

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Самойлова Сергея Александровича на диссертационную работу Чуманкина Юрия Евгеньевича «Методы повышения точностных характеристик пассивных систем моноимпульсной пеленгации в условиях неопределённости параметров антенных систем», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиофизика

Актуальность темы исследования

В диссертационной работе Чуманкина Ю.Е. рассматриваются методы и алгоритмы оценивания пеленга источника радиоизлучения. Разработанные в диссертации алгоритмы предназначены для использования в спутниковых системах связи, где в пассивном режиме с использованием космического сегмента выполняется пеленгация источников радиоизлучения. В силу использования космического сегмента, к рассматриваемым алгоритмам предъявляются повышенные требования по устойчивости к влиянию значительного уровня шумов и точности, а также быстродействию. В диссертационной работе рассматривается пеленгация с использованием одного космического аппарата, оснащённого многолучевой антенной системой. Особое внимание в диссертационной работе уделено высокоэффективному с точки зрения быстродействия учёту факторов, вносящих существенный вклад в погрешность пеленгации, таких как: деформация антенной системы, наличие статистически редких и нехарактерных результатов пеленгации, с аномально большими ошибками. В процессе разработки новых перспективных спутниковых систем связи возникает множество задач, в том числе, и синхронизация восходящей линии связи, для чего необходимо знать местоположение абонента. В современных условиях не всегда возможно выполнить определение местоположения с использованием глобальных систем спутниковой навигации. В связи с чем,

выбранная тема исследования и поставленные цели и задачи диссертационной работы представляются актуальными.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность положений, выносимых на защиту, обусловлена использованием математически обоснованных методов статистической радиофизики и теории цифровой обработки сигналов. Обоснованность подтверждается результатами проведенного компьютерного имитационного моделирования и согласованностью с классическими подходами и результатами других авторов.

Основные результаты диссертации опубликованы в трёх научных статьях в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК для публикации материалов диссертационных исследований, материалах международных и всероссийских научно-технических конференций по специальности 1.3.4 – радиофизика.

Научная новизна и достоверность

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

- для повышения точности в предложенном алгоритме используется оригинальная методика учёта деформации рефлектора антенны. С использованием модели смещённого и повёрнутого параболоида выполняется оценка смещения максимумов диаграммы направленности. Смещение главного максимума диаграммы направленности описывается квадратичной формой параметров этого параболоида. Немногочисленность используемых математических вычислений обеспечивает высокую вычислительную эффективность методики;

- в отличие от классических методов, где шум считается исключённым, новый оригинальный алгоритм включает оценку и явный учёт ненулевого среднего значения амплитуды шумовой составляющей, как наиболее важного фактора, влияющего на точность пеленгации, при решении пеленгационных уравнений. Также, отличительной чертой работы является то, что для решения уравнений применен оптимизационный подход с использованием неклассических функций рассогласования.
- для повышения средней точности определения пеленга реализован механизм исключения из рассмотрения входных данных на этапе до решения задачи пеленгации, по которым не удастся достичь необходимой точности пеленгации. Показано, что использование дополнительной априорной информации и энтропии амплитуд сигналов снижает вероятность ошибочного исключения из рассмотрения полезных данных.

Применение комплекса предложенных методов позволяет существенно повысить точность пеленгации и вычислительную эффективность. Результаты, полученные в диссертации, не противоречат результатам, полученным другими исследователями, и подтверждаются вычислительными экспериментами.

Содержание диссертации

Диссертационная работа Чуманкина Ю.Е. состоит из введения, трех глав, заключения, и списка литературы.

Первая глава посвящена анализу существующих подходов к расчету диаграмм направленности (ДН) рефлекторных антенн и разработке оригинального метода оценки смещения главных максимумов с привлечением информации о деформации рефлектора антенны. Проведен

обзор методов вычисления и уточнения ДН, выявлены ограничения, препятствующие их использованию в рамках рассматриваемой задачи. В первой главе излагается авторская методика уточнения положения главного максимума ДН. Её основу составляет гипотеза о незначительном изменении профиля ДН лучей при малых деформациях антенны на фоне существенного смещения их главных максимумов. В главе приведены результаты численного моделирования, демонстрирующие эффективность предложенной методики с точки зрения повышения точности пеленгации. Исследование выполнено для параболической офсетной антенны (рефлектор представляет собой несимметричную вырезку из параболоида), с фиксированными параметрами.

