

Экз. № _____

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Военно-космической академии

имени А.Ф.Можайского

доктор технических наук, профессор

М. Пеньков



2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского» Министерства обороны Российской Федерации.

Диссертация «Распознавание и исследование опасных явлений погоды в многопараметрической метеорологической радиолокации» выполнена на кафедре Технологий и средств геофизического обеспечения Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского.

Соискатель ЖУКОВ Владимир Юрьевич работает в Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского, в должности старшего научного сотрудника 32 отдела военного института научных исследований ВИ(НИ) (2011–2016 гг.), в должности старшего преподавателя кафедры технологий и средств геофизического обеспечения (с 2017 г. по настоящее время).

Жуков В.Ю. в 1980 г. закончил Ленинградский Механический институт по специальности радионинженер (специальность 0707), а в 1990 г. защитил кандидатскую диссертацию в Ленинградском Механическом институте (диплом кандидата технических наук по специальности 05.12.14 «Радиолокация и радионавигация»).

Консультант – доктор физико-математических наук, заслуженный деятель науки РФ, профессор Щукин Георгий Георгиевич, федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского» Министерства обороны Российской Федерации.

По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение.

Диссертация Жукова Владимира Юрьевича, представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, является законченной научно-квалификационной работой, выполненной лично автором в федеральном государственном бюджетном военном образовательном учреждении высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского» Министерства обороны Российской Федерации, в которой на основании выполненного соискателем исследования содержится решение важной научной проблемы, заключающейся в разработке научно-методического аппарата, включающего в себя теоретическое обоснование и практические рекомендации использования получаемых метеорологическим радиолокатором оценок мощности, спектральных и поляризационных

характеристик принимаемого сигнала для распознавания опасных явлений погоды, имеющей важное значение для развития радиометеорологии.

Тема диссертации является актуальной.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07 июля 2011 г. №899 технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды отнесены к критическим технологиям Российской Федерации.

Своевременное распознавание опасных явлений погоды позволяет избежать или во много раз уменьшает наносимый ими ущерб. Для этих целей создано большое количество технических средств. Особое место среди них занимают метеорологические радиолокаторы. Их главное преимущество перед другими техническими средствами состоит, во-первых, в универсальности (способности обнаруживать не один, а целый ряд различных явлений) и, во-вторых, в максимальной приближенности к объектам исследования, дающей возможность подробно их рассмотреть и с наибольшей вероятностью распознать тающуюся в них опасность.

Современный метеорологический радиолокатор является сложным техническим комплексом, позволяющим получать большой объем информации о наблюдаемой цели, недоступной радиолокаторам предыдущих поколений. Это открывает большие возможности для улучшения качественных показателей распознавания явлений из уже существующего перечня распознаваемых явлений, а также расширения последнего за счет комплексного использования оценок всех доступных параметров сигнала. Итогом их реализации будут спасенные человеческие жизни и сохранение целостности зданий, сооружений и инфраструктуры на защищаемом пространстве.

Таким образом, разработка методов распознавания и исследования опасных явлений погоды с помощью многопараметрического метеорологического радиолокатора, использующих получаемые им оценки мощности принимаемого сигнала, его спектральные и поляризационные характеристики, является **актуальной задачей**.

Цели и задачи диссертации.

Цель диссертации заключается в распознавании и исследовании опасных явлений погоды средствами метеорологической радиолокации с использованием всех параметров отраженного сигнала, оцениваемых современным многопараметрическим радиолокатором.

Для достижения цели исследования в работе были сформулированы следующие частные задачи:

1. Провести системный анализ современного состояния радиолокационных методов исследования и распознавания опасных явлений погоды.
2. Исследовать особенности радиолокационного сигнала, отраженного опасными явлениями погоды на основе разработанных моделей данных явлений.
3. На основе созданных и уже существующих моделей разработать методы распознавания опасных явлений погоды, использующие все оцениваемые многопараметрическим радиолокатором параметры создаваемых ими отражений.
4. Провести экспериментальные исследования применимости на практике разработанных методов распознавания опасных явлений погоды.

