ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.340.03, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО" МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 04.03.2026 г. № 4 .

О присуждении Козлову Сергею Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Временная обработка сигналов, отраженных от малоразмерных и малоскоростных объектов в присутствии помех» по специальности 1.3.4. – Радиофизика принята к защите 17 декабря 2025 г., протокол № 34, диссертационным советом 24.2.340.03, созданным на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23, приказом № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Козлов Сергей Александрович, 10 марта 1988 года рождения, в 2011 году окончил магистратуру Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского по направлению подготовки «Радиофизика». В период с 2020 по 2024 гг. обучался в аспирантуре Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. по направлению подготовки 03.06.01 – Физика и астрономия.

В период подготовки диссертации Козлов Сергей Александрович работал в АО «Федеральный научно-производственный центр «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники» (АО «ФНПЦ «ННИИРТ») в должности начальника бюро и в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в должности старшего преподавателя кафедры радиотехники радиофизического факультета, где и работает по настоящее время.

Диссертация выполнена на кафедре радиотехники радиофизического факультета ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель Фитасов Евгений Сергеевич, доктор технических наук, доцент,

заведующий кафедрой радиотехники радиофизического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского».

Официальные оппоненты:

1. Сидоркина Юлия Анатольевна, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук (специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации), доцент, профессор кафедры «Автономные информационные и управляющие системы» (СМ5) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана),
2. Фадеев Роман Сергеевич, гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук (05.12.14 – Радиолокация и радионавигация), доцент кафедры «Информационные радиосистемы» Института радиоэлектроники и информационных технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ),

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ»), г. Саров, в своем **положительном** отзыве, утвержденном 09.02.2026 г., подписанном доктором технических наук (специальность – 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии), профессором, научным руководителем филиала ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ» «НИИИС им. Ю.Е Седакова» Кашиным Александром Васильевичем и кандидатом физико-математических наук (специальность 01.04.03 – Радиофизика), заместителем начальника научно-исследовательского отделения – начальником научно-исследовательского отдела филиала ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ» «НИИИС им. Ю.Е Седакова» Беловым Алексеем Сергеевичем, указала, что диссертация Козлова Сергея Александровича удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Козлов Сергей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. – Радиофизика.

Соискатель имеет 37 опубликованных работ по теме диссертации, из них 10 статей в изданиях, рекомендованных ВАК (из них 4 по специальности 1.4.3 – «Радиофизика»; 4 статьи в ведущих изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science, Scopus); 2 патента РФ на полезную модель и 1 патент РФ на изобретение. Основные результаты диссертации были представлены на международных и всероссийских конференциях.

Авторский вклад соискателя в опубликованные в соавторстве работы заключается в выполнении аналитических расчетов и проведении компьютерного моделирования, анализе, объяснении и интерпретации полученных результатов, в проведении натурных экспериментов и обработке экспериментальных данных, формулировании выводов и подготовке текстов публикаций.

Проверка текста диссертации не выявила неправомерных заимствований. Исследования являются оригинальными и представляются к защите впервые. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Козлов С.А.,** Фитасов Е.С., Василенко Е.В., Насонов В.В. Повышение эффективности автокомпенсации шумовых активных помех в радиолокационных станциях малой дальности // Вестник Концерна ПВО «Алмаз-Антей». – 2013, № 1. – С.45–48.
2. Фитасов Е.С., **Козлов С.А.**, Алексеев Д.Ю., Пугин Д.С. К вопросу повышения эффективности классификации винтовых летательных аппаратов в РЛС дециметрового диапазона // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2016, №3 (93). – С. 66–71.
3. Орлов И.Я., Фитасов Е.С., Ивлев Д.Н., **Козлов С.А**. Оценка когерентности радиолокационных сигналов в антенных решетках на основе анализа распределений энергии сигнала по собственным числам корреляционной матрицы // Антенны. – 2017, №3. – С.31-36.
4. Орлов И.Я., Фитасов Е.С., Ивлев Д.Н., **Козлов С.А.,** Королев А.Г. Оценка влияния интерференции радиоволн в антенных решетках при приеме радиосигналов под малыми углами места в L, S и X частотных диапазонах // Антенны. – 2017, №11. – С.25-30.
5. Фитасов Е.С., Леговцова Е.В., **Козлов С.А.,** Насонов В.В. Система защиты импульсной радиолокационной системы от дискретных метеобразований // Датчики и системы. – 2017, №8-9. – С. 13-19.
6. Фитасов Е.С., Насонов В.В., Гусева Ю.С., **Козлов С.А.** К вопросу оценки эффективности работы автокомпенсатора активных шумовых помех при пространственном перемещении помехопостановщика // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2019, №2(34). – С. 21-30.
7. Фитасов Е.С., Орлов И.Я., Насонов В.В., Бессонова Е.В., **Козлов С.А.** Квазиоптимальный проекционный метод доплеровской фильтрации радиолокационных сигналов // Известия вузов. Радиофизика. – 2019, Т. 62, № 6. – С. 460–468 (WoS, Scopus).
8. Фитасов Е.С., Леговцова Е.В., Пальгуев Д.А., **Козлов С.А.,** [и др.] Экспериментальная оценка проекционного метода доплеровской фильтрации радиолокационных сигналов при

