

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента
МЫСЛИВИЦЕВА Тимофея Олеговича

на диссертацию ЕРМАКОВА Павла Игоревича, выполненную на соискание
ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.12.14 «Радиолокация и радионавигация».

Тема диссертации: «Алгоритмы обработки сигналов в многопозиционных
метеорологических радиолокационных комплексах»

Актуальность темы диссертации.

Актуальность темы диссертации определяется, прежде всего, необходимостью повышения качества метеорологической информации, получаемой посредством многопозиционных метеорологических радиолокационных комплексов (ММРЛК). На сегодняшний день такие системы в основном реализованы на базе метеорологических радиолокаторов (МРЛ) дальнего действия S-диапазона, в связи с этим им присущи существенные недостатки, в том числе, неудовлетворительная зона покрытия на низких высотах в условиях сложного рельефа. В сложившейся ситуации возникают новые подходы к разработке ММРЛК, а именно, переход к плотным сетям малогабаритных МРЛ. Это довольно молодая область науки и техники, поэтому в настоящее время крайне актуальны задачи эффективной обработки сигналов в таких комплексах. При этом круг возникающих проблем довольно широк, поэтому автор ограничился рассмотрением трех наиболее важных с его точки зрения задач метеорологической радиолокации: измерения радиолокационной отражаемости, скорости ветра и параметров турбулентного движения воздуха.

В диссертации предложены алгоритмы обработки сигналов, что позволяет повысить качество полученной метеорологической информации как для отдельных МРЛ так и для ММРЛК, работающих в S-, C- и X-диапазонах. В этой связи тема диссертации, связанная с одним из наиболее перспективных направлений совершенствования алгоритмического обеспечения ММРЛК, несомненно, является актуальной.



Новизна научных положений, выводов и рекомендаций.

Научной новизной обладают следующие результаты диссертации:

1. В ходе определения модели сигнала МРЛ получено общее выражение для пространственно-временной взаимно корреляционной функции сигналов в ММРЛК. Это выражение позволяет учесть влияние параметров турбулентного движения воздуха на статистические характеристики сигналов, что, в свою очередь, полезно при разработке новых алгоритмов обработки метеосигналов.

2. Определена потенциальная точность оценки всех рассмотренных автором параметров метеорологических целей. Такая информация является универсальным показателем качества любых алгоритмов, решающих поставленную задачу, и полезна в будущих исследованиях.

3. Разработано три новых алгоритма оценки радиолокационной отражаемости в случае однопозиционного МРЛ, которые позволяют компенсировать затухание радиоволн при распространении в метеообразованиях: 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 и оценка по методу минимума среднеквадратической ошибки. Оба предложенных алгоритма не обладают недостатками, присущими существующим решениям.

Разработан 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 метеосигнала, а также получен ряд упрощенных алгоритмов.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

Основные научные положения, выводы и результаты диссертации представляются вполне достоверными и подтверждаются корректным применением математического аппарата, апробацией предложенных алгоритмов на наиболее часто применяемых в задачах метеорологической радиолокации моделях метеообразований. Стоит отметить, что использованная автором модель малогабаритного МРЛ X-диапазона отвечает современным требованиям к МРЛ, которые должны входить в состав перспективных ММРЛК нового поколения.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации основывается на хорошо апробированных элементах метода исследований и определяется:

– качественным сравнительным анализом достоинств и недостатков предшествующих научных разработок в исследуемой области и преимуществом основных научных положений, сформулированных автором;

– строгостью использования современного математического аппарата при формализации задачи исследований и ее решении, корректностью используемой математической модели сигналов, отраженных от метеообразований;

– публикацией основных положений работы в научной печати, в том числе в рецензируемых научных изданиях, апробацией результатов диссертации на международных и всероссийских научно-технических конференциях, реализацией результатов исследований на предприятии промышленности при модернизации изделия Контур-10М и в учебном процессе.

Практическая значимость результатов исследований.

Диссертация применительно к совершенствованию алгоритмов обработки сигналов ММРЛК имеет несомненную практическую ценность в области метеорологической радиолокации. Разработанные алгоритмы оценки параметров метеообразований адаптированы для ММРЛК на базе МРЛ X-диапазона, что способствует эффективному решению классических задач метеорологической радиолокации: оценки радиолокационной отражаемости, оценки средней скорости ветра и оценки параметров турбулентности.

Кроме того, предложенные алгоритмы обобщают уже существующие алгоритмы, разработанные для классических ММРЛК на базе МРЛ S- и C-диапазонов, и поэтому могут быть применены и в таких системах.

Некоторые из предложенных алгоритмов могут быть полезны в акустике, медицине и других областях науки и техники.

Недостатки диссертации.

Диссертация не свободна от некоторых недостатков. Из них отмечены следующие:

1. Нет обоснования выбора количества статистических испытаний, обеспечивающего требуемую достоверность представленных параметров

оценок.

2. Автор остановился на типовых сценариях моделирования метеорологической обстановки, не рассмотрев более сложные и актуальные случаи.

3. При моделировании взят в рассмотрение только треугольный тип ячейки ММРЛК, однако существуют и другие варианты размещения.

4. В своей работе автор ни слова не упоминает о требованиях к синхронизации элементов ММРЛК. Возможно ли на современном этапе удовлетворить требованиям частотно-временного обеспечения ММРЛК с требуемыми характеристиками, при использовании существующих средств синхронизации?

5. При верификации разработанных алгоритмов автор использует лишь модельные измеренные и модельные истинные значения отражаемости.

Несмотря на приведенные недостатки, основной текст диссертации дает представление о большой работе, сделанной автором. Её новизна, практическая значимость не вызывает сомнений. Полученные результаты, логичное и стройное изложение материала говорят о высокой научной квалификации соискателя.

Вывод.

В целом диссертация является структурированной и законченной научно-квалификационной работой, написанной на требуемом научном уровне. Работа содержит новые результаты теоретических исследований, систематизированное исследование трех важнейших задач метеорологической радиолокации в многопозиционных метеорологических радиолокационных системах и практические рекомендации по выбору алгоритмов обработки сигналов. Особый практический интерес представляют оригинальные алгоритмы компенсации затухания электромагнитных волн в метеорологических образованиях, позволяющие повысить эффективность алгоритмов оценки радиолокационной отражаемости метеообразований.

Основные научные результаты с достаточной полнотой представлены в 8 научных трудах, 3 из которых опубликованы в рецензируемых изданиях, входящих в «Перечень рецензируемых научных журналов и изданий» ВАК.

Имеются акты реализации в ООО «Контур-НИИРС» и в учебном процессе ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Научный язык автора отличается грамотностью и компетентностью в рассматриваемой области. Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация». Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Таким образом, представленная работа удовлетворяет требованиям пп. 9, 10 изложенным в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а автор диссертации ЕРМАКОВ Павел Игоревич заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация».

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

Начальник кафедры передающих, антенно-фидерных устройств
и средств СЕВ (*Email: tim33@list.ru*)

Федерального государственного бюджетного военного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского»

Министерства обороны Российской Федерации

(197198, г. Санкт-Петербург, Ждановская ул., д. 13. Тел.: (812) 347-95-31.

Email: vka@mil.ru

доктор технических наук, доцент

«28» мая 2018 г.

Т.О.МЫСЛИВЦЕВ

Личную подпись официального оппонента
доктора технических наук, доцента МЫСЛИВЦЕВА Т.О. заверяю.

Начальник отдела кадров Федерального государственного
бюджетного военного образовательного учреждения высшего
профессионального образования

«Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского»

Министерства обороны Российской Федерации

Т.В.ПЛОТНИКОВ