Исследовать возможности оптимизации условий наблюдения опасных явлений погоды многопараметрическим радиолокатором за счет использования примененных в нем технических решений.

Основные результаты диссертации.

1. Модель сдвига ветра, устанавливающая связь между параметрами сдвига ветра и характеристиками пространственного распределения спектральных характеристик отраженного сигнала.

2. Модель области пространства, в котором существует участок с вертикальным движением элементарных отражателей, позволяющая определить особенности отраженного радиолокационного сигнала, полученного на малых углах места антенны.

3. Метод обнаружения сдвига ветра в пограничном слое атмосферы по оценкам ширины спектра принимаемых отражений.

4. Метод восстановления вертикального профиля ветра в слое высотой до 500 м по оценкам ширины спектра принимаемых отражений.

5. Метод обнаружения вертикальных потоков воздуха на основе измерений ширины спектра амплитуды принимаемого сигнала.

6. Рекомендации по оптимизации условий наблюдения опасных явлений погоды.

Научная новизна работы заключается в следующем:

– Впервые создана модель сдвига ветра в пограничном слое атмосферы, отличающаяся тем, что позволяет установить однозначную зависимость между параметрами сдвига ветра и параметрами пространственного распределения ширины спектра отражений.

– Впервые разработана модель участка атмосферы, содержащего вертикальный поток элементарных отражателей, отличающаяся тем, что отраженный сигнал представляется в виде суммы двух составляющих со случайными соотношениями мощностей и доплеровских сдвигов частоты.

– Разработан новый метод обнаружения сдвига ветра в пограничном слое атмосферы, отличающийся тем, что основан на использовании оценок ширины спектра отраженного сигнала и не зависит от ширины луча антенны радиолокатора.

– Разработан новый метод восстановления вертикального профиля ветра на высотах до 500 м, отличающийся тем, что использует оценки ширины спектра отражений и позволяет радиолокатору выдавать информацию о профиле ветра в данном диапазоне высот с такой разрешающей способностью, которые были ему до этого недоступны.

– Разработан новый метод обнаружения вертикальных потоков воздуха, отличающийся тем, что использует для указанных целей оценки ширины спектра амплитуды отраженного сигнала, и позволяет обнаруживать нисходящие и восходящие потоки воздуха на малых углах места антенны радиолокатора.

– Сформулированы рекомендации по оптимизации условий наблюдения опасных явлений погоды, отличающиеся тем, что используют уже реализованные в многопараметрическом радиолокаторе технические решения - сложный зондирующий импульс, двойную поляризацию излучаемой электромагнитной волны - и позволяющие увеличить метеорологический потенциал, расширить интервал однозначного измерения радиальной скорости цели, подавить помехи от местных предметов.

Практическая ценность работы:

– Новые методы обнаружения сдвига ветра и восстановления вертикального профиля ветра по оценкам ширины спектра принимаемого сигнала дает возможность реализовать в метеорологическом радиолокаторе функции, выполняемые в настоящее время специальными техническими средствами – радиопрофиломерами – и, тем самым, избежать установки на аэродромах данных дорогостоящих устройств.

– Метод обнаружения вертикальных потоков воздуха на основе измерения ширины спектра амплитуды принимаемого сигнала делает возможным распознавание микропорывов, а также восходящих потоков воздуха, что важно для идентификации зон болтанки самолетов и кучевых облаков на ранней стадии развития.

– Разработанные рекомендации по оптимизации условий наблюдения ОЯП обеспечат выделение полезного сигнала в случае его наблюдения совместно с помехой от местных предметов и способствуют увеличению точности оценивания спектральных характеристик отражений.

