

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора Федерального  
государственного унитарного предприятия  
«Ростовский-на-Дону научно-  
исследовательский институт радиосвязи»  
Федерального научно-производственного  
центра

В.П. КОМОР



«01» июня 2018 г.

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации ЕРМАКОВА ПАВЛА ИГОРЕВИЧА,  
выполненной на тему "АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В  
МНОГОПОЗИЦИОННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ  
РАДИОЛОКАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСАХ " и представленной на соискание  
учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 –  
"Радиолокация и радионавигация"

### АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

Результаты метеорологических наблюдений, получаемые при помощи многопозиционных метеорологических радиолокационных комплексов (ММРЛК) востребованы во многих областях человеческой деятельности. Сфера применения ММРЛК непрерывно расширяется поскольку человеческая техногенная деятельность во многом зависит от надежности прогнозирования погодных изменений. Существующие ММРЛК основаны на метеорологических радиолокаторах дальнего действия  $S$  – и  $C$  – диапазонов. Эти радиолокаторы обладают целым рядом ограничений по обнаружению и наблюдению приземных метеорологических явлений, являются громоздкими. В связи с этим создание

ГУАП  
№ 74-1476/18-0-0  
от 14.06.2018



сети малогабаритных ММРЛК  $X$ -диапазона является востребованной на практике задачей. Сеть ММРЛК  $X$ -диапазона может быть мобильной, обладать относительно низкой стоимостью и позволит повысить надежность данных о наблюдаемых природных явлениях. Однако применение подобных радиолокационных комплексов требует развития алгоритмов обработки данных метеонаблюдений, которые будут реализованы в ММРЛК. В связи с этим диссертация ЕРМАКОВА П. И., выполненная на тему «АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В МНОГОПОЗИЦИОННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСАХ» и посвященная вопросам синтеза алгоритмов обработки сигналов в ММРЛК на базе малогабаритных метеорологических радиолокационных комплексов  $X$ -диапазона является актуальной и представляет значительный теоретический и практический интерес.

#### ДОСТОВЕРНОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ

Достоверность и обоснованность результатов диссертации подтверждается корректным применением математического аппарата математической статистики, математического моделирования, соответствием используемых моделей радиолокационной обстановки реальным физическим процессам. Характеристики точности всех предложенных в работе алгоритмов сравниваются с потенциально достижимыми и характеристиками известных алгоритмов.

#### НОВИЗНА ОСНОВНЫХ ВЫВОДОВ И РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ

В диссертации получен ряд новых результатов, к основным из которых можно отнести следующие:

- разработаны три алгоритма оценки радиолокационной отражаемости метеообразований в однопозиционных метеорологических радиолокационных комплексах на основе нелинейного БИХ фильтра, фильтра частиц и интерактивного многомодельного фильтра частиц;



- разработаны два новых алгоритма совместной оценки радиолокационной отражаемости в ММРЛК по методу максимального правдоподобия и минимума СКО;

- синтезирован новый алгоритм совместной оценки компонент средней скорости ветра и параметров турбулентности.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором диссертации, в достаточной степени обоснованы.

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Научное значение работы состоит в дальнейшем развитии теории метеорологической радиолокации в части оценки потенциальной точности исследуемых параметров метеообразований: радиолокационной отражаемости, компонент вектора средней скорости ветра и параметров турбулентности на основе синтезированных алгоритмов.

Основные теоретические результаты опубликованы в трех статьях в изданиях, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

### ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Практическая значимость работы состоит в том, что:

- разработан ряд алгоритмов оценки параметров метеообразований (радиолокационной отражаемости, средней скорости ветра, параметров турбулентности) для ММРЛК X-диапазона;

- предложенные алгоритмы могут быть применены в метеорологических радиолокационных комплексах различных частотных диапазонов;

- алгоритм оценки радиолокационной отражаемости для однопозиционного метеорологического радиолокационного комплекса может быть реализован в акустике и медицине.

## ЗАМЕЧАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Три наиболее значимых публикации автора выполнены в соавторстве с научным руководителем, поэтому на стр. 6 автореферата следовало конкретизировать авторский вклад или указать, что результаты получены на паритетных началах.

2. Формулировка теоретической значимости работы на стр. 5 не воспринимается, поскольку следовало ввести расшифровку сокращения МО и пояснить: потенциальную точность каких конкретных параметров метеообразований позволяют оценить полученные в диссертации выражения.

3 В пятом разделе автор вводит переопределенную систему уравнений, в которой неизвестными являются шесть неизвестных. При этом не оговаривает линейность или нелинейность уравнений. Для решения полной системы уравнений автор предлагает использовать МНК, а затем для упрощения разделяет исходную систему на две системы уравнений, решаемые последовательно по МНК. Возникает вопрос о допустимости такого вольного обращения с системой уравнений и применимости МНК к ее решению.

4 Не пояснен физический смысл понятия «метеосигнал» и нет определенных понятий средняя частота метеосигнала и спектральной плотности мощности метеосигнала, используемых автором на стр. 5 и 15.

## ВЫВОДЫ

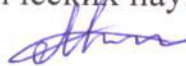
1. Несмотря на отмеченные замечания, судя по автореферату, диссертация выполнена на требуемом научно-техническом уровне и соответствует специальности 05.12.14 - "Радиолокация и навигация".

2. Диссертация ЕРМАКОВА П.И. представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для построения многопозиционных метеорологических радиолокационных комплексов X-диапазона.

3. Диссертация ЕРМАКОВА П.И. удовлетворяет требованиям пункта 9 п.п.1 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям;

4. ЕРМАКОВ П.И. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Ведущий научный сотрудник доктор технических наук, профессор



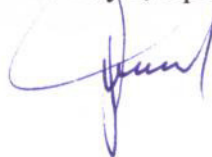
С.Е. Мищенко

Начальник сектора



А.В. Литвинов

Начальник управления доктор технических наук, профессор



В.В. Хуторцев

Федеральное государственное унитарное предприятие «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи» федеральный научно-производственный центр

Российская Федерация, 344038, г. Ростов-на-Дону, ул. Нансена, д. 130

тел. (863) 2000-555, 2555-311, факс 2000-500