

УТВЕРЖДАЮ

проректор по научной работе
и стратегическому развитию
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский
федеральный университет»

доктор географических наук
профессор



А.А. Лиховид
А.А. Лиховид

» *мая* 2019 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» - на диссертационную работу Жукова Владимира Юрьевича «Распознавание и исследование опасных явлений погоды в многопараметрической метеорологической радиолокации», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология.

Актуальность научной работы

Своевременное распознавание опасных явлений погоды, таких как град, гроза, смерч, осадки большой интенсивности и т.п., значительно снижает наносимый ими ущерб или вообще исключает. Кроме того, существуют специфические опасные явления, к которым относятся сдвиг ветра и вертикальные потоки воздуха, способные создать аварийную ситуацию для воздушных судов. Заблаговременное их предупреждение о грозящей опасности может спасти человеческие жизни.

Метеорологический радиолокатор является уникальным средством для решения подобного рода задач, т.к., в отличие от других технических средств данного направления, во-первых, обнаруживает не одно, а целый список опасных явлений, и, во-вторых, располагается достаточно близко к явлениям для того, чтобы получать о них подробную практически значимую информацию. Таким образом, он органически объединяет в себе точность и

разрешающую способность приборов, измеряющих параметры атмосферы в одной точке (плювиографы, флюксометры и т.д.), и свойственную средствам космического наблюдения возможность охвата большой области пространства. Особенную ценность радиолокационным наблюдениям в метеорологии придало внедрение спектральных и поляризационных методов измерения принимаемых отражений. Одновременно это потребовало разработки нового методического аппарата для их обработки.

Диссертационная работа В.Ю. Жукова посвящена освоению этих новых возможностей метеорологической радиолокации, позволяющих расширить список обнаруживаемых опасных явлений и улучшить характеристики обнаружения тех из них, что уже включены в упомянутый список. Исходя из сказанного актуальность темы диссертационного исследования В.Ю. Жукова очевидна и не вызывает сомнения.

Научную новизну диссертационной работы определяют следующие результаты исследования, полученные лично соискателем:

1. 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. Установлено, что из всего многообразия соотношений размеров элемента разрешения и толщины слоя со сдвигом ветра, можно выделить три варианта модели: одно-, двух- и трехслойную. Каждой из них соответствует свое характерное распределение ширины спектра сигнала в пространстве. Выявлено, что характеристики этого распределения (максимальное значение параметра, угловые координаты полуколец больших значений, скорость «завития» спиралей больших и малых значений параметра) тесно связаны с параметрами сдвига ветра.

2. 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. Показано возможность применения для обнаружения данного явления амплитудного детектирования сигнала, на выходе которого ширина спектра в ряде случаев оказывается гораздо более чувствительным показателем, чем тот же параметр после фазового детектирования.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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 и научная ценность результатов исследований также не вызывает сомнений. Разработанные автором математические модели способствует более глубокому пониманию процессов формирования отражений от метеообразований и могут быть использованы для моделирования взаимодействия радиолокационных волн с метеорологическими целями. Исследование процесса прохождения сигнала с двухмодальным спектром через амплитудный детектор вносит вклад в развитие статистической радиотехники. Новые методы обнаружения сдвига ветра и восстановления вертикального профиля ветра по оценкам ширины спектра принимаемого сигнала дают возможность реализовать в метеорологическом радиолокаторе функции, выполняемые в настоящее время специальными техническими средствами – радиопрофилемерами – 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.

На защиту автором выносятся 6 положений:

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.

Обоснованность и достоверность результатов работы определяются тем, что автор, глубоко проанализировав предшествующие научные работы в области применения радиолокации для целей обнаружения опасных явлений погоды и корректно применив современный математический аппарат в сочетании со строгостью принятых ограничений и допущений, получил:

– частные результаты исследований, непротиворечащие результатам исследований других авторов;

– соответствие результатов численных экспериментов выводам теоретических вычислений;

– совпадением результатов теоретического исследования с данными радиолокационных станций, входящих в сеть штормоповещения РФ.

