

Отзыв официального оппонента

кандидата технических наук, **Калишина Алексея Сергеевича** на диссертационную работу Ермакова Павла Игоревича «Алгоритмы обработки сигналов в многопозиционных метеорологических радиолокационных комплексах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – Радиолокация и радионавигация.

Актуальность темы

Современный этап развития многопозиционных метеорологических радиолокационных комплексов (ММРЛК) характеризуется стремлением к уменьшению габаритов отдельных метеорологических радиолокаторов (МРЛ), входящих в состав комплекса, а также к уплотнению сетей МРЛ. Это обеспечивает значительное улучшение покрытия наблюдаемых областей за счет снижения влияния кривизны рельефа на дальность действия отдельных МРЛ. Малогабаритным МРЛ X-диапазона свойственен недостаток – достаточно сильное затухание электромагнитных волн в метеообразованиях. Этот недостаток, в числе прочих, подразумевает синтез новых алгоритмов обработки сигналов в ММРЛК, учитывающих специфику перспективных ММРЛК на базе МРЛ X-диапазона.

Таким образом, разработка алгоритмов обработки сигналов в ММРЛК нового поколения, без сомнения, является важной и актуальной задачей, имеющей научную и практическую значимость.

Основные результаты

В диссертационной работе Ермакова П.И. основное внимание уделено трем наиболее важным классическим задачам метеорологической

ГУАП
№ 74-1360/18-0-0
от 01.06.2018



радиолокации: измерению радиолокационной отражаемости, скорости ветра и параметров турбулентного движения воздуха.

Решение каждой из этих задач начинается с вывода нижней границы дисперсии оценки соответствующего параметра. Далее, рассмотрены существующие подходы к решению задачи, проанализированы их достоинства и недостатки. Предложены новые алгоритмы, разработанные автором. Апробация полученных автором результатов производится на основе математического моделирования, при этом используемые сценарии моделирования основаны на современной модели метеорологических образований, наиболее часто применяемой в практической работе.

Оценка качества предложенных и уже существующих решений производится на основе сравнения числовых показателей оценок – смещения и среднеквадратического отклонения (СКО).

На основе полученных результатов моделирования и теоретических оценок вычислительной сложности алгоритмов автор дает практические рекомендации к применению того или иного алгоритма.

Научная новизна

Научная значимость работы заключается в решении классических задач метеорологической радиолокации применительно к перспективным ММРЛК нового поколения, основанным на малогабаритных МРЛ X-диапазона.

Научная новизна диссертации состоит в следующем:

1. Получено общее выражение для пространственно-временной взаимнокорреляционной функции сигналов в ММРЛК.
2. Определена потенциальная точность оценки в ММРЛК следующих параметров: радиолокационной отражаемости, компонент

вектора средней скорости ветра и СКО компонент скорости турбулентного движения воздуха.

3. Разработано три новых алгоритма оценки радиолокационной отражаемости в случае однопозиционного МРЛ, которые позволяют компенсировать затухание радиоволн при распространении в МО: нелинейный БИХ фильтр, фильтр частиц и интерактивный многомодельный фильтр частиц.

4. Разработано два новых алгоритма совместной оценки радиолокационной отражаемости в ММРЛК с произвольным числом МРЛ: оценка по методу максимального правдоподобия (МП) и оценка по методу минимума среднеквадратической ошибки (МСКО).

5. Синтезирован новый алгоритм совместной оценки компонент вектора средней скорости ветра и параметров турбулентности в ММРЛК на основе известных оценок средней частоты и среднеквадратической ширины спектральной плотности мощности (СПМ) метеосигнала, а также получен ряд упрощенных алгоритмов.

Степень достоверности и обоснованность научных результатов

Достоверность результатов, полученных в работе, подтверждается корректным применением методов математической статистики, математического моделирования, соответствием используемых моделей радиолокационной обстановки реальным физическим процессам. Характеристики точности всех предложенных в работе алгоритмов сравниваются с потенциально достижимыми, а также с соответствующими характеристиками уже существующих алгоритмов.

Практическая значимость

Практическая значимость диссертационной работы заключается в возможности использования синтезированных алгоритмов как в существующих ММРЛК, так и при разработке новых комплексов.

Недостатки и замечания

По тексту диссертации можно отметить следующие недостатки работы:

1. Полученные оценки асимптотической вычислительной сложности абстрактны и несут мало полезной информации о реальном времени исполнения алгоритмов на конкретных объемах выборки.

2. Отсутствует апробация работы синтезированных алгоритмов на реальных радиолокационных данных.

3. Все эксперименты производились только на одной модели метеорологического радиолокатора.

4. Автор не учитывает влияние несинхронного сканирования радиолокаторов на качество получаемых оценок параметров метеорологических целей.

5. В тексте диссертации недостаточно полно отражены условия проводимого статистического моделирования: не везде указано количество производимых статистических испытаний, а также недостаточно ясно отражены принципы выбора интенсивности наблюдаемых метеорологических явлений.

6. При вычислении вектора средней скорости ветра автор нигде не указывает о собственной скорости падения дождевых капель.

Заключение

Представленная диссертация является полноценной научно-квалификационной работой, написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит решение важной научной и практической задачи – синтеза алгоритмов обработки сигналов для решения классических задач метеорологической радиолокации в многопозиционных метеорологических радиолокационных комплексах. Личный вклад автора в науку отражен в положениях, вынесенных на защиту. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям Раздела 11 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Ермаков Павел Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 - Радиолокация и радионавигация.

Официальный оппонент:

заведующий отделом геофизики Федерального государственного бюджетного учреждения «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»

кандидат технических наук

Калишин Алексей Сергеевич



Почтовый адрес: 199397, Россия, Санкт-Петербург, ул. Беринга, 38

Телефон: +7(812)337-3123

Подпись Калишина А.С. удостоверяю:

Ученый секретарь *А.С. Ермаков* *А.С. Ермаков*
31.05.2018

