

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента
Гаврилова Константина Юрьевича на диссертационную работу Нгуен Ван Дыка
«Алгоритмы оценки параметров сигнала разностной частоты ЧМ дальномера при
наличии помех», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том
числе системы и устройства телевидения»

Актуальность работы и ее соответствие специальности

Несмотря на наличие разнообразных методов обработки сигналов на выходе смесителя дальномеров с частотной модуляцией (ЧМ дальномеров), задача разработки и исследования новых алгоритмов, обладающих повышенной устойчивостью к воздействию помех, остается актуальной. Особую значимость представляет снижение погрешности измерения расстояния, вызванной мешающими отражениями, которые возникают вследствие многократных переотражений сигнала или наличия посторонних объектов в зоне измерения. Диссертационная работа Нгуен Ван Дыка направлена на решение этой задачи, в работе предложены алгоритмы оценки параметров сигнала разностной частоты, позволяющие повысить точность и устойчивость измерений в условиях сложной помеховой обстановки. В связи с этим можно утверждать, что данная работа актуальна и востребована на практике.

Диссертация соответствует требованиям паспорта специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» (пункты 3, 5, 6).

Содержание диссертационной работы

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, приложений и списка литературы.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, анализируется степень проработанности проблемы, формулируются цель и задачи исследования, а также научная новизна, практическая значимость, методология и методы исследования. Приводится информация о личном участии автора, апробации результатов, публикациях, структуре и объеме диссертации.

Первая глава посвящена анализу принципа действия ЧМ дальномера, модели сигнала разностной частоты (СРЧ) и рассмотрению существующих алгоритмов его обработки:

– описаны модели сигналов при наличии помех в виде белого шума и мешающих отражений (МО) с учетом влияния паразитной амплитудной модуляции;

- проведен анализ алгоритмов оценки частоты СРЧ, основанных на поиске максимальной спектральной составляющей, средневзвешенной оценке и использовании поправочных коэффициентов;
- исследованы алгоритмы оценки фазовой характеристики дальногомера и их чувствительность к наличию помех.

Вторая глава содержит описание особенностей логарифма функции отношения правдоподобия (ЛФОП) и алгоритм оценки фазовой характеристики ЧМ дальногомера на основе ЛФОП. Получены математические выражения, позволяющие рассчитать смещения, дисперсии и коэффициенты корреляции как отдельных, так и совместных оценок параметров радиосигнала, представленного короткой выборкой и принимаемого на фоне белого шума. Установлена аналитическая связь между оценками параметров сигнала разностной частоты и такими характеристиками дальногомера, как несущая частота, диапазон ее перестройки и время модуляции при измерении малых расстояний.

В третьей главе рассматриваются алгоритмы повышения устойчивости к мешающим отражениям, которые значительно снижают точность измерений.

Проведен анализ влияния мешающих факторов (наличия нескольких МО, паразитной амплитудной модуляции, шума) на эффективность алгоритма оценки частоты СРЧ, основанного на варьировании несущей частоты передатчика.

Разработан и исследован алгоритм оценки разностной частоты, основанный на варьировании начальной фазы сигнала.

Исследован алгоритм оценки фазовой характеристики ЧМ дальногомера на основе ЛФОП СРЧ при наличии мешающего отражения.

Предложен алгоритм оценки разностной частоты, основанный на комбинации алгоритма компенсации помехи и слеящего алгоритма, предусматривающий оценку параметров помехи (амплитуды, фазы, расстояния до мешающего отражателя) и позволяющий проводить измерения при отношении сигнал-помеха меньше единицы.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальной проверки разработанных алгоритмов оценки разностной частоты и фазовой характеристики на серийных образцах ЧМ дальногомера. Показано, что применение разработанных в диссертации алгоритмов позволяет снизить погрешность измерений, обусловленную влиянием мешающих отражений, в 2...3 раза.

В заключении представлены основные научные и практические результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы.

Научная новизна

Научная новизна диссертации заключается в разработке и исследовании алгоритмов оценки разностной частоты и фазовой характеристики ЧМ дальномера, использующих функцию правдоподобия сигнала разностной частоты и позволяющих существенно уменьшить погрешность измерения расстояния, обусловленную влиянием мешающих отражений.

