

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Крюковского Андрея Сергеевича

на диссертационную работу

**«РАСПОЗНАВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ В
МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ РАДИОЛОКАЦИИ»**

Жукова Владимира Юрьевича,

представленную на соискание ученой степени

доктора физико-математических наук по специальности

25.00.30 – «Метеорология, климатология и агрометеорология»

1. Актуальность темы диссертации и соответствие специальности

Рецензируемая диссертация посвящена изучению опасных явлений погоды современными радиолокационными системами.

В условиях постоянного совершенствования технических средств дистанционного зондирования атмосферы важное значение приобретает задача методического сопровождения проводимых ими измерений. Метеорологическая радиолокация является характерным примером, так как создание современного когерентного и поляризационного радиолокатора ДМРЛ-С потребовало одновременно разработки новых методов обработки и интерпретации получаемых им данных. Простое оценивание новых параметров сигнала (спектральных и поляризационных) и построение карт их распределения в обозреваемом пространстве оказывается недостаточным, поскольку не позволяет принимать оперативные решения. Требуется их комплексное рассмотрение, что может позволить добиться качественно нового уровня радиолокационной информации.

Диссертация В.Ю. Жукова, посвященная распознаванию и исследованию опасных явлений погоды средствами метеорологической радиолокации с использованием всех параметров отраженного сигнала,

оцениваемых современным многопараметрическим радиолокатором, *актуальна* и представляет несомненный интерес для развития сети штормооповещения РФ.

Тема диссертации соответствует заявленной научной специальности.

2. Содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка цитируемой литературы, содержащего 215 ссылок. Основные результаты работы изложены в выводах в конце каждой главы, а также в заключении.

Во введении дана общая характеристика работы, сформулированы актуальность темы диссертации, цель диссертации, решаемые в работе задачи и методы исследования; определены научная новизна, практическая значимость и достоверность полученных результатов; представлены основные положения, выносимые на защиту и личный вклад автора; приведены данные о структуре и объеме диссертационной работы и публикациях автора. Кратко изложено содержание диссертации.

В первой главе рассмотрены возможности современного метеорологического радиолокатора – измеряемые параметры принимаемых отражений, их особенности оценивания и информационные возможности. Сделан вывод о том, что в настоящее время перечень распознаваемых радиолокатором опасных явлений может быть расширен, а качество распознавания явлений, уже включенных в данный список, существенно улучшено.

Во второй главе создана математическая модель сдвига ветра и вертикального потока частиц. Установлена связь между спектром отраженного сигнала в случае сдвига ветра и результатами, полученными с помощью метеорологического радиолокатора. Предложено использовать оценки ширины спектра принимаемых отражений для распознавания микропорыва и других зон локального вертикального движения воздуха.

Третья глава посвящена разработке методов распознавания сдвига ветра и вертикального потока гидрометеоров на основе созданных в предыдущей главе моделей, а также методов распознавания шквала, смерча, града и других опасных явлений погоды, использующих уже известные модели этих явлений.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальной проверки эффективности разработанных методов обработки данных многопараметрического радиолокатора. Исследованы методы восстановления профиля ветра, распознавания сдвига ветра, града, определения интенсивности осадков.

В пятой главе рассматриваются дополнительные возможности современного метеорологического радиолокатора за счет использования сложного зондирующего сигнала, излучения волн двойной поляризации, минимизации аппаратуры. Формулируются рекомендации по оптимизации условий наблюдения опасных явлений погоды.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в ходе диссертационных исследований.

В целом диссертация является завершенным научным трудом, прекрасно оформленным, результаты которого полностью соответствуют поставленным целям и задачам. Диссертация и автореферат написаны ясным языком, стиль изложения – последовательный, строгий.

3. Новизна исследований и полученных результатов, научная и практическая ценность

Новизна исследований состоит в следующем:

1. Созданы модели сдвига ветра и участка, содержащего вертикальный поток гидрометеоров, позволяющие установить зависимость между параметрами наблюдаемого опасного явления и параметрами принимаемых от него отражений.

2. Разработаны новые методы обнаружения сдвига ветра и вертикального потока частиц, а также восстановления профиля ветра на высотах до 500 м. Эти методы основаны на использовании оценок ширины спектра отраженного сигнала и практически не зависят от ширины луча антенны радиолокатора.

3. Предложены пути оптимизации условий наблюдения опасных погодных явлений, основанные на уже реализованных в многопараметрическом радиолокаторе технических решениях.