Обоснованность и достоверность результатов работы подтверждается всесторонним анализом предшествующих научных работ в области обработки сигналов, принимаемых метеорологическим радиолокатором, корректностью постановки научных задач исследования, строгостью принятых допущений и ограничений, логической непротиворечивостью рассуждений, а также корректным использованием современного математического аппарата. Достоверность основных результатов исследований подтверждается соответствием результатов экспериментов выводам теоретических вычислений, непротиворечивостью частных результатов исследования результатам других авторов; апробацией на всероссийских научно-технических конференциях и семинарах кафедры; публикацией результатов в ряде ведущих научных изданий.

Основные научные результаты диссертации опубликованы автором в ряде научных изданий.

Статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов диссертационных исследований:

1. Жуков, В.Ю. Состояние и перспективы радиофизических исследований атмосферы и подстилающей поверхности / В.Ю. Жуков, Г.Г. Щукин, В.Д. Степененко, С.П. Образцов, Д.М. Караваев, Ю.В. Рыбаков // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова. – 2009. – № 560. – С. 143–168.
2. Жуков, В.Ю. Доплеровский радиолокационный метод определения характеристик поля ветра и некоторые результаты / В.Ю. Жуков, И.А. Готюр, Ю.В. Кулешов, С.В. Чернышев, Г.Г. Щукин // Ученые записки РГГМУ. – 2011. – № 21. – С. 66–75.
3. Жуков, В.Ю. Исследование возможности повышения оперативности работы метеорадиолокатора ДМРЛ за счет поочередного излучения ортогональных широкополосных сигналов. / В.Ю. Жуков // Ученые записки РГГМУ. – 2011. – № 21. – С. 112–117.
4. Жуков, В.Ю. Информационные возможности доплеровских метеорологических радиолокаторов с двойной поляризацией / В.Ю. Жуков, И.А. Готюр, А.М. Девяткин, Ю.В. Кулешов, Г.Г. Щукин // Ученые записки РГГМУ. – 2013. – № 32. – С. 66–83.

