

## ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАДИОЛОКАТОРА

С.А. ГАБЕЦ, С.Ю. СЕДЫШЕВ

*Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»  
пр. Независимости, 220, г. Минск 220057, Республика Беларусь  
s\_a\_box@mail.ru*

Применение адаптивных алгоритмов обработки является одним из важнейших направлений в радиотехнике. С помощью адаптивных алгоритмов возможно значительно повысить качественные показатели радиотехнической системы. В связи с этим данное направление развития теории и использования уже имеющейся практики в различных радиотехнических системах является актуальным.

*Ключевые слова:* характеристики обнаружения, когерентное и некогерентное накопление, адаптивный фильтр, время корреляции, адаптивный линейный сумматор.

Достигнутый за последнее время прогресс в разработке и производстве микросхем привел к созданию компактных, экономичных и надежных цифровых устройств обработки сигналов. В результате появилась возможность широкого использования алгоритмов адаптации к быстро меняющейся сигнально-помеховой обстановки в интересах связи, радиолокации, гидролокации, навигации и т. д.

Применение адаптивной обработки сигналов во временной области позволит значительно повысить эффективность радиолокационных станций (РЛС). Повышение эффективности достигается оптимизацией устройств обработки путем оценки и учета апостериорных данных с помощью применения адаптивных алгоритмов. Для адаптивной междупериодной обработки такими данными являются время корреляции и частота Доплера сигнала, которые зависят от множества различных факторов [1]. Оценка и использование этих данных позволяет согласовать время когерентного накопления (КН) с временем корреляции сигнала, а оставшееся время наблюдения – с временем некогерентного накопления (НН). Характеристики обнаружения при оптимальном и фиксированном сочетании времени КН и НН показаны на рис. 1.

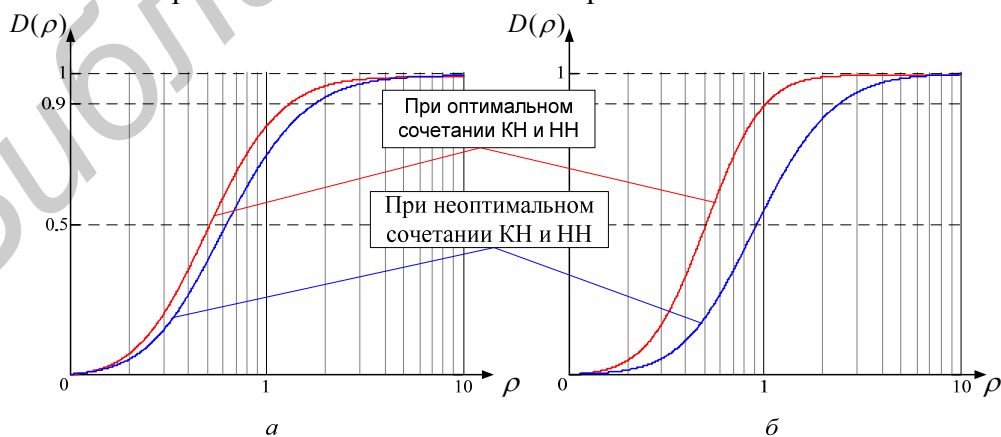


Рис. 1. Характеристики обнаружения вертолета АН-64:  
а - в нормальных погодных условиях; б - в турбулентных погодных условиях

Из этих характеристик видно, что знание коэффициента между периодной корреляции ОС позволяет оптимизировать между периодную обработку и параметры устройства принятия решений об обнаружении сигнала, тем самым повысить дальность обнаружения радиолокатора на 8 - 24.5 %.

Основной задачей адаптивного устройства накопления является коррекция вектора весовых коэффициентов в зависимости от корреляционных свойств сигнала. Адаптивная система является устойчивой, если математическое ожидание вектора весовых коэффициентов  $E[\mathbf{W}_{k+1}]$  сходится к винеровскому решению [2]:

$$\mathbf{W} = \mathbf{R}^{-1} \mathbf{P}^*, \quad (1)$$

где  $\mathbf{W}$  – оптимальный вектор весовых коэффициентов, при котором выходной сигнал ошибки  $\varepsilon_k$  имеет минимальное значение;  $\mathbf{R}$  – корреляционная матрица входного сигнала;  $\mathbf{P}$  – взаимокорреляционная функция вектора входного сигнала и полезного отклика.

Способы коррекции весовых коэффициентов возможно разделить на рекурсивные, с корреляционной обратной связью (КОС), и нерекурсивные, без КОС. Нерекурсивные способы основываются на непосредственном обращении корреляционной матрицы сигнала, благодаря чему имеют большую скорость сходимости. Недостатками таких способов являются сложность реализации и большие вычислительные затраты.

Рекурсивные способы коррекции заключаются в градиентном поиске весовых коэффициентов различными методами. Одним из таких методов является метод наименьших квадратов.

Результаты моделирования алгоритма работы адаптивного фильтра КН с градиентным поиском весовых коэффициентов методом наименьших квадратов и КН из 8-ми фильтров быстрого преобразования Фурье показывают преимущество адаптивной обработки над неадаптивной, рис. 2.

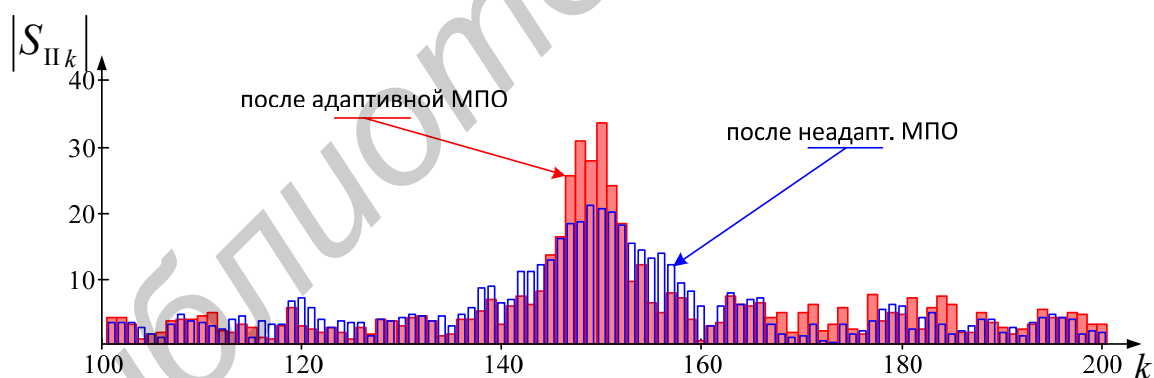


Рис. 2. Результаты адаптивного и неадаптивного КН сигнала

#### Список литературы

1. Радиоэлектронные системы. Справочник. Изд. 2-е переработанное и дополненное/ Коллектив авторов. Под ред. Я.Д. Ширмана. – М.: Радиотехника, 2007.
2. Видроу Б. Адаптивная обработка сигналов / Б. Видроу, С. Стирнз. Пер. с англ. – Москва: Радио и связь, 1989. – 440 с.
3. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки. Перевод с англ. М.: Радио и связь, 1986. – 448с.