

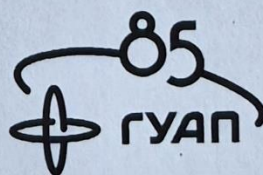
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

*Посвящается 85-летию Санкт-Петербургского
государственного университета
аэрокосмического приборостроения*

**РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ, ОПТИЧЕСКИЕ
И БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.
УСТРОЙСТВА И МЕТОДЫ
ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ**

Седьмая Всероссийская научная конференция
6–18 апреля 2026 г.

Сборник докладов



Санкт-Петербург
2026

УДК 001.8

ББК 32

P15

P15 Радиотехнические, оптические и биотехнические системы. Устройства и методы обработки информации: Седьмая Всерос. науч. конф. (6–18 апреля 2026 г.): сб. докл. – СПб.: ГУАП, 2026. – 226 с.
ISBN 978-5-8088-2109-5
DOI 10.31799/978-5-8088-2109-5-2026-7

В апреле 2026 года в Санкт-Петербургском государственном университете аэрокосмического приборостроения состоится Седьмая Всероссийская научная конференция «Радиотехнические, оптические и биотехнические системы. Устройства и методы обработки информации», посвященная Всемирному дню авиации и космонавтики.

Представленные доклады посвящены разработке оборудования радиотехнических, оптических и биотехнических систем, методам и алгоритмам обработки информации, проблемам математического моделирования и применения искусственного интеллекта в инфокоммуникационных технологиях.

Издание предназначено для научных сотрудников, преподавателей вузов, инженеров, аспирантов, докторантов, а также магистрантов и студентов старших курсов технических вузов.

УДК 001.8
ББК 32

Оргкомитет конференции

Председатель оргкомитета

Антохина Ю. А. – д-р экон. наук, профессор

Члены оргкомитета:

Бестугин А. Р. – д-р техн. наук, профессор

Крячко А. Ф. – д-р техн. наук, профессор

Бакшеева Ю. В. – канд. техн. наук

Тихоненкова О. В. – канд. техн. наук, доцент

Тюрликов А. М. – д-р техн. наук, профессор

Балышева О. Л. – канд. техн. наук, доцент

УДК 621.391.8

DOI 10.31799/978-5-8088-2109-5-2026-7-128-130

Р. И. Чембарисова*

студент

В. А. Ненашев*

кандидат технических наук, доцент

*Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

КОНТРОЛЬ АНОМАЛИЙ В СТРУКТУРЕ М-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Предложен алгоритм точного обнаружения и локализации аномалий в структуре М-последовательностей. Метод основан на аналитическом анализе математических выражений уровней боковых лепестков автокорреляционной функции, что позволяет не только выявить факт искажения, но и точно определить положение и величину измененного элемента. Полученные результаты могут быть применены для повышения надежности систем, критичных к достоверности данных, таких как телекоммуникации или медицинская диагностика, снижая вероятность ошибочных измерений.

Ключевые слова: анализ последовательностей, аномалия, М-последовательность, автокорреляционная функция, боковые лепестки.

R. I. Chembarisova*

Student

V. A. Nenashev*

PhD. Sc. Tech., Associate Professor

*St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

CONTROL OF ANOMALIES IN THE STRUCTURE OF M-SEQUENCES

An algorithm for the precise detection and localization of anomalies in the structure of M-sequences is proposed. The method is based on an analytical analysis of mathematical expressions for the sidelobe levels of the autocorrelation function, which allows not only to detect distortion but also to accurately determine the position and magnitude of the altered element. The obtained results can be applied to improve the reliability of data-critical systems, such as telecommunications or medical diagnostics, by reducing the likelihood of erroneous measurements.

Keywords: sequence analysis, anomaly, M-sequence, autocorrelation function, sidelobes.

Развитие группового применения беспилотных авиационных систем ставит задачу организации высокоскоростной и помехозащищенной передачи данных между их элементами. Классические радиоканалы для этого недостаточно эффективны из-за нехватки свободных частот, зашумленности эфира и низкой достоверности принимаемой информации [1]. В связи с этим актуальной становится разработка системы, которая была бы устойчива к воздействию факторов окружающей среды, могла обнаруживать аномалии и оценивать степень вызываемых ими искажений.

Излучаемые сигналы могут подвергаться воздействию аномалий, что искажает их структуру и приводит к нежелательному росту боковых лепестков (БЛ) автокорреляционной функции (АКФ). Это в свою очередь снижает точность измерений [2]. Для обеспечения надежной работы системы необходимы алгоритмы для оперативного выявления таких отклоне-

ний. В данной работе описан алгоритм обнаружения аномалий в кодовых последовательностях на примере М-последовательностей. В его основу положен анализ аналитических выражений, описывающих уровни главного (ГЛ) и боковых лепестков АКФ [3].

Одной из главных проблем являются амплитудные искажения, когда принимаемый модулированный сигнал [4], [5] имеет значения, отличающиеся от исходных, что в итоге затрудняет процесс декодирования. В системах, использующих пороговое детектирование, это вызывает ложные срабатывания и неверную интерпретацию данных.

