

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по научной работе и  
цифровому развитию д.ф.-м.н., доцент

 Кучерик А.О.  
«04.09.2025» 2025 г.

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» - (ВлГУ) на диссертационную работу Кудряшовой Ольги Евгеньевны «Методы селекции и разрешения радиолокационных сигналов на основе анализа собственных чисел корреляционной матрицы», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиофизика

**Актуальность темы диссертационного исследования.** Проблема защиты радиолокационных и радионавигационных систем от помех в настоящее время не является качественно решенной. Особенно это относится к сигналоподобным помехам. Данный вид помех приводит к наиболее серьезным нарушениям в работе радиолокационных систем из-за образования отметок от ложных объектов на индикаторах. Использование современных информационных технологий позволяет реализовать сложные сценарии ложной обстановки, которые существенно усложняют функционирование радиолокационных систем.

Одним из передовых подходов к селекции сигналоподобных помех в современных радиолокационных системах является метод, основанный на анализе когерентных свойств радиолокационных сигналов. В качестве основного показателя уровня когерентности в данном методе используется оценка энтропии распределения энергии сигнала по собственным значениям его корреляционной матрицы. Однако, несмотря на теоретическую обоснованность такого подхода, распределения статистик и характеристики обнаружения для этого метода не были определены. Основная сложность заключается в необходимости вычисления функций распределения для всех собственных чисел корреляционной матрицы, что требуется для формирования надежных статистических критериев. Поэтому тема диссертационной работы Кудряшовой О.Е., направленная на получение аналитического выражения для решающих статистик селекции сигналоподобных активных помех на основе оценки собственных чисел выборочной корреляционной матрицы, несомненно является актуальной.

**Краткий анализ содержания диссертации.** Диссертационная работа Кудряшовой О.Е. изложена на 113 страницах машинописного текста, включающего 45 рисунков. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы из 110 источников, в том числе 13 публикаций автора, среди которых 6 статей в журналах, входящих в рекомендованный список ВАК, из которых 5 статей опубликованы в журнале «Известия вузов. Радиофизика», включенном в международные базы WoS и Scopus.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы диссертационной работы, сформулирована ее цель и задачи, указаны основные положения, выносимые на защиту, отражены научная новизна и теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе на основании проведенного исследования статистические характеристики всех собственных чисел выборочной корреляционной матрицы



сигналов, поступающих с элементов фазированной антенной решётки, при произвольном числе внешних мощных источников сигналов получено аналитическое выражение для интегральных функций распределения всех собственных чисел выборочной корреляционной матрицы собственного шума элементов антенной решетки.

Во второй главе на основе проведенного анализа статистических характеристик селекции сигналоподобных активных помех получены зависимости вероятности правильной селекции от отношения сигнал/шум для различной длины выборки процесса. Представлены и исследованы зависимости вероятности правильной селекции от величины фазовых флуктуаций.

В третьей главе выполнен анализ статистических характеристик разрешения двух источников сигналов с плоскими волновыми фронтами при малых отношениях сигнал/шум на основе анализа собственных чисел и рассмотрены характеристики разрешения двух источников сигналов при различных углах прихода сигналов.

В заключение работы автором обобщены результаты проведенных исследований и сделаны выводы, которые показывают новизну полученных в работе аналитических выражений и зависимостей вероятности правильной селекции полезных сигналов и сигналоподобных помех, что полностью соответствуют поставленной в работе цели и намеченным задачам для ее реализации.

**Научная новизна работы** определяется достигнутыми при выполнении научного исследования результатами:

- впервые получено аналитическое выражение для интегральных функций распределения всех собственных чисел выборочной корреляционной матрицы;

- предложено и обосновано аналитическое выражение для решающих статистик селекции сигналов с фазовыми флуктуациями, основанное на оценке шумовых собственных чисел выборочной корреляционной матрицы.

- разработан метод селекции сигналоподобных активных помех на основе полученного аналитического выражения для решающих статистик селекции, обеспечивающий, в отличие от существующих методов, оптимальную селекцию помех при различных величинах фазовых флуктуаций принимаемых сигналов.

- предложен метод разрешения двух источников радиолокационных сигналов, принимаемых антенной решеткой, обеспечивающий, в отличие от известных методов, разрешение групповых радиолокационных целей при малых отношениях сигнал/шум.

**Оценивая теоретическую и практическую значимость** диссертационной работы Кудряшовой О.Е. можно отметить следующее:

- теоретическая значимость полученных диссертантом результатов обусловлена возможностью активного использования полученных аналитических выражений для широкого спектра научных задач при развитии теории радиолокации, теории радиосвязи, теории обработки сигналов в беспроводных коммуникационных системах.

- предложенные теоретические разработки перспективны для применения в процессе создания и оптимизации систем пространственно-временной обработки сигналов в современных радиолокационных комплексах.

- полученные решающие статистики селекции сигналоподобных помех могут быть использованы для защиты систем радиосвязи и радионавигации от имитирующих сигналоподобных помех.

В целом диссертация производит хорошее впечатление, апробация работы выполнена автором достаточно полно, так как представлена 13 публикациями в



известных технических журналах, в том числе 6 статьями в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и докладами на 7 конференциях различных уровней.

Аннотация полностью соответствует материалу диссертации и освещает достаточно подробно методику проведения исследования и достигнутые научные и практические результаты.

Соответствие научной специальности определяется хорошим совпадением направления диссертационной работы с пунктом 4 паспорта специальности 1.3.4 – Радиофизика.

**Достоверность и обоснованность положений и выводов** диссертации не вызывает сомнений, так как полученные результаты основаны на классических методах теории вероятностей, математической статистики, статистической радиотехники и теоретической радиолокации. Проведенные в работе исследования базируются на методах математического моделирования и полученные на основе математического моделирования результаты не противоречат современным научным представлениям.

#### **Замечания к работе:**

1. В работе не рассмотрено как будет влиять регуляризация вырожденной корреляционной матрицы при короткой выборке?
2. Исследование проведено для сигналов на фоне гауссовского шума, но в реальной ситуации к шумам добавляются помехи различного типа, а не только сигналоподобные.
3. Некоторые рисунки и их нелинейный характер, например 2.15 - 2.17, требуют более подробных пояснений.

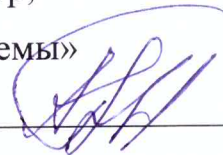
Нужно отметить, что приведенные замечания не снижают общей высокой оценки выполненных исследований и не ставят под сомнение достоверность полученных результатов и выносимых на защиту положений.

**Выводы.** Диссертационная работа «Методы селекции и разрешения радиолокационных сигналов на основе анализа собственных чисел корреляционной матрицы» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития радиофизики по направлению обработки радиолокационных сигналов и ее автор, Кудряшова Ольга Евгеньевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиофизика.

Отзыв обсужден и принят на совместном заседании кафедр «Радиотехника и радиосистемы» и «Общая и прикладная физика» университета, протокол № 23 от 5 марта 2025 г.,

**Отзыв составил:**

Доктор технических наук (05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций), профессор, профессор кафедры «Радиотехника и радиосистемы»  
5 марта 2025 г.



Самойлов А. Г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
Почтовый адрес: 600000, г. Владимир, ул. Горького, д. 87.  
Телефон: +7(4922) 53-25-75; +7 (4922) 47-96-06  
E-mail: oid@vlsu.ru

Подпись профессора Самойлова А.Г. заверяю

Ученый секретарь Ученого совета



Коннова Т.Г.