

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Глушанкова Евгения Ивановича на диссертационную работу Нгуен Ван Дыка «Алгоритмы оценки параметров сигнала разностной частоты ЧМ дальномера при наличии помех», представленную на соискание кандидата технических наук по специальности 2.2.13. «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

Актуальность темы исследования. Измерение малых расстояний с высокой точностью является важной задачей в различных областях промышленности. В качестве примера можно привести контроль за уровнем заполнения резервуаров и измерение расстояния до различного оборудования в производственных зонах. Для этих целей широко применяются дальномеры с частотной модуляцией (ЧМдальномеры), в которых расстояние определяется по частоте сигнала разностной частоты (СРЧ). Однако на практике измерения часто проводятся в условиях воздействия помех, таких как мешающие отражения (МО), паразитная амплитудная модуляция (ПАМ) и изменения параметров окружающей среды. Особенно значительное влияние на точность оценки частоты СРЧ оказывают МО, которые могут привести к существенным ошибкам измерений. Существующие алгоритмы борьбы с такими помехами имеют ограничения по устойчивости и точности, что обуславливает необходимость разработки новых, более эффективных методов обработки сигнала. Поэтому диссертационная работа Нгуен Ван Дык, посвященная решению задачи разработки алгоритмов, повышающих устойчивость ЧМдальномеров к помехам, является актуальной.

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

Во введении автор обосновал актуальность темы исследования, представил оценку уровня её проработанности в отечественной литературе, а также сформулировал цель и задачи диссертационного исследования. Раскрыта научная новизна полученных результатов, указан личный вклад автора в разработке алгоритмов оценки параметров сигнала разностной частоты ЧМдальномеров.

Первая глава начинается с краткого изложения принципа работы ЧМ дальномера. Даются основные соотношения между параметрами СРЧ. Автор привел модель СРЧ при наличии мешающих факторов, в том числе ПАМ и МО. Автор привел анализ известных алгоритмов оценки разностной частоты как при отношении сигнал-помеха больше единицы, так и меньше. Приведен алгоритм оценки фазовой характеристики ЧМ дальномера при наличии МО.

Вторая глава посвящена разработке и исследованию алгоритма оценки фазовой характеристики ЧМ дальногомера, основанного на использовании логарифма функции отношения правдоподобия (ЛФОР). Получены аналитические соотношения, позволяющие рассчитать дисперсии и коэффициенты корреляции отдельных и совместных оценок радиосигнала, представленного короткой реализацией. Полученные формулы подтверждаются результатами статистического моделирования. Автор получил соотношения, определяющие взаимосвязь между параметрами ЧМ дальногомера и сигнала разностной частоты при измерении малых расстояний.

В третьей главе проведено исследование алгоритма оценки фазовой характеристики ЧМ дальногомера при наличии мешающего отражения. Предложен алгоритм оценки разностной частоты, основанный на комбинации следающего алгоритма и компенсации помехи, позволяющий производить измерения при отношении сигнал-помеха меньше единицы. Предложен интересный алгоритм оценки разностной частоты, основанный на минимизации взаимной энергии полезного сигнала и помехи. Автором проведено имитационное моделирование и показано, что предложенные алгоритмы снижают погрешность измерения расстояния в 2-5 раз в зависимости от условий.

Четвертая глава посвящена экспериментальным исследованиям, проведенным с использованием серийных образцов ЧМ дальномеров БАРС 351 и 352. Приведены результаты натурных испытаний, подтверждающие эффективность предложенных алгоритмов в реальных условиях. Показано, что использование разработанных методов позволяет значительно повысить точность измерения.

В заключении приведены основные результаты исследования.

В приложениях приведен акт о внедрении и копии дипломов за лучшие выступления на конференциях.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Разработан алгоритм оценки фазовой характеристики ЧМ дальногомера. Предложенный алгоритм основан на использовании логарифма функции отношения правдоподобия сигнала разностной частоты и позволяет снизить погрешность измерения в 2-3 раза по сравнению с известными методами. Полученные оценки имеют дисперсию, определяемую нижней границей Рао-Крамера.