В работе описан способ выявления амплитудных аномалий через анализ несоответствия их АКФ. Обнаружение включает поиск конкретного искаженного элемента в кодовой последовательности, вычисление величины его отклонения от исходного значения и определение того, какие именно лепестки автокорреляцион-

Таблица 2

Результат вычисления АКФ М-последовательностей с аномальными значениями

	Без аномалии	Аномалия в 1 элементе	Аномалия во 2 элементе	Аномалия в 3 элементе	Аномалия в 4 элементе	Аномалия в 5 элементе	Аномалия в 6 элементе	Аномалия в 7 элементе
	$[1-1-1\ 1\ 1\ 1-1]$	$[a-1-1\ 1\ 1\ 1-1]$	$[1-a-1\ 1\ 1\ 1-1]$	$[1-1-a\ 1\ 1\ 1-1]$	$[1-1-1\ a\ 1\ 1-1]$	$[1-1-1\ 1\ a\ 1-1]$	$[1-1-1\ 1\ 1\ a-1]$	$[1-1-1\ 1\ 1\ 1-a]$
ГЛ	7	a^2+6	a^2+6	a^2+6	a^2+6	a^2+6	a^2+6	a^2+6
БЛ1	0	$1-a$	0	0	0	$2a-2$	0	$1-a$
БЛ2	-3	$-a-3$	$-a-2$	$-2a-1$	-3	$-2a-1$	$a-4$	$-a-2$
БЛ3	-2	$a-3$	$-a-1$	$-a-1$	-2	$-a-1$	$-a-1$	$-a-1$
БЛ4	1	a	$2-a$	a	1	a	$2-a$	a
БЛ5	2	$a+1$	$a+1$	2	2	2	$a+1$	$a+1$
БЛ6	-1	$-a$	-1	-1	-1	-1	-1	$-a$

ной функции были затронуты данным искажением.

Пусть на приемное устройство БАС системы сбора и обработки БАС поступает сигнал, модулированный некоторой известной последовательностью, которую необходимо обработать. Так, у М-последовательности длины $N=7$ с порождающим полиномом $x^3 + x^2 + 1$ может быть от 1 до 7 искажений, в последнем случае последовательность распознать невозможно. Следовательно, можно рассмотреть до 6 искажений кода. В работе рассмотрена М-последовательность $[1-1-1\ 1\ 1\ 1-1]$ с одной амплитудной аномалией в принятой кодовой последовательности (табл. 1).

Таблица 1

Аномалии в М-последовательности длины 7

Аномальный элемент	Искаженная М-последовательность
1	$[a-1-1\ 1\ 1\ 1-1]$
2	$[1-a-1\ 1\ 1\ 1-1]$
3	$[1-1-a\ 1\ 1\ 1-1]$
4	$[1-1-1\ a\ 1\ 1-1]$
5	$[1-1-1\ 1\ a\ 1-1]$
6	$[1-1-1\ 1\ 1\ a-1]$
7	$[1-1-1\ 1\ 1\ 1-a]$

В табл. 2 наглядно показано изменение аналитических выражений, описывающих главный и боковые лепестки автокорреляционной функции искаженных М-последовательностей из табл. 1.

Анализируя полученные выражения для М-последовательности длины $N=7$, можно сделать вывод о возможности точной и корректной интерпретации места аномалии и ее значения. Как видно из таблицы, не существует полностью совпадающих столбцов, описывающих главный и боковые лепестки АКФ, из чего мож-

но сделать вывод, что определить наличие и значение аномалии вполне реализуемая задача.

Результаты работы демонстрируют, что введение аномалий в М-последовательность приводит к существенному изменению ее автокорреляционной функции. Данное свойство позволяет детектировать сам факт наличия аномалий и определять их точное местоположение внутри кодовой структуры.

Разработанный метод представляет особую ценность для систем, предъявляющих повышенные требования к достоверности передачи и сбору данных. Ярким примером является его использование в малогабаритных бортовых радиолокационных системах беспилотных авиационных комплексов, предназначенных для мониторинга земной поверхности и организации обмена данными внутри группы. Алгоритм обеспечивает уменьшение потерь и повышение общей достоверности работы системы в условиях сложной помеховой обстановки.

Финансовая поддержка

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 24-79-10259).

Список источников

1. *Ненашев В. А., Сергеев А. М., Васильев И. А.* Моделирование сложных кодо-модулированных сигналов для современных систем обнаружения и передачи информации // Научная сессия ГУАП: сб. докладов научной сессии, посвященной Всемирному дню авиации и космонавтики: в 3 ч. СПб.: ГУАП, 2019. Ч. 2. С. 413–417.

2. Бердник М. О. Алгоритм обнаружения зондирующих сигналов с линейной частотной модуляцией на основе нейросетевой обработки их спектров на выходе автокорреляционной схемы // Журнал радиоэлектроники. 2024. № 12.

