

УДК 621.396.96

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОМЕХ*

Д. М. ПИЗА¹, С. Н. РОМАНЕНКО¹, Д. С. СЕМЕНОВ²

¹Запорожский национальный технический университет,
Украина, Запорожье, 69063, ул. Жуковского, 64

²Казенное предприятие «Научно-производственный комплекс «Искра»,
Украина, Запорожье, 69071, ул. Магистральная, 84

Аннотация. При одновременном воздействии активных шумовых и пассивных помех помехозащищенность РЛС существенно снижается. Это обусловлено декорреляцией активной помехи пассивной, а также нарушением межпериодной корреляции пассивной помехи при адаптации весовых коэффициентов пространственного фильтра. В статье предложен и исследован новый метод формирования классифицированной обучающей выборки (КОВ), основанный на межканальном корреляционном анализе сигнала по дальности. Метод позволяет в текущем периоде зондирования по максимальному значению модуля межканального коэффициента корреляции определить интервал дальности, на котором пассивная помеха имеет наименьший уровень, и сформировать оптимальное значение весового коэффициента пространственного фильтра для его использования в следующем периоде зондирования. Метод также позволяет при пакетной обработке сигналов в последнем периоде зондирования текущей пачки сформировать оптимальный весовой коэффициент для компенсации активной шумовой помехи во всех периодах зондирования следующей частотной пачки. В процессе моделирования установлено, что при этом также исключается модуляция пассивной помехи, действующей в компенсационном канале. Это может существенно повысить эффективность выделения полезных сигналов на фоне пассивных помех при временной (частотной) обработке во второй ступени пространственно-временной фильтрации сигналов в РЛС. Также установлено, что использование КОВ позволяет существенно уменьшить длительность переходного процесса при адаптации весовых коэффициентов пространственного фильтра, что позволяет повысить эффективность подавления активных шумовых помех при одновременном воздействии нестационарных пассивных помех.

Ключевые слова: адаптивный пространственный фильтр; классифицированная обучающая выборка; модуляция пассивной помехи; быстродействие

1. ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных требований, предъявляемых к РЛС, является ее помехозащищен-

ность. Это характерно для широкого класса радиолокационных средств как военного, так и гражданского назначения. Практический инте-

* Работа выполнена в рамках госбюджетной темы Запорожского национального технического университета «Разработка и усовершенствование методов обработки радиолокационных сигналов в условиях воздействия комбинированных помех» (номер регистрации 01170000614) при финансовой поддержке Министерства образования и науки Украины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Д. И. Леховицкий, В. П. Рябуха, Г. А. Жуга, Д. С. Рачков, А. В. Семеняка, “СДЦ в импульсных РЛС: 5. Адаптивные системы междупериодной обработки гауссовых сигналов на фоне гауссовых пассивных помех,” *Прикладная радиоэлектроника*, Т. 10, № 4, с. 508–525, 2011, uri: <http://openarchive.nure.ua/handle/document/4718>.
2. K. Falk, “A method and radar system for repetition jammer and clutter suppression,” WO2012067557, 2012.
3. В. Г. Андреев и Т. Ф. Нгуен, “Адаптивная обработка сигналов на фоне комбинированных помех,” *Известия вузов. Радиоэлектроника*, Т. 58, № 2, с. 48–53, 2015, doi: [10.20535/s0021347015020053](https://doi.org/10.20535/s0021347015020053).
4. В. В. Григорьев, *Комбинированная обработка сигналов в системах радиосвязи*. Москва: Эко-Трендз, 2002.
5. Б. Уидроу и С. Стирнз, *Адаптивная обработка сигналов*. Москва: Радио и связь, 1989.
6. В. П. Рябуха, Д. С. Рачков, А. В. Семеняка, Е. А. Катюшин, “Оценка интервала фиксации пространственного весового вектора при последовательной пространственно-временной обработке сигналов на фоне комбинированных помех,” *Известия вузов. Радиоэлектроника*, Т. 55, № 10, с. 13–25, 2012, doi: [10.20535/s0021347012100020](https://doi.org/10.20535/s0021347012100020).
7. S. Khadka, M. S. Anuradha, and C. Padmasree, “Study of the Effect of Barrage and Deception Jamming on a Radar System along with their Mitigation Technique,” *Int. J. Sci. Res.*, vol. 4, no. 9, pp. 98–103, 2015, uri: <https://www.ijsr.net/archive/v4i9/SUB157882.pdf>.
8. Д. М. Пиза, С. Н. Романенко, Д. С. Семенов, “Корреляционный метод формирования обучающей выборки для адаптации пространственного фильтра,” *Радиоэлектроника, информатика, управление*, № 3, 2018, doi: [10.15588/1607-3274-2018-3-4](https://doi.org/10.15588/1607-3274-2018-3-4).
9. Д. М. Пиза и Г. В. Мороз, “Методы формирования классифицированной обучающей выборки

для адаптации весового коэффициента автокомпенсатора помех,” *Известия вузов. Радиоэлектроника*, Т. 61, № 1, с. 47–54, 2018, doi: [10.20535/s0021347018010041](https://doi.org/10.20535/s0021347018010041).

10. Adaptive cancellation arrangement: Patent 1 599 035 United Kingdom: IPC G01 S 7/36 13/52; index at acceptance H4D 259 265 36X 40X; filed 31 Mar. 1977; published 30 Sep. 1981.

11. Д.М.Пиза, Д.С.Семенов, С.В.Морщавка, “Оценка эффективности дискретных алгоритмов

адаптации весовых коэффициентов при пространственно-временной обработке радиолокационных сигналов,” *Известия вузов. Радиоэлектроника*, Т. 62, № 1, с. 8–15, 2019, doi: [10.20535/s0021347019010023](https://doi.org/10.20535/s0021347019010023).

12. Р.А.Монзинго и Т.У.Миллер, *Адаптивные антенные решетки. Введение в теорию*. Москва: Радио и связь, 1986.

Поступила в редакцию 13.03.2019

После доработки 28.04.2020

Принята к публикации 05.05.2020