

**ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ СОПРОВОЖДЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ**

**В.А. Красковский**

Белорусская государственная академия авиации, г. Минск, Беларусь

**PRIMARY SIGNAL PROCESSING IN AIR OBJECT TRACKING SYSTEMS**

**V.A. Kraskovsky**

Belarusian State Academy of Aviation, Minsk, Belarus

**Аннотация.** В настоящей работе проводится сравнительный анализ алгоритмов первичной обработки сигналов, применяемых в системах сопровождения воздушных объектов. Результаты моделирования показали превосходство обобщенного обнаружителя сигналов над корреляционным и энергетическим обнаружителями.

**Ключевые слова:** система сопровождения воздушных объектов, первичная обработка сигналов, характеристики обнаружения сигналов, решающая статистика.

**Annotation.** In this paper, a comparative analysis of algorithms for the primary signal processing used by tracking system is carried out. Simulation results demonstrate a superiority of the generalize signal processing in noise over the correlation and energy detectors.

**Keywords:** aerial object tracking system, primary signal processing, signal detection characteristics, crucial statistics.

Приемное устройство является частью системы сопровождения воздушных объектов и обрабатывает принятые сигналы. Обработка сигнала в приемнике предусматривает два этапа: первичную и вторичную обработку радиолокационной информации [1], [2].

При первичной обработке сигналов решаются задачи обнаружения воздушных объектов и определения их координат, дальности, радиальной скорости, азимута и угла места относительно системы сопровождения воздушных объектов.

В настоящее время существующие различные алгоритмы первичной обработки сигналов основаны на корреляционной, энергетической, фильтровой, корреляционно-фильтровой и обобщенной обработке сигналов на фоне помех.

В радиолокационных задачах для принятия решения о наличии или отсутствии обнаруживаемого сигнала на входе приемного устройства используется критерий Неймана-Пирсона, суть которого заключается в следующем: при фиксированной вероятности ложной тревоги должна достигаться максимальная вероятность правильного обнаружения. Случайный процесс на входе приемного устройства при гипотезе 1 представляет собой только помеху, а при гипотезе 2 представляет собой аддитивную смесь обнаруживаемого сигнала и помехи [3].

В качестве среды моделирования для исследования был выбран программный комплекс MATLAB. Основные параметры моделирования приведены в таблице:

Таблица 1 – Основные параметры моделирования

Параметры	Значение
Закон распределения помехи	Гауссовский
Математическое ожидание помехи	$m = 0$
Среднеквадратическое отклонение помехи на входе обнаружителя	$\sigma_{вх} = 1,1$ [В]
Тип информационного сигнала	Пачка радиоимпульсов
Длительность импульсов	$\tau_u = 40$ [мкс]
Число импульсов в пачке	$N = 5$ [шт.]
Несущая частота	$f = 10$ [ГГц]
Отношение сигнал/помеха	$SNR = -5 \div 11$ [dB]
Вероятность ложной тревоги	$P_F = 10^{-3}$

Информационный сигнал представляет собой последовательность радиоимпульсов с рабочей частотой 10 ГГц.

Из рисунка 1 видно, что кривая характеристики обнаружения обобщенного обнаружителя смещена влево относительно кривых характеристик обнаружения корреляционного и энергетического обнаружителей. Это значит, что обобщенный обнаружитель обеспечит одинаковую, с корреляционным и энергетическим обнаружителями, вероятность правильного обнаружения при меньшем отношении сигнал/помеха. Например, обобщенный обнаружитель обеспечивает вероятность правильного обнаружения  $P_D = 0,9$  при отношении сигнал/помеха на входе, равном – 1 dB, в то время как корреляционный и энергетический обнаружители обеспечивают вероятность правильного обнаружения  $P_D = 0,9$  при отношении сигнал/помеха 6 dB и 8 dB, соответственно.