Созданные модели способствуют более глубокому пониманию особенностей распространения и рассеяния радиоволн в атмосфере и их взаимодействия с различными метеоцелями.

Практическая значимость полученных научных результатов заключается в том, что разработанные методы обнаружения сдвига ветра и восстановления вертикального профиля ветра позволят передать современным радиолокаторам те функции, которые до этого выполнялись специальными метеорологическими инструментами: профилемерами. Метод обнаружения вертикальных потоков частиц даёт возможность своевременно распознавать данные опасные явления, а предложения по оптимизации наблюдения целей повысят качество работы радиолокаторов.

4. Достоверность полученных результатов исследования

Автором проведено глубокое исследование предшествующих научных работ в области распознавания опасных явлений погоды. Построенные модели имеют строгое математическое обоснование. Результаты моделирования хорошо согласуются с практическими данными. Результаты экспериментальной проверки разработанной методики подтверждают выводы теоретических исследований.

5. Личный вклад автора

Основные результаты диссертации получены автором лично. Им проанализировано состояние вопроса, выдвинуты рабочие гипотезы,

разработаны модели, которые решены численными и аналитическими методами. Автор лично участвовал в разработке ряда технических изделий, в которых реализовывались полученные им результаты.

6. Апробация работы

Результаты диссертационной работы неоднократно докладывались автором на всероссийских конференциях и симпозиумах.

По теме диссертации опубликовано **50** научных работ, из которых **20** – в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для публикации основных научных результатов (**3** из них включены в **международную систему цитирования Scopus**).

Ценность научных работ соискателя очевидным образом вытекает из вышеуказанных научной новизны и практической значимости работы, а также подтверждается публикацией её результатов в рецензируемых научных журналах и включением докладов по теме диссертации оргкомитетами в программы ведущих всероссийских конференций.

7. Замечания по работе

1. При создании модели сдвига ветра не учитывается влияние рефракции радиоволн.

2. При моделировании участка атмосферы, содержащего вертикальный поток гидрометеоров, автор не рассмотрел случай одновременного попадания в разрешаемый объем двух и более вертикальных потоков, что может существенно изменить полученные результаты.

3. Почти все экспериментальные исследования основаны на данных радиолокатора ДМРЛ-С, установленного в г. Валдай. Это снижает значение полученных результатов, так как остается неясным, применимы ли они к другим радиолокаторам, установленным на других позициях.

4. Автором не проведено сопоставление традиционного и нового методов распознавания градоопасности облака. Большой интерес представляло бы сравнение, например, моментов распознавания данного опасного явления.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, которая выполнена на высоком научном уровне.

8. Заключение

Таким образом, диссертация Владимира Юрьевича Жукова «Распознавание и исследование опасных явлений погоды в многопараметрической метеорологической радиолокации» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны новые теоретические положения: осуществлено решение научной проблемы разработки научно-методического аппарата по распознаванию и исследованию опасных явлений погоды на основе оценок мощности, спектральных и поляризационных характеристик отраженного радиолокационного сигнала, изложены новые научно обоснованные технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие метеорологии.

Содержание диссертации соответствует специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология (физико-математические науки), поскольку она посвящена радиолокационным исследованиям в облачных системах и осадках в пограничном слое атмосферы (пункты 1,8,10 паспорта специальности).

Работа имеет целостную структуру. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

Считаю, что представленная диссертационная работа Жукова Владимира Юрьевича удовлетворяет требованиям пунктов 9 – 11, 13, 14

«Положения о присуждении ученой степени», предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, и представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научном уровне, а её автор безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология.

Официальный оппонент

А.С. Крюковский

Крюковский Андрей Сергеевич, доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, научный руководитель Института информационных систем и инженерно-компьютерных технологий Автономной некоммерческой организации высшего образования «Российский Новый Университет» (АНО ВО РосНОУ)

105005, г. Москва ул. Радио, д.22.

Тел.: +7 903 245 51 37. E-mail: Kryukovsky56@yandex.ru

Подпись научного руководителя Института информационных систем инженерно-компьютерных технологий АНО ВО РосНОУ, доктора физико-математических наук, профессора Крюковского Андрея Сергеевича
ЗАВЕРЯЮ

Учр. отделе. коэфф. [Signature]

Соломаткина Н.Б.

24 июля 2019 г.