обнаружении воздушных объектов с малыми радиальными скоростями // Известия вузов. Радиофизика. – 2021, Т. 64, № 4. С. 331–340 (WoS, Scopus).

9. Фитасов Е.С., Леговцова Е.В., Кудряшова О.Е., **Козлов С.А.,** Насонов В.В. Селекция имитирующих сигналоподобных помех в радиолокационных системах с внутренней когерентностью // Известия вузов. Радиофизика. – 2021, Т. 64, № 11. – С. 917-925 (WoS, Scopus).
10. **Козлов С.А.,** Кудряшова О.Е., Фитасов Е.С., Тимофеев А.Е., Ильясафов А.Д. Экспериментальные исследования распознавания радиолокационных сигналов с пропеллерной модуляцией на основе анализа собственных чисел выборочной корреляционной матрицы // Известия вузов. Радиофизика. – 2025, Т. 68, № 10. – С. 858-869 (WoS, Scopus).
11. Патент на полезную модель № 157396 Рос. Федерация, МПК G01S 13/52. Устройство распознавания винтовых летательных аппаратов: № 2015135160/07: заявл. 19.08.2015: опубл. 10.12.2015, Бюл. № 34 / Е.С. Фитасов, **С.А. Козлов**; заявитель АО «ФНПЦ «ННИИРТ».
12. Патент на полезную модель № 184465 Рос. Федерация, МПК G01S 13/52. Устройство селекции ложных целей: № 2018126557: заявл. 18.07.2018: опубл. 26.10.2018 / Е.С. Фитасов, **С.А. Козлов**; заявитель АО «ФНПЦ «ННИИРТ».
13. Патент № 2807614 Рос. Федерация, МПК G01S 7/36. Способ формирования весового коэффициента в условиях нестационарности помеховой обстановки: № 2022128263: заявл. 28.10.2022: опубл. 17.11.2023, Бюл. № 32 / В. В. Насонов, Е.С. Фитасов, **С.А. Козлов** [и др.]; заявитель ФГКВОУВО "Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны" МО РФ.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов от:

1. Бабанова Николая Юрьевича, доктора технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, доцента, заведующего кафедрой «Электроника и сети ЭВМ» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева».
2. Бобрешова Анатолия Михайловича, доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика, профессора, профессора-консультанта кафедры электроники физического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет».
3. Дорохова Сергея Петровича, кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения, начальника отдела №4

филиала АО «Корпорация «Комета» - «КБ «Квазар».

4. Лысякова Дениса Николаевича, кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика, начальника отдела АО «ФНПЦ «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники».
5. Родионова Александра Алексеевича, кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика, заведующего лабораторией ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова РАН».
6. Самойлова Александра Григорьевича, доктора технических наук по специальности 05.12.13 – Системы и устройства радиотехники и связи, профессора, профессора кафедры «Радиотехника и радиосистемы» ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Все отзывы **положительные**. В отзывах отмечается актуальность темы исследования, новизна полученных результатов и их значимость для науки и практики.

В отзывах на диссертацию и автореферат содержатся следующие замечания.

Замечания из отзыва ведущей организации.