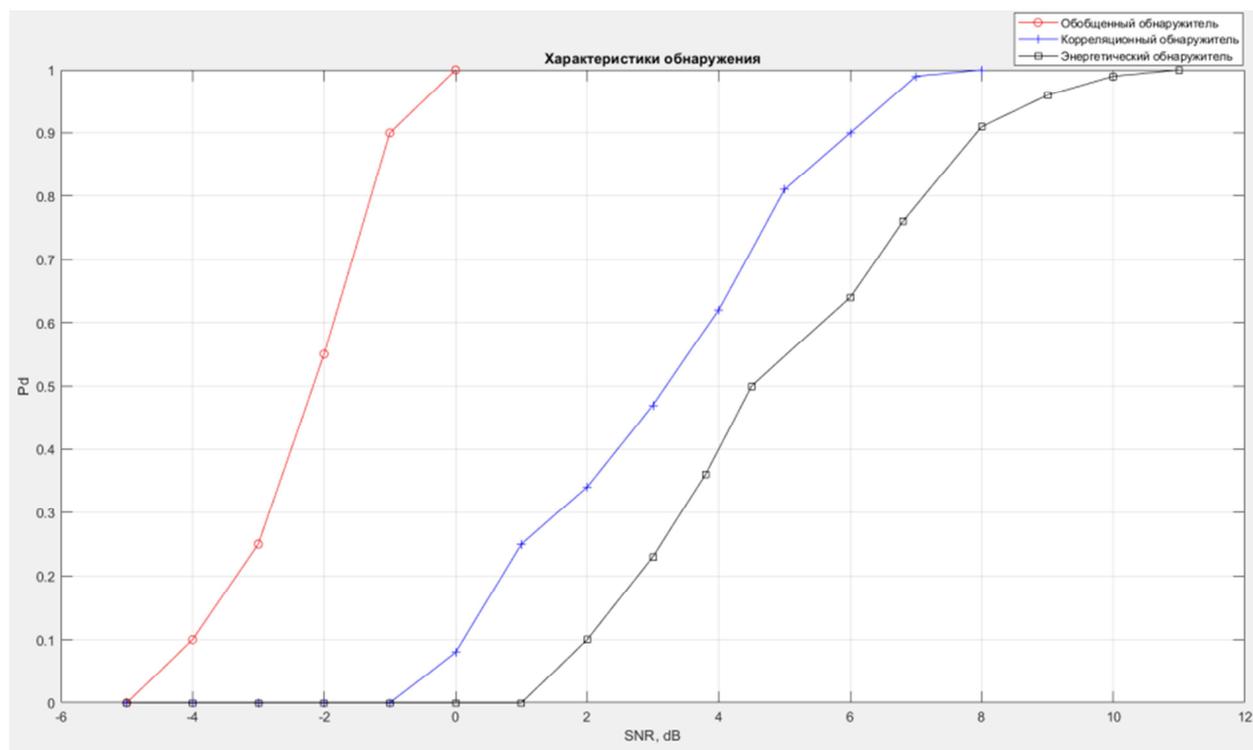


Рисунок 1 – Характеристики обнаружения обобщенного, корреляционного и энергетического обнаружителей

Полученные результаты демонстрируют, что обобщённый обнаружитель обеспечивает более высокую вероятность обнаружения при одинаковом значении отношения сигнал/помеха по сравнению с корреляционным и энергетическим обнаружителями.

### Список цитируемых источников

1. Меркулов, В. И. Автоматическое сопровождение целей в РЛС интегрированных авиационных комплексов: в 3 т. / В. И. Меркулов, В. С. Верба, А. Р. Ильчук. – М. : Радиотехника. – 2018. – Т. 1: Теоретические основы. РЛС в составе авиационного интегрированного комплекса. – 357 с.
2. Справочник по радиолокации: в 2 кн. / под ред. М. И. Сколника; пер. с англ. под общ. ред. В. С. Вербы. – М. : Техносфера, 2014. – Кн. 1. – 672 с.
3. Шахтарин, Б.И. Обнаружение сигналов: учебное пособие / Б.И. Шахтарин. – М. : Горячая линия – Телеком, 2015. – 464 с.
4. Tuzlukov, V. P. Signal Detection Theory / V. P. Tuzlukov. – New York, Springer-Verlag. USA. – 2001. – 744 p.
5. Tuzlukov, V. P. Signal Processing in Radar Systems / V. P. Tuzlukov. – Boca Raton, London, New York, Washington, DC. USA. – 2012. – 632 p.