

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию М.В. Жарашуева «Разработка методов и алгоритмов сопряжения и обработки метеорологических данных для целей противогололедной защиты и штормоповещения», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

Исследование закономерностей развития и эволюции конвективных облаков является важной научной проблемой в связи с большой зависимостью человечества от процессов, происходящих в атмосфере.

На заре метеорологических исследований основным источником информации являлись данные наземных наблюдений и измерений на метеостанциях и постах. Со временем широкое распространение получили радиолокационные методы исследований. На протяжении долгого времени основным инструментом исследования облаков являлся метеорологический радиолокатор (МРЛ). В последние десятилетия бурное развитие получили грозопеленгационные исследования. Каждый вид метеорологической информации имеет свои достоинства и недостатки. Бурно развивающиеся современные технологии расширяют возможности обработки огромных массивов данных. Все более остро становится задача совместного анализа различной взаимодополняющей информации. В этой области не стали исключением и метеорологические исследования. Исследование грозогололедных процессов с помощью комплексного анализа грозопеленгационной, радиолокационной и наземной информации, безусловно, является важной задачей. Именно эта задача решается в диссертационной работе Жарашуева М.В. Поэтому актуальность темы не вызывает сомнения.

Диссертационная работа Жарашуева М.В. состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы из 317 наименований и трех приложений. Материалы диссертации изложены в 53 опубликованных работах, в том числе 12 в научных статьях, опубликованных в журналах,

рекомендуемых ВАК, зарегистрировано 9 программ для ЭВМ и два патента на изобретение.

Во введении диссертации обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследования, аргументирована новизна научной работы и приведены основные положения, выносимые на защиту, описаны практическая значимость и реализация результатов.

В первой главе проводится обзор литературы и рассматривается состояние методов обработки данных различных источников метеорологической информации. Анализируются различия в существующих автоматизированных системах. Обобщаются основные принципы комплексного анализа грозопеленгационной радиолокационной и наземной информации.

Вторая глава посвящена разработке инструментов обработки информации, используемых в процессе исследования. Автором разработан метод автоматической локализации и идентификации конвективных ячеек (КЯ) и на этой основе разработаны методы фильтрации аномального радиоэха и выделения навеса радиоэха, в котором обычно образуется и растет град. Разработанный автором метод автоматической локализации КЯ основан на следующем алгоритме:

- выделение в поле радиоэха облачности точек, ограничивающих замкнутые изолинии радиолокационной отражаемости Z ;
- упорядочение полученных точек для получения составных частей контуров КЯ;
- объединение составных частей контуров КЯ в единые поля замкнутых изолиний отражаемости;
- выделение в поле радиоэха вершин, ограниченных замкнутыми изолиниями Z ;
- идентификация КЯ и их нумерация в пространстве и в хронологическом порядке зарождения;

- измерение комплекса одномерных, двумерных и трехмерных параметров КЯ;
- построение графиков временного хода комплекса параметров КЯ;
- расчет направления и скорости перемещения КЯ;
- оценка степени грозовой и градовой опасности КЯ, распознавание категорий объектов воздействия (ОВ);
- документирование параметров КЯ и графиков их временного хода.

Для исследования грозо-градовой активности исследуемых территорий были разработаны методы сопряжения радиолокационной, грозопеленгационной и наземной информации метеостанций и постов.

В третьей главе проводится апробация разработанных методов и программ. Жарашуевым М.В. была проведена апробация алгоритма распознавания и идентификации КЯ в различных физико-географических условиях, в различные времена года и по данным разных МРЛ. Испытания показали, что алгоритм работает при любой многоячейковой облачности и при любом заданном минимальном размере КЯ.

Для проверки метода автокалибровки сети МРЛ по эталонному МРЛ, были проведены исследования характеристик КЯ, равноудаленных от двух МРЛ-5, расположенных в г. Зеленокумск и г. Ставрополь. Анализ данных о погрешностях показал, что несмотря на то, что в 2010 году в ручном режиме проводилась калибровка Зеленокумского локатора и вводилась корректировка константы локатора, автоматический режим обнаружил тенденцию к незначительному занижению показаний Зеленокумского локатора относительно Ставропольского.

В четвертой главе проводится анализ результатов исследования.

Исследования грозовой активности на Северном Кавказе выявили, что в среднем больше всего грозовых разрядов типа «облако-земля» встречается на высотах от 1000 до 2000 м, при этом в условиях высокогорья была обнаружена тенденция к линейному увеличению количества гроз с мая по

сентябрь. Детально изученные многолетние данные молниевой активности позволили выявить очаги грозовой активности, а также слепые зоны грозорегистрационной сети. Исследования также позволили определить распределение максимальных значений токов в каналах молниевых разрядов в зависимости от рельефа местности и выявить основные закономерности. Статистический анализ грозовой активности на исследуемой территории площадью около 173 тысяч км², за 2009-2020 гг. показал, что максимальное значение токов, зафиксированных на этой территории, равны 7 кА, как для положительной, так и для отрицательной полярности. При этом для отрицательной полярности характерен более пологий вид графика распределения значений токов. Доля отрицательных и положительных разрядов в общем количестве наземных разрядов на исследуемой территории за 2009-2020 гг. составляет 71,6% и 28,4% соответственно.