2. Получены аналитические выражения для оценок параметров гармонического сигнала, принимаемого на фоне белого шума, по его короткой выборке. Установлена связь между частотой несущего колебания, диапазоном ее перестройки, временем модуляции с дисперсией оценки разностной частоты.

3. Разработаны алгоритмы оценки разностной частоты сигнала, устойчивые к влиянию мешающих отражений, а именно:

- алгоритм, основанный на комбинации логарифма функции отношения правдоподобия и компенсации помехи, позволяющий производить измерение расстояния при отношении сигнал-помеха меньше единицы;
- алгоритм, основанный на варьировании начальной фазы сигнала, обеспечивающий снизить погрешность измерения за счет минимизации взаимной энергии полезного сигнала и помехи.

Теоретическая значимость диссертации состоит в том, что

- автором получены аналитические соотношения для оценки параметров сигнала разностной частоты (частоты, фазы и амплитуды) при изменении малых расстояний на фоне белого нормального шума. Эти соотношения позволяют определить смещения, дисперсии и коэффициенты корреляции как отдельных, так и совместных оценок указанных параметров;
- разработанные алгоритмы оценки частоты и фазы могут быть использованы при решении задач оценки параметров сигналов в других областях радиотехники.

Практическая значимость заключается в следующем:

- реализация разработанных методов позволяет повысить точность измерения расстояния в таких областях, как контроль за уровнем жидкости в резервуарах, позиционирование оборудования и регистрация малых перемещений механизмов. Это открывает возможности для расширения области применения ЧМ дальномеров там, где использование традиционных алгоритмов не обеспечивает требуемой точности;
- результаты диссертации внедрены на ООО предприятии «КОНТАКТ-1» (г. Рязань), что подтверждается актом внедрения, и могут быть использованы при проектировании и модернизации современных радиотехнических систем измерения.

Достоверность и обоснованность результатов диссертации обеспечивается корректным использованием положений статистической радиотехники, теории оптимального приема сигналов, методов математического моделирования и экспериментальных исследований. Все теоретические выводы подтверждены имитационным моделированием и натурными испытаниями на серийных образцах ЧМ дальномеров БАРС 351 и 352, выпускаемых ООО предприятием «КОНТАКТ-1» (г. Рязань).

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. В работе недостаточно освещены вопросы устойчивости предложенных алгоритмов к нестабильности параметров окружающей среды (температура, влажность), что важно для практического применения.

2. Не проведен анализ эффективности предложенных алгоритмов в условиях нестабильной работы генератора СВЧ (нестабильность несущей частоты, диапазона перестройки частоты генератора).

3. В основном автор ограничился анализом влияния одного мешающего отражателя, хотя на практике их может быть несколько.

4. Не указаны вычислительные затраты при применении предложенных алгоритмов.

Заключение по работе.

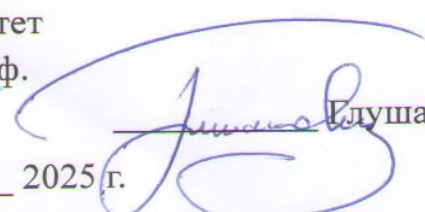
Указанные выше замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой разработаны алгоритмы оценки параметров сигнала разностной частоты ЧМ дальномера, позволяющие повысить точность измерения при наличии помех.

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,
профессор, профессор кафедры
радиотехники ФГБОУ ВО
«Санкт-Петербургский
государственный университет
телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича»

Дата «26» июня 2025 г.



Глушанков Евгений Иванович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича».

Адрес: 193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков д.22, корп.1, литера А, Ж

Телефон: +7 (911) 147-71-57

E-mail: glushankov57@gmail.com

Подпись д.т.н., проф. Глушанкова Евгения Ивановича заверяю

Начальник
Управления персоналом
СПБГУТ
А. Д. Смородинцева

Смородинцева
14.06.2025



С отзывом ознакомлен

08.07.2025 г

Дин