

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной
и инновационной деятельности
Санкт-Петербургского государственного
электротехнического университета
имени В.И. Ульянова



д.т.н. Семёнов А.А.

«ноября» 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации
на диссертацию и автореферат Ву Ба Хунга

«Способы и алгоритмы разрешения и оценивания параметров
нескольких сигналов в радиосистемах», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.2.13. «Радиотехника, в том числе системы и
устройства телевидения»

Актуальность темы диссертации для науки и практики

На сегодняшний день радиотехнические комплексы наземного и водного базирования, предназначенные для обнаружения наземных, надводных, подводных и воздушных объектов, успешно применяются для получения круглосуточно информации, необходимой для радиоконтроля территорий. Радиотехнические средства обнаружения сигналов продолжают развиваться как в интересах теории обработки сигналов, так и для практического применения. В этом смысле работа Ву Б.Х., направленная на разработку новых способов и алгоритмов частотно-временной обработки сигналов в одной приемопередающей станции и в комплексе приемников, является актуальной.

Содержание диссертации

Диссертация Ву Б.Х. состоит из введения, четырех глав, заключения, трех приложений и списка литературы. В целом по диссертации можно отметить, что в работе исследуется потенциальная возможность повышения разрешения сигналов отражения от нескольких движущихся источников

различной физической природы при обработке сигналов в полуактивной системе приемников. В качестве критерия повышения разрешения сигналов используется вероятность обнаружения всех сигналов. Из модели сигналов первой главы следует, что для подвижных источников различие сигналов проявляется как во времени задержки сигналов, так и по частоте. Выбирается направление частотно-временной обработки сигналов в одной приемопередающей станции и в системе приемников.

Во второй главе, как прототип, рассматривается способ обработки сигналов в спектре доплеровских частот. Для улучшения результатов прототипа предлагается способ частотно-временной обработки сигналов. При этом последовательность временных отсчетов принятой смеси сигналов подвергается операциям фильтрации с обнаружением моментов времени появления каждого сигнала и оцениванием частоты и фазы, причем очередной сигнал выделяется вычитанием из сглаженной смеси сигналов экстраполированных оценок сигналов, обнаруженных ранее. Обработка во временной и частотной областях ведется параллельно, результаты обработки объединяются, и выдаются оценки числа сигналов и их параметров.

Для исследования потенциальной возможности улучшения результатов второй главы в третьей главе предлагается способ частотно-временной обработки сигналов в системе приемников, состоящей из приемопередающей станции и двух вспомогательных приемников. Приемники взаимно ориентированы так, чтобы векторы скорости движущихся источников по-разному проецировались на плоскости, образованные линиями визирования приемников и линией визирования передатчика. В приемниках на основе оценок параметров сигналов находятся орты направляющих векторов на источники. Среди вариантов комбинаций ортов выбираются лучшие варианты, отвечающие критерию сопряжения векторов. При этом оцениваются дальности до источников и координаты вектора скорости каждого из них за время периода наблюдения.

По результатам моделирования второй и третьей глав показано, что за счет частотно-временной обработки в системе приемников потенциально можно повысить вероятность обнаружения всех сигналов с 0,86 до 0,96 (по результатам моделирования трех сигналов) в сравнении с частотно-временной обработкой в одной приемопередающей станции, а также определить параметры и динамические свойства источников.

В четвертой главе рассмотрены некоторые аспекты технической реализации предложенных способов и алгоритмов.

В заключении отмечены основные результаты диссертации, в том числе выносимые на защиту. В приложениях содержатся титульные листы патентов, акты внедрения и блок-схемы алгоритмов. Список литературы включает в себя как российские, так и зарубежные работы по теме диссертации.

Научная новизна результатов диссертации

Автором диссертации получен ряд новых научных результатов. В работе предложен новый способ разрешения нескольких сигналов – выделения отдельных сигналов из смеси сигналов во временной области и оценивания их параметров в соединении с результатами обработки в частотной области. Это позволило повысить эффективность работы радиопередающей станции, а именно: увеличить вероятность обнаружения всех сигналов. Предложен новый способ разрешения нескольких сигналов в полуактивной системе приемников, что принципиально дает возможность дополнительно повысить вероятность обнаружения всех сигналов.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации заключается в разработке способов, которые позволяют обеспечить эффективную работу радиотехнического комплекса в интересах получения данных о пространственном положении источников сигналов и их векторов скорости. На основе предложенных в диссертации подходов создано методическое обеспечение, используемое в учебном процессе ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина». Предложенные в работе способы используются в исследованиях и разработках ООО «Технология и торговля МЕГАЛАЙН» при создании систем охранного наблюдения в зонах промышленного кластера (г. Ханой, Вьетнам).

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы уже получили внедрение в практическую деятельность в ООО «Технология и торговля МЕГАЛАЙН» (г. Ханой, Вьетнам) и учебную деятельность Рязанского государственного радиотехнического университета. Считаю целесообразным продолжить дальнейшую работу над развитием возможностей по обработке сигналов в радиосистемах в интересах задач обнаружения и сопровождения объектов,

создания новых и эффективных структур пространственного взаимодействия приемников и передатчиков. Основные результаты диссертации также могут быть использованы в разработках систем радиоконтроля в НИИ «Прогноз» СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Достоверность и обоснованность результатов диссертации определяется представленными в работе оценками их эффективности и применимости, подтверждается экспериментальными исследованиями и практическим внедрением.

