

# Анализ алгоритмов помехозащиты бортовых РЛС

УДК 621.396

**В.Э. ЕКАТЕРИНИН, инженер-исследователь 3-й категории АО “Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем” аспирант**

## Анализ алгоритмов помехозащиты бортовых РЛС *Analysis of Anti-Jamming Algorithms for Onboard Radar Systems*

В статье рассматриваются современные подходы к обеспечению помехозащищенности бортовых радиолокационных систем космических аппаратов. Проведен сравнительный анализ алгоритмов адаптивной обработки сигналов, включая методы CFAR, CAPON, MUSIC и алгоритмы на основе собственных значений корреляционных матриц. Особое внимание уделено оценке их вычислительной сложности и возможности реализации в условиях ограниченных ресурсов бортовой вычислительной системы.

По результатам анализа определены наиболее перспективные алгоритмы для последующего моделирования и практической реализации.

*This study examines modern approaches to ensuring interference immunity in onboard radar systems of spacecraft. The paper performs a comparative analysis of adaptive signal processing algorithms, including CFAR methods, CAPON and MUSIC algorithms, as well as techniques based on the eigenvalues of correlation matrices. The study places particular emphasis on evaluating their computational complexity and feasibility of implementation under the constraints of limited onboard computing resources.*

*Based on the analysis results, the study identifies the most promising algorithms for subsequent modeling and practical implementation.*

**Ключевые слова:** бортовая радиолокационная система, космический аппарат, помехозащита, вычислительная сложность, CFAR, CAPON, MUSIC.

**Keywords:** onboard radar system, spacecraft, jamming suppression, computational complexity, CFAR, CAPON, MUSIC.

## Введение

В современных условиях функционирования космических аппаратов (КА) радиолокационные системы (РЛС) сталкиваются с возрастающим уровнем радиоэлектронных помех, возникающих вследствие естественных шумовых процессов и в результате преднамеренных воздействий. При этом возможности повышения энергетического потенциала и полосы пропускания РЛС ограничены аппаратными ресурсами и требованиями к энергопотреблению.

В связи с этим актуальной задачей является обеспечение высокой помехозащищенности при сохранении приемлемого уровня вычислительной нагрузки на бортовые средства обработки сигналов [1].

Одним из наиболее перспективных направлений повышения помехоустойчивости является применение

адаптивных алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов. Такие методы позволяют динамически изменять весовые коэффициенты антенны и фильтров приемного тракта в зависимости от текущей помеховой обстановки, эффективно подавляя как широкополосные, так и узкополосные помехи.

На сегодняшний день разработано значительное количество алгоритмов, направленных на повышение помехозащищенности РЛС. Среди них можно выделить классические методы, основанные на поддержании постоянной вероятности ложной тревоги (CFAR, Constant False Alarm Rate), а также современные алгоритмы, использующие оценку корреляционных свойств сигналов (CAPON, MUSIC и другие). Однако практическое применение этих алгоритмов в составе бортовых радиолокационных систем космиче-

ских аппаратов осложняется ограничениями вычислительных ресурсов, которые не позволяют реализовывать сложные матричные операции в реальном времени.

В настоящей работе проводится сравнительный анализ применения различных алгоритмов помехозащиты с учетом их вычислительных особенностей и потенциальной реализуемости в составе бортовой радиолокационной аппаратуры КА.

## Обзор современных алгоритмов помехозащиты

Современные методы обеспечения помехозащищенности радиолокационных систем можно разделить на два основных класса:

статистические алгоритмы обнаружения, обеспечивающие адаптацию порогов CFAR;

**Статью целиком читайте в бумажной версии журнала**