систем радиолокационного обнаружения. Возможным подходом к построению систем обнаружения, обеспечивающих стабилизацию вероятности ложной тревоги в условиях гауссовых помех с априорно неизвестными ковариационными свойствами, является использование решающей статистики Хотеллинга [1].

В [2, 3] рассматривались возможности улучшения динамических характеристик решающей статистики Хотеллинга в условиях стационарных помех и выборок с одинаковыми межэлементными временными интервалами за счет использования не зависящего от ковариационных свойств помех линейного преобразования сигналов квадратурных каналов, обеспечивающего их декорреляцию, а в случае гауссовости — и их независимость. При этом было установлено, что после такого линейного преобразования ковариационные матрицы сигналов квадратурных каналов одинаковы. При формировании решающей статистики

$$T^2 = X_I^T \widehat{B}^{-1} X_I + X_Q^T \widehat{B}^{-1} X_Q; \quad (1)$$

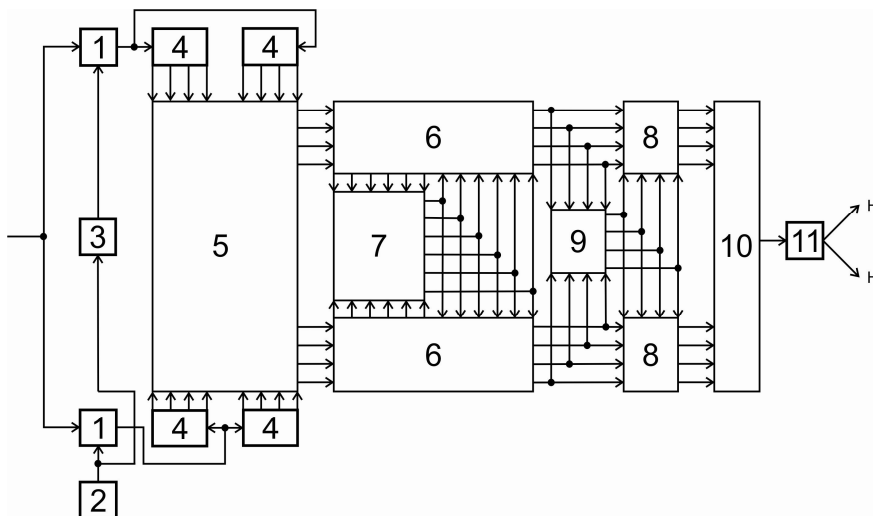
где X_I, X_Q — векторы выборок сигналов синфазного и квадратурного каналов соответственно, использовалось усреднение их канальных оценок

$$\widehat{B} = 0,5(\widehat{B}_I + \widehat{B}_Q), \quad (2)$$

где $\widehat{B}_I, \widehat{B}_Q$ — оценки ковариационных матриц сигналов синфазного и квадратурного каналов соответственно. Это позволило улучшить динамические характеристики обнаружителя Хотеллинга. Вместе с тем практическая реализация процедуры формирования решающей статистики в виде (2) сопряжена с существенными вычислительными затратами обращения усредненной оценки канальных ковариационных матриц.

Настоящий доклад посвящен анализу характеристик обнаружителя, использующего как декорреляцию сигналов квадратурных каналов, так и декорреляцию сигналов в рамках каждого квадратурного канала. При этом для декорреляции сигналов в квадратурных каналах предлагается использовать ортогонализаторы Грама-Шмидта. Поскольку вероятностные свойства сигналов на входах и выходах ортогонализаторов Грама-Шмидта одинаковы, с целью улучшения динамических характеристик процедуры обнаружения при ортогонализации канальных сигналов и формирования решающей статистики могут использоваться усредненные оценки коэффициентов регрессии и дисперсий соответствующих сигналов.

На основе изложенного выше составлена приведенная на рисунке структурная схема обнаружителя при обработке сигналов, полученных в четырех периодах повторения.



Структурная схема обнаружителя с межканальным усреднением весовых коэффициентов:
 1 — смеситель; 2 — гетеродин; 3 — фазовращатель; 4 — линия задержки на три периода повторения;
 5 — блок декорреляции сигналов квадратурных каналов; 6 — ортогонализатор Грама-Шмидта;
 7 — блок усреднения весовых коэффициентов; 8 — каналный блок формирования решающих статистик;
 9 — блок оценивания и усреднения дисперсий; 10 — сумматор; 11 — пороговое устройство

Анализ характеристик обнаружения, реализуемых обнаружителем, использующим соотношения (1) и (2), и обнаружителем, приведенным на рисунке, показал, что они одинаковы. При этом потери в отношении сигнал/(помеха+шум) по сравнению с потенциальными характеристиками обнаружения не превышают 3 дБ при объеме обучающих выборок 10.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Андерсон Т. Введение в многомерный статистический анализ.— Москва: Физматгиз, 1963.— 500 с.
2. Аверочкин В. А., Садченко А. В., Кушниренко О. А., Фучеджи Н. С. Потенциальные характеристики обнаружителя Хотеллинга, использующего овеществление ковариационных матриц // Труды XII МНПК «Современные информационные и электронные технологии».— Украина, г. Одесса.— 2011.— С. 190.
3. Аверочкин В. А., Садченко А. В., Кушниренко О. А., Рогачев Д. И. Характеристики адаптивного обнаружителя Хотеллинга, использующего овеществление ковариационных матриц // Труды XIII МНПК «Современные информационные и электронные технологии».— Украина, г. Одесса.— 2012.— С. 190.

Averochkin V. A.

Simplification of realization of Hotelling detector, using predecorrelated signals of quadrature channels.

The problem of simplification of realization of Hotelling detector with a decorrelation of signals of quadrature channels is considered. Simplification is reached through the use of a Gram-Schmidt orthogonalizer in each channel.

Keywords: *Hotelling detector, quadrature channels, decorrelation, Gram-Schmidt orthogonalizer.*