

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»,
доктор технических наук, профессор



В.Е. Костюков

02

2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

Федерального государственного унитарного предприятия «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ») Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» на диссертационную работу Козлова Сергея Александровича «Временная обработка сигналов, отраженных от малоразмерных и малоскоростных объектов в присутствии помех», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.4 – Радиофизика

Актуальность темы диссертационной работы

Значительное и интенсивное развитие в последние десятилетия технологий создания, а как следствие, и самого парка малых воздушных судов, в том числе беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), требуют обеспечение безопасности полетов и контроля воздушного пространства, особенно над объектами критической инфраструктуры. При этом процессы обнаружения, разрешения и распознавания сигналов, отраженных от малоразмерных и малоскоростных целей, усложняются сложной структурой сигналов, вызванной переотражениями от винтов, а также помеховой обстановкой.

Таким образом, актуальными задачами являются анализ существующих методов обработки сигналов по оценке их эффективности при обнаружении (разрешении, распознавании) легкомоторных воздушных объектов, а также синтез новых методов, учитывающих особенности в структуре принимаемых радиосигналов в сложной сигнально-помеховой обстановке.

Тема диссертационной работы Козлова Сергея Александровича направлена на решение данных актуальных задач и посвящена анализу и синтезу методов временной обработки радиолокационных сигналов, отраженных от малоразмерных и малоскоростных воздушных объектов, в том числе с винтовым двигателем, в импульсных когерентных радиолокационных системах и экспериментальной их

апробации на реальных воздушных сценариях в условиях наличия преднамеренных и непреднамеренных помех.

Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы из 128 наименований, содержит 161 страницу, включая 75 рисунков и одно приложение.

Материал, представленный в диссертации, изложен последовательно и аргументировано, понятным научным языком.

Во **введении** обоснована актуальность диссертационной работы, сформулирована ее цель и задачи, указана научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приводятся положения, выносимые на защиту, описана структура и приведено краткое содержание диссертации. Введение содержит сведения о достоверности и апробации результатов.

Первая глава посвящена анализу математических моделей и результатов экспериментальных исследований по обнаружению малоскоростных, а также малоразмерных воздушных объектов на фоне интенсивных пассивных помех на основе проекционного метода доплеровской фильтрации.

Вторая глава посвящена исследованиям, направленных на выявление модуляционных признаков вторичного излучения, обусловленных вращением винтов летательного аппарата.

В **третьей главе** проводится синтез метода селекции имитирующих радиопомех. В качестве селектирующего признака использована мера когерентности сигналов на основе вычисления энтропии распределения энергии сигнала по собственным подпространствам его выборочной корреляционной матрицы.

В **заключении** приведены основные результаты диссертационной работы.

Автореферат диссертации полностью соответствует содержанию диссертационной работы, представленным в ней результатам, выводам и положениям, выносимым на защиту. Автореферат оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями ВАК.

Научная новизна проведенных исследований и полученных результатов

Научная новизна работы состоит, прежде всего, в разработке методов временной обработки радиолокационных сигналов, отраженных в том числе от малоразмерных малоскоростных летательных аппаратов, в частности:

1. впервые обоснована и экспериментально подтверждена возможность применения проекционного метода квазиоптимальной межпериодной обработки при обнаружении сигналов, отраженных от малоскоростных малоразмерных летательных аппаратов на фоне сигналов, отраженных от пассивных помех;
2. предложен новый метод распознавания сигналов на основе анализа собственных чисел выборочной корреляционной матрицы, отраженных от летательных аппаратов с винтовым двигателем, обеспечивающий, в отличие от существующих методов сверхразрешения, распознавание сигналов с частотными флуктуациями сигналов пропеллерной составляющей;

3. теоретически обоснован, экспериментально подтвержден и запатентован новый метод селекции имитирующих помех и сигналов, отраженных от летательных аппаратов с винтовым двигателем на основе оценки энтропии распределения энергии сигнала по собственным числам выборочной корреляционной матрицы.

Степень обоснованности и достоверности положений, выводов и заключений, содержащихся в диссертации

Обоснованность теоретических положений диссертационного исследования основывается на использовании классических методов статистической радиофизики, математической статистики, методов радиофизических измерений, матричной алгебры и теоретической радиолокации. Также, проведенные в работе исследования базируются на методах численного моделирования.

Достоверность результатов обеспечена экспериментальной проверкой с использованием высокотехнологичной аппаратуры и подтверждена сопоставлением результатов математического моделирования с натурными испытаниями.

Результаты согласуются с современными научными представлениями и данными, полученными при обзоре отечественных и зарубежных источников. Полученные в работе результаты подтверждаются обсуждением в публикациях в научных изданиях, входящих в перечень, рекомендуемый ВАК, а также на различных научно-технических конференциях, включая международные.

Апробация работы

По теме диссертации автором опубликовано 37 работ, включая: 10 статей в изданиях, рекомендованных ВАК (из них 4 по специальности 1.3.4 – Радиофизика); 4 статьи в ведущих изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science, Scopus; 1 патент РФ на изобретение и 2 патента на полезную модель; 1 статья в региональном научном издании; 19 работ в сборниках трудов региональных, всероссийских и международных научных конференций.

Теоретическая и практическая значимость работы

Диссертационная работа представляет собой единое системное исследование, имеющее важное как теоретическое, так и прикладное значение.

Полученные результаты численного моделирования и натурных экспериментов по обнаружению, селекции и распознаванию сигналов с фазо-частотными флуктуациями могут быть использованы для развития теории приема и пространственно-временной обработки сигналов. Результаты исследований могут быть применены для решения задач, в которых требуется анализ параметров сигналов при прохождении (распространении) в среде или через различные радиотехнические системы – в радиолокационных системах, в радиофизических измерительных системах, в системах радионавигации и радиосвязи, в задачах исследования электромагнитной обстановки, в задачах обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств.

