

«УТВЕРЖДАЮ»



Врио ректора ФГБОУ ВО «Поволжский
государственный технологический
университет», д.т.н., профессор

А.А. Роженцов

«11» марта 2025г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный технологический университет»
на диссертационную работу Леговцовой Елены Витальевны
«Исследование когерентности сигналов и помех в импульсных
радиолокационных системах», представленную на
соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по научной специальности 1.3.4. – Радиоп физика

Актуальность диссертационной работы

Диссертационная работа Леговцовой Елены Витальевны посвящена исследованию когерентности радиолокационных сигналов с флуктуациями параметров (амплитуды, частоты, фазы), активных шумовых и пассивных помех. Актуальность решаемой задачи продиктована тем, что при синтезе систем защиты от помех современных импульсных радиолокационных систем с внутренней когерентностью и для повышения помехозащищенности становится важной оценка когерентности радиолокационных сигналов и помех, поступающих на вход РЛС. В качестве количественной меры степени когерентности в работе

используется энтропия распределения энергии сигнала по собственным числам его выборочной корреляционной матрицы. В работах показано, что такую меру можно использовать для решения задач, в которых требуется анализ параметров сигналов при их распространении в среде или через различные радиотехнические системы (радиолокационные, радиофизические измерительные системы), а также в задачах исследования электромагнитной обстановки, в задачах обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств, в системах радионавигации и радиосвязи.

Анализ содержания диссертации

Диссертационная работа Леговцовой Елены Витальевны изложена на 134 страницах машинописного текста, включающего достаточное количество иллюстративного материала (67 рисунков). Структура диссертации классическая, содержит введение, четыре главы, заключение и список литературы, включающий 104 источника, в том числе публикации диссертанта — 25.

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 степени когерентности радиолокационных сигналов с флуктуациями параметров (амплитуды, частоты, фазы) на основе оценки энтропии в виде распределения энергии сигнала по собственным числам выборочной корреляционной матрицы.

Во **второй главе** проводится анализ степени когерентности активных шумовых помех в радиолокационных системах.

В **третьей главе** анализируется степень когерентности радиолокационных сигналов, отраженных от источников пассивных помех с различными спектральными характеристиками.

В **четвертой главе** проводится синтез методов пространственно-временной обработки радиолокационных сигналов с учетом когерентных свойств сигналов и помех.

В **заключении** приведены основные результаты диссертационной работы

Научная новизна проведенных исследований и полученных результатов

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Предложен новый метод оценки степени когерентности сигналов с флуктуациями параметров (амплитуды, частоты, фазы) на основе оценки энтропии в виде распределения энергии сигнала по собственным числам выборочной корреляционной матрицы. В отличие от существующих методов, оценка когерентности позволяет давать количественную характеристику процессов с различным уровнем и видом флуктуаций (амплитудных, фазовых, частотных).

2. Предложен новый метод оценки степени когерентности активных шумовых помех в импульсных радиолокационных системах на основе оценки энтропии в виде распределения энергии сигнала по собственным числам корреляционной матрицы, что в отличие от существующих методов позволяет придать спектральным свойствам (узкополосная, широкополосная) активных помех количественную оценку.

3. Предложен новый метод оценки степени когерентности пассивных помех в импульсных радиолокационных системах на основе оценки энтропии в виде распределения энергии сигнала по собственным числам корреляционной матрицы. Впервые обоснована возможность использования меры когерентности для качественной оценки максимальной подпомеховой видимости и максимального коэффициента подавления пассивной помехи.

4. Впервые обоснована возможность использования проекционного метода квазиоптимальной межпериодной временной обработки пачки импульсов на фоне пассивной помехи с заданными корреляционными свойствами для синтеза системы селекции движущихся целей импульсной РЛС с учетом степени когерентности принимаемого сигнала.

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

Обоснованность теоретических положений диссертационного исследования основывается на использовании классических методов теории вероятностей,

математической статистики, статистической радиофизики, статистической радиотехники, теории матриц и теоретической радиолокации. Также, проведенные в работе исследования базируются на методах математического моделирования.

Достоверность полученных результатов подтверждена сопоставлением с результатами математического моделирования и с натурными испытаниями. Результаты согласуются с современными научными представлениями и данными, полученными при обзоре отечественных и зарубежных источников.