3. Чембарисова Р. И., Ненашев В. А. Контроль аномалий в структуре кодов на основе анализа выражений лепестков автокорреляционной функции //

Т-Сопт: Телекоммуникации и транспорт. 2024. Т. 18. № 12. С. 4–11.

4. Львович Я. Е., Преображенский Ю. П., Ружицкий Е. И. Особенности оптимизации беспроводных систем связи // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 68–71.

5. Хазикарамов А. У., Сагитова А. Р. Способы модуляции // Вестник магистратуры. 2019. Т. 9–1. № 1. С. 5–6.

Виноградова Е. П., Жмурин А. В., Виноградов Д. Ф. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛИ РАДИОВЫСОТОМЕРА МАЛЫХ ВЫСОТ ОТ ВЫСОТЫ ПОЛЕТА ВОЗДУШНОГО СУДНА.....	72
Киршина И. А., Виноградова Е. П., Пищик К. А., Жиенбаева А. Х. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ЦВЕТОВОГО СОСТАВА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	75
Киршина И. А., Жмурин А. В., Виноградов Д. Ф. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО УМНОГО ДОМА С МНОГОИСТОЧНИКОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИЕЙ ПРИСУТСТВИЯ	79
Ляшенко А. Л., Бочкарева А. Э. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДАВЛЕНИЯ В ГАЗОВОМ КОНТУРЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЛАЗЕРА	83
Ляшенко А. Л., Морева С. Л. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОТЛА ДЛЯ ВАРКИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ	87
Мисникова Т. С. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЩЕСТВ В РАЗЛИЧНЫХ АГРЕГАТНЫХ СОСТОЯНИЯХ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНО-ИСКРОВОЙ ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	91
Мисникова Т. С. РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРНОГО ПУЧКА ДЛЯ ЛИЭС СИСТЕМЫ	93
Мисникова Т. С. СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛЮМИНИЯ МЕТОДОМ ЛИЭС	95
Михайлов А. Н. ПОСТРОЕНИЕ ФОРМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ФУНКЦИИ ТОКА.....	98
Параскун А. С., Казаков В. И. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА В ЗАДАЧЕ ОБРАБОТКИ СПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ МАЛОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ	101
Питомец М. Е., Афанасьева В. И., Бестугин А. Р. ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТИПА ЛАНДШАФТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	105
Рывкина Я. А., Дройзман Е. Ю. ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ВОЗГОРАНИЙ	109
Рывкина Я. А., Казаков В. И. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЛАЗЕРНОЙ СИСТЕМЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ВОЗГОРАНИЙ	113
Сердюк К. В. АДАПТИВНОЕ КАЛИБРОВОЧНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СПЕКТРАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ АВИАЦИОННЫХ МАСЕЛ: РЕКУРСИВНЫЕ МЕТОДЫ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ	117
Сердюк К. В. АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ АДАПТИВНОЙ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА АВИАЦИОННОГО МАСЛА	121
Сердюк К. В. АРХИТЕКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	125
Чембарисова Р. И., Ненашев В. А. КОНТРОЛЬ АНОМАЛИЙ В СТРУКТУРЕ М-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ.....	128
БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ	131
Беззубкова О. С., Яфаров А. З. РАЗРАБОТКА БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА РЕНТГЕНОВСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ИНТЕРЕСАХ ВЫЯВЛЕНИЯ СПОНДИЛОЛИСТЕЗА ПО МЕТОДУ МИТБРЕЙТА.....	131
Горелова Н. А., Тихоненкова О. В. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ЖЕСТОВ.....	138
Куцов А. В., Тимофеев К. Н. КОМПЛЕКСНАЯ СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОПЕРАТОРОВ FPV-ДРОНОВ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭТАЛОННЫХ БАЗ ДАННЫХ PHUSIONET.....	143
Саенко В. И. ЭВОЛЮЦИОННЫЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ CASE STUDY КОНЦЕПЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ	147
Сафронова А. А. БИОМЕХАНИКА АДАПТАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ К МЕХАНИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ: ИНЖЕНЕРНЫЕ ПОДХОДЫ И ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	152
Сафронова А. А. БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ	156

Научное издание

**РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ, ОПТИЧЕСКИЕ
И БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.
УСТРОЙСТВА И МЕТОДЫ
ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ**

**Седьмая Всероссийская научная конференция
6–18 апреля 2026 г.**

Сборник докладов

ISBN: 978-5-8088-2109-5



9 785808 821095

Ответственный за выпуск:

О. Л. Бальшева

Редакторская подготовка *Е. В. Тороповой*
Компьютерная верстка *А. Н. Колешко*

Подписано к печати 17.03.2026. Дата выхода в свет: 20.03.2026. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 26,3. Уч.-изд. л. 26,9. Тираж 150 экз. Заказ № 10.

Редакционно-издательский центр ГУАП
190000, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 67, лит. А

Распространяется бесплатно