Личный вклад автора. Основные полученные в работе результаты получены автором лично. Им разработаны модели сдвига ветра в слое атмосферы и вертикальных потоков воздуха в обозреваемом пространстве, методы обнаружения данных опасных явлений и метод восстановления профиля ветра по оценкам ширины спектра принимаемого сигнала, проведены экспериментальные исследования проверки работоспособности

ряда методов обнаружения опасных явлений. 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.

Апробация работы. Основные результаты работы неоднократно докладывались на всероссийских научных конференциях, а также на научных семинарах. По теме диссертации опубликовано 50 работ, в том числе 20 в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для публикации основных научных результатов, в том числе 3 в изданиях, учитываемых в базе SCOPUS.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав основного материала, заключения и списка цитируемой литературы, содержащего 215 ссылок. Общий объем диссертации – 312 страниц, включая 14 таблиц и 147 рисунков.

Тема и содержание диссертации соответствуют специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология (физико-математические науки).

В диссертационной работе выявлены следующие **недостатки**:

1. При разработке однослойного варианта модели сдвига ветра рассматривается случай изменения только его направления. Однако при экспериментальной проверке теоретических результатов в слое Экмана учитывается и одновременное изменение ветра по величине, для чего разрабатывается специальная методика проведения эксперимента. Возникает вопрос, в каких случаях следует учитывать данное изменение, а в каких нет?

2. При рассмотрении применения методов многопозиционной радиолокации для задач нахождения пространственного распределения вектора скорости ветра автор ограничивается описанием бистатической системы и не рассматривает случай трехмерных измерений, представляющий, казалось бы, наибольший интерес.

3. При проведении экспериментальных исследований величина выборки иногда представляется явно недостаточной. При исследовании метода обнаружения сдвига ветра она равна 19, при проверке поляризационного метода определения градоопасности облака – 13.

4. Неясно, почему при экспериментальной проверке метода обнаружения сдвига ветра его граничное значение принято равным 1 м/с на 30 м, в то время как опасным считается величина 5 м/с на 30 м?

5. Необоснованным представляется выбор критерия сравнения данных об интенсивности осадков, получаемых разными методами, который принят в рассматриваемой работе равным 300 %.

6. Присутствуют опечатки в тексте автореферата: стр. 8: «312 страницы»; стр. 19 «сравнивается оценкой»; стр. 30 «этих составляющей»; и диссертации: стр. 11: «Российскоая»; стр.12: «Иркутск, 20014».

7. В формуле (3.32) диссертации и соответствующей формуле (27) автореферата, очевидно, содержится ошибка, поскольку размерности ее левой и правой частей не совпадают.

Автореферат достаточно полно отображает содержание диссертации. В нем последовательно и логично изложены все положения, выносимые на защиту, представлена теоретическая и практическая значимость работы, сделаны обоснованные выводы.

Отмеченные недостатки не снижают ценность и общую положительную оценку представленной работы.

Вывод:

Диссертация В.Ю. Жукова является законченной научно-квалифицированной работой на актуальную тему, в которой автором разработаны методы обнаружения сдвига ветра, вертикальных потоков воздуха, восстановления профиля ветра по оценкам ширины спектра принимаемого сигнала, проведены экспериментальные исследования по применимости ряда методов обнаружения опасных явлений в отечественном радиолокаторе ДМРЛ-С, разработаны рекомендации по оптимизации условий наблюдения опасных явлений погоды, имеющие значительную научную и практическую значимость.

Диссертация удовлетворяет требованиям пунктов 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в ред. от 01.10.2018 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Жуков Владимир Юрьевич заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология.

Отзыв подготовлен профессором кафедры общей и теоретической физики Института математики и естественных наук, доктором физико-математических наук, профессором Закиняном Робертом Гургеновичем.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании кафедры общей и теоретической физики, протокол № 15 от 15 мая 2019 года.

Присутствовало на заседании 21 человек. В обсуждении приняло участие 7 человек.

Результаты голосования: «за» - 21 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел.

ПОДПИСЬ
УДОСТОВЕРЯЮ
начальник Управления
делами СКФУ

Ю.И. Диканский
доктор физико-математических наук,
профессор, заведующий кафедрой общей и
теоретической физики



Диканский А. В.

Диканский Юрий Иванович,
доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой общей и теоретической
физики ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»
355017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1
e-mail: dikansky@mail.ru
тел. 8 (905) 498-82-06