1. Результаты экспериментальных исследований в диссертации приводятся для радиолокационной станции (РЛС) дециметрового диапазона длин волн. В работе не указано, чем обусловлен выбор именного 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…».

Замечания из отзыва официального оппонента Сидоркиной Ю.А.

1. В работе не рассмотрен случай обнаружения и распознавания сигналов со вторичной модуляцией от групповой воздушной цели, имеющий на практике большой интерес.

2. В названии диссертации говорится о временной обработке, однако в разделе 3.1 приводится пример пространственной обработки при обнаружения группового воздушного объекта.

3. Из диссертации не ясно, если ретранслятор будет иметь идентичную структуру приемо-

передатчика, как и в РЛС, будет ли наблюдаться различие в количественной мере степени когерентности сигналов на основе энтропии. Не означает ли это, что в этих условиях предложенный метод селекции будет неработоспособен?

Замечания из отзыва официального оппонента Фадеева Р.С.

1. Не дано подробное объяснение, почему от цели типа турбореактивный самолет не наблюдались отражения от вращающихся элементов, например, от лопаток компрессора турбины.

2. Считаю, что термин скоростная характеристика, показывающая зависимость коэффициента передачи сигнала от радиальной скорости движения цели, справедливо использовать только в 1 главе диссертации, где проводится анализ фильтров СДЦ. Применение данного термина для амплитудно-частотных спектров сигналов некорректно.

Замечания из отзыва на автореферат Бабанова Н.Ю.

1. Не раскрыто преимущество использование метода анализа собственных чисел выборочной корреляционной матрицы для оценки числа источников в отличии от известных (критерий Акаике, MDL);

2. Не указано, чем ограничено максимальное значение энтропии.

Замечания из отзыва на автореферат Бобрешова А.М.

1. Неясно, как оценивалась мощность собственного шума в натурных экспериментах при активной локации;

2. В разделе 1.3 не понятно, остается ли второй сигнал слабым после увеличения до уровня порядка 30 дБ с целью достижения сверхрелеевского разрешения с величиной $\Delta f = 0{,}1$.

Замечания из отзыва на автореферат Дорохова С.П.

1. Неясно, подразумевает ли представленный в разделе 1.2 двухэтапный способ межпериодной фильтрации «обеление» пассивной помехи.

2. Чем объясняется выбор в разделе 2.1 методов сверхразрешения MUSIC и ПОЛП. Почему не рассматривались другие методы сверхразрешения.

3. На рис. 6, 7 и 9 идет речь об амплитудно-частотном спектре, однако по оси Ох отложены скорости в [м/с].

4. При оценке выборочной корреляционной матрицы автором не приводятся соотношения между размерами матрицы и объемом выборки, из-за этого неясны характеристики обусловленности матрицы.

Замечания из отзыва на автореферат Лысякова Д.Н.

1. Не рассматривается случай получения равномерного спектра сигнала от протяжённой цели, а только для летательных аппаратов с винтами с низкой отражательной способностью;

2. Не раскрыт критерий оптимальности, по которому выбирается порог для определения границы между сигнальными и шумовыми собственными числами.

Замечания из отзыва на автореферат Родионова А.Г.

Несмотря на то, что автореферат создает представление о научной и практической значимости диссертации, в нем не хватает обзора других научных работ по данной тематике. Это затрудняет определение места представленных результатов в науке.

Замечания из отзыва на автореферат Самойлова А.Г.

1. В автореферате нет упоминания о российских и зарубежных ученых, внесших значимый вклад в развитие направления по теме диссертации.

2. В тексте автореферата условия проведения модельных и натурных экспериментов практически не описаны.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается значительным опытом выполнения ими научно-исследовательских работ по тематике диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований установлено следующее:

Экспериментально исследован проекционный метод квазиоптимальной межпериодной временной обработки когерентной пачки импульсов, позволяющий обеспечить обнаружение малоскоростных и малоразмерных воздушных объектов на фоне интенсивных отражений от местных предметов и подстилающей поверхности. Проведён анализ статистических характеристик разрешения и распознавания полезного сигнала при малых отношениях сигнал/шум при наличии одного мощного источника помехи на основе анализа собственных чисел выборочной корреляционной матрицы принимаемого сигнала и показана возможность разрешения количества слабых сигналов и распознавания их типа на фоне сильного детерминированного сигнала с частотными интервалами, меньшими релеевского интервала разрешения.