Замечания по диссертационной работе

1. В первой главе диссертации сформулирована цель работы как повышение эффективности радиосистем при разрешении и оценивании параметров нескольких сигналов от источников. Однако изначально отсутствует определение разрешения сигналов по времени и частоте, не указана числовая мера разрешения. Во второй главе автор ограничился рисунками 2.6, 2.7 (с. 32 – 34), иллюстрирующими разрешение по частоте при фиксированной задержке сигналов во времени. Разрешение по доплеровской частоте определяется только в третьей главе (с. 63), где в п. 3.2 показан принцип повышения разрешения по частоте, но без связи с точностью оценок параметров сигналов.

2. В качестве оценки разрешения сигналов принимается оценка вероятности обнаружения всех сигналов, которая понимается как правильное определение числа сигналов при условии попадания оценок параметров в доверительный интервал (первая глава на с. 19, вторая глава на с. 56). Возникает вопрос о связи разрешения по времени и частоте с точностью оценок параметров сигналов и, как следствие, вероятностью обнаружения. Опираясь на понятие доверительного интервала, автор работы обходит вопрос, связанный с вероятностями ошибок 1-го и 2-го рода при обнаружении.

3. В положениях, выносимых на защиту, не говорится о временных характеристиках работы алгоритмов. Но в первой главе (с. 4 и с.10), во второй главе (с. 23 и с. 45) и третьей главе (с. 61), указывается, что задача нахождения числа источников и их угловых координат (надо понимать – сигналов) решается на периоде наблюдения и обработки сигналов. Под периодом наблюдения там понимается время нахождения источников сигналов на заданном промежутке дальности (первая глава, с. 4). Следовательно, задача разрешения сигналов (обнаружения источников

сигналов) решается как задача первичной обработки в одном элементе дальности. Для алгоритмов первичной обработки (и не только первичной) принята временная диаграмма работы алгоритмов на периоде обработки. На периоде обработки сигналов предусматривается обнаружение момента времени прихода переотраженных сигналов от местности, о которых в работе не упоминается.

4. Некоторые разделы диссертации не включены в положения, выносимые на защиту. С одной стороны, это свидетельствует о многогранности подходов к решению поставленной задачи, но с другой – о их незавершенности (отсутствия моделирования) и загруженности работы. Это касается п. 2.6 (обработка сигналов во временной области с ограничением на амплитуды и число сигналов), п. 3.8 (обнаружение источников сигналов на полусфере системой пар приемников), п. 4.1 (принцип синхронизации работы приемников), п. 4.3 (совместная обработка радиостанции с радиометром).

5. Подробно рассмотрен вопрос учета сферичности фронта волны (п.2.1 на с. 25 – 27) и показаны результаты исследования (п. 2.7 на с. 53 – 55), однако при этом сферичность не учтена в рабочих алгоритмах. Проведено исследование влияние параметров антенной решетки на точность оценок (табл. 2.1, 2.2, рис. 2.11, 2.12), но без связи с параметрами, выбранными для дальнейших исследований. Рассмотрено применение результатов п. 3.4 (нахождение векторов скорости) в медицинских исследованиях, но не получен акт о внедрении.

6. Возникает вопрос к технической стороне работы: как предложенные способы и алгоритмы можно адаптировать к параметрам реальных систем или обозначить условия применимости алгоритмов в конкретной среде распространения волн. Желательно было указать направление дальнейших исследований. Имеются некоторые замечания по тексту.

Общая оценка работы

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не меняют общую положительную оценку диссертации. Работа Ву Б. Х. выполнена на высоком научно-техническом уровне и написана научным языком. Содержание диссертации достаточно полно представляет научные исследования и практические разработки, проведенные автором. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и отражает основные результаты исследований. Результаты диссертационной работы

докладывались и обсуждались на 4 международных и 5 всероссийских научно-технических конференциях и были достаточно полно представлены в различных научных изданиях, в том числе 5 статей опубликованы в журналах, входящих в перечень ВАК. По результатам работы получены 6 патентов на способы и 1 свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Таким образом, диссертация Ву Б. Х. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной научно-технической задачи разработки способов и алгоритмов для повышения эффективности работы радиосистемы при получении и обработке радиосигналов от нескольких источников. Предложенные в работе решения позволяют расширить возможности использования радиосистем в интересах радиоконтроля и мониторинга источников сигналов.

По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований и практической значимости представленная работа отвечает требованиям п. 9 "Положения о порядке присуждения ученых степеней" ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Ву Ба Хунг заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Доклад по диссертационной работе заслушан, диссертация и отзыв ведущей организации на диссертацию обсуждены и одобрены на научном семинаре Научно-исследовательского института систем прогнозирования и мониторинга чрезвычайных ситуаций (НИИ «Прогноз») СПбГЭТУ «ЛЭТИ» 8 ноября. 2024.

Ул. Профессора Попова, д. 5, Санкт-Петербург, 197022, тел. (812) 234-46-51

Директор НИИ «Прогноз»,
кандидат технических наук

Веремьев Владимир Иванович

Подпись Веремьева В.И. удостоверяю



ЗАВЕРЯЮ:
М. В. СОКОЛОВА
2024

С отзывом ознакомлен 25.11.2024

[Handwritten signature]