Получены математические выражения, позволяющие определить статистические характеристики совместных и отдельных оценок параметров сигнала разностной частоты при измерении малых расстояний.

Предложен алгоритм оценки разностной частоты, основанный на варьировании начальной фазы сигнала, снимаемого с выхода смесителя ЧМ дальномера и основанный на минимизации взаимной энергии полезного сигнала и помехи.

Значимость научных результатов, полученных автором диссертации

Значимость полученных в диссертации научных результатов заключается в разработке алгоритмов оценки разностной частоты и фазовой характеристики ЧМ дальномера, позволяющих существенно уменьшить погрешность измерения расстояний из-за влияния мешающего отражения при отношении сигнал-помеха как больше, так и меньше единицы. Реализация разработанных алгоритмов способствует расширению области применения ЧМ дальномеров, а сами алгоритмы могут быть использованы при создании новых образцов ЧМ дальномеров, что подтверждается актом внедрения.

Достоверность и обоснованность результатов диссертации

Достоверность проведенных исследований обусловлена применением адекватных математических моделей, корректным использованием математического аппарата, подтверждением теоретических результатов посредством имитационного моделирования, а также совпадением ряда частных выводов с данными, полученными как другими авторами, так и в результате экспериментальных исследований.

Разработанные автором алгоритмы внедрены на ООО предприятие «КОНТАКТ-1», что говорит о высоком практическом значении результатов диссертации.

Апробация результатов работы и публикации

Диссертационная работа Нгуен Ван Дыка прошла достаточную апробацию, основные теоретические и практические результаты диссертации опубликованы в 16 работах, из которых: 3 – статьи в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК, 13 – публикации в сборниках всероссийских и Международных конференций.

Замечания по диссертации

1. Не указаны границы применимости предложенных алгоритмов, в частности, не ясно при каких значениях отношения сигнал-помеха или сигнал-шум рассматриваемые алгоритмы теряют эффективность?

2. Не указаны вычислительные ресурсы, необходимые для реализации предложенных алгоритмов (время расчета, объем памяти, аппаратные затраты).

3. Основные исследования проводились при наличии одного мешающего отражения, тогда как на практике таких отражений может быть несколько. Как в этом случае будут работать предложенные алгоритмы – не ясно.

4. В реальных системах могут присутствовать нелинейность модуляционной характеристики передатчика, паразитная частотная модуляция и другие факторы, влияющие на точность измерений. Эти факторы упомянуты, однако количественные оценки их влияния на точность измерения расстояния в диссертации отсутствуют.

5. Хотя автор рассматривает применение весовых функций (например, окно Блэкмана) для снижения влияния мешающих отражений, нет обоснования выбора конкретных весовых функций. Также не проведено сравнение эффективности различных весовых окон – Хэмминга, Ханна, Кайзера и др.

Заключение

Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают ценность полученных в диссертации результатов.

Диссертационная работа Нгуен Ван Дык является завершенной научно-квалификационной работой по специальности 2.2.13, в которой решена задача разработки и исследования алгоритмов, позволяющих повысить устойчивость ЧМ дальномера к помехе.

С учетом вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Нгуен Ван Дыка соответствует требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Нгуен Ван Дык, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Официальный оппонент
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры «Радиолокация, радионавигация
и бортовое радиоэлектронное оборудование»
Московского авиационного института (национального исследовательского
университета)  Гаврилов Константин Юрьевич

Дата « 21 » 07 2025 г.

Подпись д.т.н., доцента Гаврилова К.Ю. удостоверяю

Директор дирекции института № 4 «Радиоэлектроника,
инфокоммуникации и информационная безопасность»
Московского авиационного института (национального
исследовательского университета)  Кирдяшкин Владимир Владимирович
кандидат технических наук

21.07.2025

Гаврилов Константин Юрьевич, доктор технических наук, доцент, профессор
кафедры 410 «Радиолокация, радионавигация и бортовое радиоэлектронное
оборудование» Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»

Адрес электронной почты: kongav3461@mail.ru

Телефон: +7-910-412-0741

Рабочий адрес: 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4.

www.mai.ru

Адрес электронной почты: mai@mai.ru

Телефон: +7-499-158-92-09

С отзывом ознакомлен

25.08.2025

5