Предложен и экспериментально апробирован метод распознавания сигналов на основе анализа собственных чисел выборочной корреляционной матрицы обеспечивающий распознавание эхосигналов с вторичной модуляцией, обусловленной отражением от вращающихся винтов с малой отражательной способностью. Обоснована возможность применения методов сверхразрешения для выявления признаков вторичной модуляции при обнаружении летательных аппаратов с винтовым двигателем в случае малых ракурсных углов наблюдения.

Предложена, запатентована и экспериментально исследована система селекции имитирующих радиопомех на основе оценки энтропии распределения энергии сигнала по собственным числам выборочной корреляционной матрицы, обеспечивающая селекцию сигналов,

отраженных от летательных аппаратов с винтовым двигателем.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что получены новые информативные сигнальные признаки, учитывающие особенности в структуре принимаемых эхосигналов на основе корреляционного анализа при обнаружении малоскоростных малоразмерных объектов в условиях сложной сигнально-помеховой обстановки. Результаты диссертации вносят значимый вклад в развитие теории радиолокации, статистической радиофизики и методов временной обработки сигналов в современных радиотехнических системах мониторинга воздушного пространства.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработаны и внедрены новые технические решения для систем помехозащиты и систем распознавания малоразмерных малоскоростных воздушных объектов. Запатентованные технические решения могут быть использованы в разработке перспективных радиотехнических систем мониторинга воздушного пространства.

Оценка достоверности полученных результатов исследования основывается на использовании классических методов теории вероятностей, математической статистики, статистической радиофизики, статистической радиотехники, теории матриц и теоретической радиолокации.

Достоверность результатов обеспечена экспериментальной апробацией с использованием высокотехнологичной аппаратуры и подтверждена сопоставлением результатов математического моделирования с натурными испытаниями. Результаты апробированы на международных и всероссийских конференциях и публикациями в рецензируемых журналах и согласуются с современными данными отечественных и зарубежных источников.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке задач, проведении аналитических исследований и численного моделирования, проведении натурных экспериментов и обработки экспериментальных данных, обработке и анализе полученных результатов, подготовке публикаций в научных журналах.

В ходе защиты диссертации членами диссертационного совета критических замечаний высказано не было. Были заданы вопросы о соотношении частот зондирующего сигнала и эхосигнала вторичной модуляции, обусловленного вращением винтов; о характеристиках эхосигнала от малоразмерных объектов; о соотношении длины волны зондирующего сигнала и линейного размера объекта; о многоканальной схеме авторегрессионной спектральной оценки в устройстве распознавания; о величине потерь в обнаружении полезного сигнала от малоскоростного объекта при использовании проекционного метода доплеровской фильтрации; о принципе работы многоканальной схемы доплеровской фильтрации; об эффективности работы методов искусственного интеллекта для рассматриваемых задач.

Соискатель Козлов С.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и замечания и привел собственную аргументацию: дано пояснение о соотношениях и ограничениях между частотами зондирующего сигнала и эхосигнала вторичной модуляции от винтовых летательных аппаратов, указано граничное условие для термина «малоразмерный объект» по эффективной площади рассеяния; приведено соотношение между длиной волны и размерами объектов; дано пояснение о принципе работы многоканальной схемы авторегрессионной спектральной оценки; указана причина возникновения потерь в обнаружении полезного сигнала от малоскоростной цели; приведен критерий оптимальности для работы многоканальной схемы доплеровской фильтрации; указана возможность применения методов искусственного интеллекта в задачах адаптации к сложной сигнально-помеховой обстановке.

На заседании 04.03.2026 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития радиофизики, присудить Козлову С.А. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4. – Радиофизика.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек из них 8 докторов наук по специальности 1.3.4. – Радиофизика, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени — 17, против присуждения ученой степени — 0, недействительных бюллетеней — 0.

Председатель диссертационного совета — Гурбатов Сергей Николаевич

Ученый секретарь диссертационного совета — Клюев Алексей Викторович

04.03.2026