5. Жуков, В.Ю. Состояние и перспективы сети доплеровских метеорологических радиолокаторов / В.Ю. Жуков, Г.Г. Щукин // Метеорология и гидрология – 2014. – №2. – С. 92–100.
6. Жуков, В.Ю. Использование мобильного метеорологического радиолокатора «Контур МЕТЕО-01» в работах по активному воздействию на облака / В.Ю. Жуков, А.А. Бычков, Б.П. Колосков, В.П. Корнеев, А.В. Шаповалов, Г.Г. Щукин // Известия ВУЗов. Северокавказский регион. Естественные науки.– 2014. – №4. – С. 62–65.
7. Жуков, В.Ю. Лидарно-радиолокационный метеорологический комплекс / В.Ю. Жуков, Г.Г. Щукин, А.С. Борейшо, М.Ю. Ильин, М.А. Коняев // Известия ВУЗов. Физика – 2015.- т.58, №10/3. – С. 100–104.
8. Жуков, В.Ю. Обнаружение сдвига ветра на основе анализа карт ширины спектра сигнала, принимаемого метеорологическим радиолокатором /В.Ю. Жуков, Д.А. Денисенков// Вестник РосНОУ. – 2015. – № 10. – С. 10–13.
9. Жуков, В.Ю. Применение радиолокационных методов для метеообеспечения авиации ВМФ / В.Ю. Жуков, Г.Г.Щукин, А.Е.Дроздов, Н.Н.Жильцов, М.Ю.Ильин, В.П.Свиридов // Навигация и гидрография. – 2015. – №41. – С. 59–67.
10. Жуков, В.Ю. Современные проблемы метеорологической радиолокации / В.Ю. Жуков, Г.Г. Щукин // Радиотехника и электроника. – 2016. – Т.61 № 10. – С. 927–939.
11. Жуков, В.Ю. О влиянии сдвига ветра на пространственное распределение ширины спектра радиолокационного сигнала / В.Ю. Жуков, Д.А. Денисенков // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2016. – № 1 (21). – С. 5–14.
12. Жуков, В.Ю. Развитие метода пассивно-активной радиолокации для задач штормооповещения / В.Ю. Жуков, Г.Г. Щукин, Д.М. Караваев, И.С. Вылегжанин // Труды военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. – 2016. – №2 (653). – С.146–150.
13. Жуков, В.Ю. Верификация метода обнаружения сдвига ветра по оценкам ширины спектра радиолокационного сигнала / В.Ю. Жуков, Д.А. Денисенков, О.А. Сивак, Г.Г. Щукин // Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. – 2016. – № 2 (653). – С. 159–163.
14. Жуков, В.Ю. Радиолокационные исследования поля ветра в атмосфере / В.Ю. Жуков, Д.А. Денисенков, Д.М. Караваев, Г.Г. Щукин // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2016. – № 12/2. – С. 15–19.
15. Жуков, В.Ю. Диагностика ветра по данным доплеровского метеорологического радиолокатора / В.Ю. Жуков, А.М. Девяткин, Ю.В. Кулешов, С.В. Чернышев, Г.Г. Щукин // Навигация и гидрография. – 2017. – №44. – С. 62–71.
16. Жуков, В.Ю. Метод обнаружения сдвига ветра при помощи доплеровского метеорологического радиолокатора / В.Ю. Жуков, Д.А. Денисенков, Р.В. Первушин, Г.Г. Щукин // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2016. – № 3 (23). – С. 68–73.
17. Жуков, В.Ю. Экспериментальная проверка метода определения сдвига ветра по ширине спектра радиолокационного сигнала / В.Ю. Жуков, Д.А. Денисенков, М.А. Жданова, В.Ю. Жуков, Г.Г. Щукин // Ученые записки РГГМУ. – 2016. – № 45. – С. 113–118.
18. Жуков, В.Ю. Исследование эффективности метода обнаружения сдвига ветра по оценкам ширины спектра радиолокационного сигнала / В.Ю. Жуков, Д.А. Денисенков, В.Ю. Жуков, О.А. Сивак, Г.Г. Щукин // Ученые записки РГГМУ. – 2016. – №42 – С. 109–116.

19. Жуков, В.Ю. Восстановление поля скорости воздушных потоков в метеорологической радиолокации / В.Ю. Жуков, А.М. Девяткин, Д.А. Денисенков, Ю.В. Кулешов, С.В. Чернышев, Г.Г. Щукин // Метеорология и гидрология. – 2018. – №1. – С. 107–115.

20. Жуков, В.Ю. Экспериментальная проверка нового радиолокационного метода оценивания интенсивности осадков / В.Ю. Жуков, М.С. Рыков, Г.Г. Щукин // Ученые записки РГГМУ. – 2018. – №52. – С. 22–28.

Также по результатам работы опубликовано 30 статей в трудах Всероссийских конференций и симпозиумов.

Личный вклад автора:

Постановка задачи, выбор методов исследования, теоретическая проработка поставленных задач выполнены лично автором.

Набор экспериментальных данных и их обработка осуществлены совместно с соискателем и дипломниками, у которых автор был научным руководителем.

Автор лично участвовал в разработке системы вторичной обработки информации радиолокатора ДМРЛ-С, создании радиолокатора «Контур МЕТЕО-01» и всепогодного лидарно-радиолокационного комплекса для определения профиля ветра.