Практическая значимость результатов работы заключается в разработке методов защиты радиотехнических систем мониторинга воздушного пространства от помех и методов распознавания малоразмерных и малоскоростных воздушных объектов. Запатентованные технические решения могут быть использованы в разработке перспективных радиотехнических систем мониторинга воздушного пространства.

Содержащиеся в диссертации результаты внедрены в научно-исследовательской и производственной деятельности АО «Федеральный научно-производственный центр «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники» (Концерн ВКО «Алмаз-Антей»). Внедрение подтверждается актом, приложенным к диссертации.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Представляется целесообразным продолжение работ в направлении исследований по синтезу методов обнаружения малоскоростных малоразмерных воздушных объектов в сложной сигнально-помеховой обстановке. Также необходимо более тесное сотрудничество с предприятиями радиоэлектронной промышленности в рамках совместных исследований и возможного внедрения разработанных методик и алгоритмов.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при разработке радиолокационных систем в организациях АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», АО «Концерн «Радиоэлектронные технологии», филиал РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седатова», и других профильных научных и производственных организациях.

Замечания по диссертационной работе

По содержанию диссертационной работы Козлова С.А. можно сделать следующие замечания:

1. Результаты экспериментальных исследований в диссертации приводятся для радиолокационной станции (РЛС) дециметрового диапазона длин волн. В работе не указано, чем обусловлен выбор именно данного радара и имеются ли принципиальные ограничения для временной обработки сигналов для РЛС других частотных диапазонов.

2. В диссертационной работе не рассмотрен случай обнаружения и распознавания сигналов со вторичной модуляцией от групповой воздушной цели, представляющий значительный практический интерес.

3. В работе встречается значительное количество опечаток и орфографических ошибок, к примеру, на стр. 6 «1. обнаружение, разрешение и распознавание *обнаружение* сигнала...» или на стр. 7 «3. обнаружение полезных сигналов *на* будет проводиться на фоне...», «Таким образом, *является* актуальными задачами анализа...».

Следует подчеркнуть, что высказанные замечания не носят принципиального характера, не снижают общей высокой оценки выполненных исследований и не ставят под сомнение достоверность полученных результатов.

Заключение по работе

Диссертационная работа Козлова Сергея Александровича «Временная обработка сигналов, отраженных от малоразмерных и малоскоростных объектов в присутствии

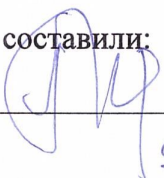
помех» представляет собой завершенную, выполненную на высоком научном уровне, научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития радиофизики в части методов временной обработки радиолокационных сигналов.

Содержание работы соответствует отрасли физико-математические науки, а именно пунктам раздела направления исследований 4, 7 паспорта научной специальности 1.3.4 – Радиофизика: создание новых методов и приборов для анализа и статистической обработки сигналов в условиях помех; создание новых методов анализа и статистической обработки сигналов в условиях помех; разработка теоретических основ новых методов и систем связи, навигационных, активных и пассивных локационных систем, основанных на использовании излучения и приема волновых полей различной физической природы и освоении новых частотных диапазонов.

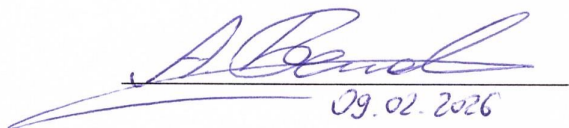
Диссертация соответствует критериям, установленным требованиями пп. 9-11, 13 и 14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Козлов Сергей Александрович, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиофизика.

Отзыв составлен по результатам обсуждения диссертации на заседании НТС научно-исследовательского отделения разработки радиоэлектронных систем филиала Федерального государственного унитарного предприятия «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» «Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова» «05» февраля 2026 г., протокол № 195-95-30-3370/490-ПР.

Отзыв составили:


9.02.2026

Кашин Александр Васильевич,
доктор технических наук (специальность 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии), профессор, научный руководитель филиала Федерального государственного унитарного предприятия «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» «Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова»,
603952, Россия, г. Нижний Новгород,
Бокс № 486, тел. (831) 466-16-40,
e-mail: aKashin@niiis.nnov.ru.


09.02.2026

Белов Алексей Сергеевич,
кандидат физико-математических наук
(специальность 01.04.03 – Радиофизика),
заместитель начальника научно-
исследовательского отделения – начальник
научно-исследовательского отдела филиала
Федерального государственного унитарного
предприятия «Российский федеральный
ядерный центр – Всероссийский научно-
исследовательский институт экспериментальной
физики» «Научно-исследовательский институт
измерительных систем им. Ю.Е. Седакова»,
603952, Россия, г. Нижний Новгород,
Бокс № 486, тел. (831) 469-52-20,
e-mail: aBelov@niiis.nnov.ru.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский федеральный
ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт
экспериментальной физики», Государственная корпорация по атомной энергии
«Росатом»

Почтовый адрес: 607188, Нижегородская обл., г. Саров, пр-т Мира, д. 37

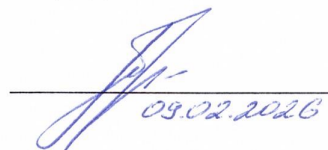
Телефон: (83130) 2-48-02

e-mail: staff@vniief.ru

Подпись Кашина Александра Васильевича и Белова Алексея Сергеевича заверяю:

Ученый секретарь филиала,

кандидат технических наук


09.02.2026