Апробация работы

Основные положения диссертации неоднократно докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях, включая международные.

По теме диссертации автором опубликовано 25 работ: 8 статей в изданиях, рекомендованных ВАК (из них 6 по специальности 1.3.4 - Радиофизика; 5 статей в ведущих изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science, Scopus); 2 патента РФ на изобретение; 1 статья в региональном научном издании; 4 статьи и тезиса докладов в сборниках трудов международных научных конференций, есть авторская работа.

Оценка научной и практической значимости диссертации

Работа обладает научной и практической значимостью.

Теоретическая значимость работы. Теоретически обосновано использование энтропии распределения энергии сигнала по собственным числам выборочной корреляционной матрицы для количественной оценки степени когерентности сигналов с фазо-частотными флуктуациями. Это позволяет использовать оценку степени когерентности 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 задачах исследования электромагнитной обстановки, в задачах обеспечения электромагнитной

совместимости радиоэлектронных средств, в системах радионавигации и радиосвязи.

Практическая значимость работы. Предложенные методики оценки степени когерентности сигналов и помех могут быть использованы при проектировании систем пространственно-временной обработки сигналов современных радиолокационных систем.

1. Запатентованный способ селекции движущихся целей позволил обеспечить характеристики обнаружения воздушных объектов на фоне пассивных помех в радиолокационных станциях L-диапазона.

2. Запатентованный способ формирования весового коэффициента автокомпенсатора позволил компенсировать активную шумовую помеху при работе в условиях нестационарной помеховой обстановки, связанной со сканированием диаграммы направленности антенны РЛС, или перемещения в пространстве помехопостановщика за период обзора.

Замечания по диссертации

При общей положительной оценке результатов диссертационного исследования следует обратить внимание на ряд замечаний.

Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы

1. При анализе вопросов оценки степени когерентности радиолокационных сигналов с флуктуациями параметров (амплитуды, частоты, фазы), следовало бы более подробно раскрыть применимость различных методов и подходов для ряда решаемых задач.
2. В диссертационном исследовании следовало бы рассмотреть ограничения и область применения разработанных методов оценки степени когерентности.
3. В работе не четко сформулированы достоинства и недостатки предложенной меры для оценки когерентных свойств сигналов по сравнению с известными методами, не рассмотрено влияние когерентности на коэффициент подавления активных помех.

4. Работа выиграла, если бы были включены и рассмотрены вопросы взаимодействия разработанных методов при эксплуатации радиолокационных систем в рамках обеспечения помехозащищенности.
5. По тексту диссертации имеются неточности, например, на стр. 20, 24: «Рассматриваются два случая для гауссовых флуктуаций с ограниченной дисперсией: амплитуды, частоты и фазы.», по факту рассматриваются три случая.
6. В заключении на стр. 120 дублируется фраза: «Результаты численного моделирования когерентности сигналов с фазовыми и частотными флуктуациями показали...».

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 Леговцовой Елены Витальевны «Исследование когерентности сигналов и помех в импульсных радиолокационных системах» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научном уровне и вносящую значимый вклад в развитие радиофизики.

Содержание работы соответствует отрасли физико-математические науки, специальности 1.3.4 – Радиофизика, а именно п.4 «Разработка новых методов и создание новых приборов для анализа флуктуаций, шумов, случайных процессов и полей в сосредоточенных и распределённых стохастических системах (статистическая радиофизика). Создание новых методов и приборов для анализа и статистической обработки сигналов в условиях помех». Работа соответствует критериям, установленным требованиями пп. 11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 (ред. от 25.01.2024 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор — Леговцова Елена Витальевна

Отзыв о диссертационной работе и автореферат обсужден на заседании кафедры радиотехники и связи «10» марта 2025 г., протокол № 16.

Зав. кафедрой
радиотехники и связи
ФГБОУ ВО «Поволжский
государственный
технологический
университет»,
д.ф.-м.н. (05.12.04 –
Радиотехника, в том
числе системы и
устройства
радионавигации,
радиолокации и
телевидения), профессор





ЗАВЕРЯЮ
Начальник отдела
по работе с персоналом
ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7

Шарафутдинова Э.Р.
10.03.2025г.

Веб-сайт: <https://www.volgatech.net/>