Основные результаты работы докладывались на следующих научных конференциях и семинарах:

VII Российской научно-технической конференции «Навигация, гидрография и океанография: приоритеты развития и инновации морской деятельности», «НГО-2011», (Санкт-Петербург, 2011 г.); XXVII, XXVIII, XXIX, XXX Всероссийских симпозиумах «Радиолокационное исследование природных сред» (Санкт-Петербург, 2011, 2013, 2015, 2017 г.г.); II, III, IV, V Всероссийских конференциях «Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды» (Санкт-Петербург, 2012, 2014, 2016, 2018 г.г.); II, III, IV, V, VI, VII, VIII Всероссийских Армандовских чтениях: (Муром, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 г.г.); VII Всероссийской конференции по атмосферному электричеству (Санкт-Петербург, 2012); Всероссийской конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы (Нальчик, 2013); XXIV Всероссийской научной конференции «Распространение радиоволн», посвященной 100-летию со дня рождения профессора В. М. Полякова. (Иркутск, 2014); XIV Санкт-петербургской межрегиональной конференции «Региональная информатика «РИ-2014» (Санкт-Петербург, 2014); XXV Всероссийской открытой конференции «Распространение радиоволн», посвященная 80-летию отечественных ионосферных исследований (Томск, 2016); IV Всероссийской научно-практической конференции «Академические Жуковские чтения» (Воронеж, 2017); X Санкт-Петербургской межрегиональной конференции «Информационная безопасность регионов России» (ИБРР-2017) (Санкт-Петербург, 2017); XI Всероссийской конференции «Радиолокация и радиосвязь» (Москва, 2017).

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология, в частности, пунктам

п.8 – «Облака, аэрозоли, осадки; спутниковые и радиолокационные исследования»,

п. 10 – «Пограничные слои в атмосфере и океане».

Предварительная экспертиза диссертации и опубликованных работ соискателя проведена начальником кафедры Технологий и средств геофизического обеспечения доктором технических наук, доцентом Готюром И.А., профессором кафедры Технологий и средств геофизического обеспечения доктором технических наук, профессором Дорониным А.П. и доцентом кафедры Технологий и средств геофизического обеспечения доктором физико-математических наук Красновым В.М., которые дали положительное заключение о диссертации и отметили, что ссылки на авторов и (или) источники заимствования материалов или отдельных результатов приведены в диссертации корректно.

На расширенном заседании кафедры Технологий и средств геофизического обеспечения присутствовали: заместитель начальника академии по учебной и научной работе доктор технических наук, профессор Кулешов Ю.В.; начальник 6 факультета доктор технических наук, профессор Девяткин А.М.; старший научный сотрудник 2 отдела НОЦ доктор технических наук, профессор Ставров К.Г.; старший научный сотрудник 32 отдела ВИ (НИ) доктор технических наук, профессор Летучий Ю.А.

С положительной оценкой актуальности, научной новизны и практической значимости результатов диссертационной работы Жукова В.Ю., а также рекомендацией ее представления к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.30 выступили: доктора технических наук Доронин А.П., Готюр И.А., Кулешов Ю.В., Летучий Ю.А., доктора физико-математических наук Краснов В.М., Щукин Г.Г.

Вывод: Учитывая актуальность темы исследования, новизну и практическую значимость полученных в ходе исследования результатов, ценность научных работ соискателя, а также степень завершенности исследования и реализацию основных научных результатов, расширенное заседание кафедры Технологий и средств геофизического обеспечения рекомендует диссертацию Жукова Владимира Юрьевича, представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, к защите по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология.

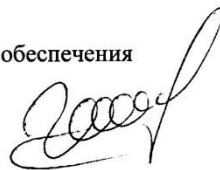
Заключение принято на расширенном заседании кафедры Технологий и средств геофизического обеспечения.

Присутствовало на заседании 26 чел.

Результаты голосования: «за» – 26 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 20 от 25 сентября 2018 года.

Председатель заседания:

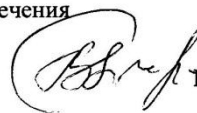
Начальник кафедры технологий и средств геофизического обеспечения
доктор технических наук, доцент



И. Готюр

Секретарь заседания:

доцент кафедры технологий и средств геофизического обеспечения
кандидат технических наук, доцент



В. Петроченко