Вторая глава диссертации содержит анализ подходов к решению задачи пеленгации, а также представляет оригинальный алгоритм, учитывающий наличие систематической составляющей в рэлеевском шуме. Разработанный алгоритм пеленгации основан на оптимизационной постановке задачи. Его отличительной чертой является учет ненулевого математического ожидания погрешности амплитуд сигналов, для чего в систему пеленгационных уравнений введен дополнительный параметр ν_0 . Решение системы осуществляется с привлечением неклассических функций рассогласования. В главе представлено сравнительное исследование точности предложенного алгоритма с различными функциями рассогласования: суммарно-разностным квадратичным, косинусным и расстоянием Кульбака-Лейблера. Для косинусного рассогласования получена аналитическая оценка оптимального значения параметра ν_0 , что позволило сократить количество неизвестных и упростить вычислительную процедуру.

В третьей главе решается задача разработки и верификации алгоритма для идентификации входных данных, которые заведомо не позволяют

достичь требуемой точности пеленгации (так называемых выбросов). Глава содержит анализ свойств алгоритмов пеленгации, в частности их склонности к возникновению выбросов. На основе анализа известных методов детектирования выявлены специфические проблемы, ограничивающие применимость этих методов в контексте задачи пеленгации. Далее представлен оригинальный алгоритм обнаружения выбросов, основанный на привлечении дополнительной априорной информации. Алгоритм использует в качестве входного параметра значение энтропии амплитуд сигналов, а его решающее правило реализовано с помощью искусственной нейронной сети, аппроксимирующей «параметр доверия». Данный подход позволяет исключить из обработки заведомо ошибочные измерения, что ведёт к снижению средней погрешности определения пеленга.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации и следующие из них выводы.

Замечания

По диссертационной работе могут быть сделаны следующие замечания:

1. В первой главе диссертации в качестве модели деформации в расчётах использована модель, которая предполагает, что деформированное полотно рефлектора имеет форму идеального параболоида, смещённого и повернутого относительно расчётного. В тоже время в главе не приводится подробное описание условий применимости рассмотренной модели.

2. Во второй главе диссертации выполнен анализ точности предложенных методов пеленгации. Тем не менее, следует ожидать, что предложенные методы будут показывать различную эффективность для

различных типов сигналов. В диссертационной работе, в качестве исходных данных для пеленгации использованы амплитуды сигналов, но не указаны типы сигналов, для которых применимы предложенные методы.

3. Несмотря на большой объем модельных экспериментальных исследований с применением численных методов, желательно было бы провести и натурные эксперименты.

4. В заключении, при перечислении результатов работы, не указан выигрыш в численном виде.

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки представленной работы.

Заключение

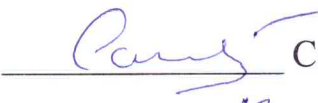
Диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне. Решены актуальные задачи радиофизики в области определения пеленга источника радиоизлучения и уточнения, используемой при этом диаграммы направленности. Основные положения работы опубликованы в журналах «Известия вузов. Радиофизика» и «Журнал радиоэлектроники», входящих в перечень ВАК. Тематика работы является актуальной, показана возможность практического применения полученных результатов в перспективных спутниковых системах связи. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Представленная диссертация «Методы повышения точностных характеристик пассивных систем моноимпульсной пеленгации в условиях неопределённости параметров антенных систем» является законченной научно-квалификационной работой, полностью соответствует требованиям пп. 9 – 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №

842 от 24.09.2013 г. (ред. от 16.10.2024 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Чуманкин Юрий Евгеньевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – радиофизика.

Официальный оппонент

Самойлов Сергей Александрович,
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры
«Радиотехники и радиосистем» ФГБОУ ВО
«Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича
Столетовых», специальность 05.13.01 (2.3.1– Системный
анализ, управление и обработка информации, статистика)

 Самойлов С.А.
«18» ноября 2025 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
600000, г. Владимир, ул. Горького, 87
Тел.: +7 (4922) 47-96-06 E-mail: samoylow@rambler.ru

Подпись к.т.н., доцента С.А. Самойлова заверяю
Ученый секретарь Ученого совета ФГБОУ ВО
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая



Коннова Т.Г.