Установлено, что наибольшее количество мощных грозовых разрядов отрицательной полярности отмечается в июне над высотами от 1 до 2 км, а положительной полярности на той же высоте, но в мае. Отмечено, что мощные грозы положительной полярности чаще встречаются над высотами от 0.5 до 1 км, чем над высокогорьями, а для отрицательной полярности, наоборот, грозы чаще встречаются над высокогорьями, чем над нагорными плато.

В пятой главе предлагаются различные способы использования разработанных методов и программ.

Для усовершенствования и оптимизации операций по воздействию на грозовые процессы были разработаны методы автоматической идентификации КЯ, автокалибровки МРЛ, автоматической идентификации навеса радиоэха, а также метод сопоставления радиолокационной и наземной информации.

Для оптимизации радиолокационных наблюдений предложено:

– Использовать программу RadMet для автоматического мониторинга погодных условий в регионе противогрозовой защиты. Программа RadMet в автоматическом режиме скачивает данные метеостанции вокруг защищаемой

территории (ЗТ) с официального сайта Гидрометцентра РФ <http://meteoinfo.ru>, и накладывает информацию на карту местности.

В диссертации Жарашуева М.В. получены следующие новые научные результаты и выводы:

– Разработаны новые автоматизированные методы, алгоритмы и программы компьютерной идентификации и локализации КЯ, измерения их координат и комплекса параметров, определения тенденции развития, направления и скорости перемещения каждой ячейки.

– Выполнены исследования градовой активности территорий Северного Кавказа и Крыма с использованием метода автоматической идентификации КЯ.

– Определены погрешности радиолокационного измерения количества осадков в сравнении с данными наземной сети метеостанций и постов.

– Проведено комплексное исследование грозопеленгационной информации, данных радиолокационных сетей, наземных данных метеостанций и постов на Северном Кавказе с учетом характеристик подстилающей поверхности и разработанных в рамках диссертационной работы методов сбора и обработки метеорологической информации.

– Разработаны и внедрены программные комплексы для сравнения радиолокационной и наземной информации и автоматического распознавания дождевых, грозовых и градовых облаков по данным сети МРЛ.

– Разработан и запатентован осадкомер с увеличенной площадью водосбора, повышающий степень корреляции количества осадков с данными МРЛ.

– Разработан новый метод автоматической калибровки и контроля параметров МРЛ сети штормоповещения по эталонному МРЛ, позволяющий привести в соответствие показания всех МРЛ сети и уменьшить ошибки в системе оповещения.

- Разработан новый метод фильтрации аномального радиоэха.
- Разработан новый метод статистического анализа грозоградской активности с использованием карты рельефа местности, грозопеленгационной и радиолокационной информации.
- Впервые созданы методика и программа автоматического выделения навеса радиоэха градовых облаков.

Научная и практическая значимость полученных автором диссертации результатов заключается в следующем:

- предложенный метод и алгоритмы калибровки радиолокационной сети по эталонному МРЛ позволяют с наименьшими финансовыми затратами контролировать достоверность радиолокационной информации сети МРЛ (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017662371, 07.11.2017);
- разработанный автором метод автоматической идентификации КЯ (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017618059 от 21.06.2017) доведен до практического применения в противоградовых службах (имеется акт внедрения);
- разработанная автором методика автоматической калибровки МРЛ сети штормооповещения (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017662371 от 07.11.2017) может быть использована для калибровки существующей сети штормооповещения;
- разработанная автором методика сопоставления радиолокационной и наземной информации метеостанций и постов (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017662371 от 07.11.2017) внедрена в систему метеообеспечения (акт внедрения имеется);
- полученные карты распределения аномально-опасных грозоградных процессов по территории КБР использованы управлением МЧС РФ по КБР (акт внедрения имеется);

– результаты диссертационного исследования реализованы в общеобразовательных процессах в Кабардино-Балкарском государственном университете им. Х.М. Бербекова (имеется акт внедрения).

Работа являлась частью исследований в 2017-2019 годы по темам НИР ФГБУ «ВГИ», в которых автор являлся научным руководителем и ответственным исполнителем. Данные разработанного осадкомера (патент России № 2694274) могут быть использованы для дополнения существующей сети метеостанций и постов. Предложенные методы обработки данных могут быть использованы для комплексирования радиолокационной, гронопеленгационной и наземной информации, получения синтезированных карт, обеспечивающих повышение точности метеорологической информации при решении научных и практических задач (имеется акт внедрения).

Замечания:

1. Для оценки достоверности информации полезно показать связь между данными гронопеленгационной станции (ГПС) и наземными метеорологическими станциями. Сравнить число случаев, когда данные совпадают, когда ГПС дает ложную тревогу (метеостанции не подтверждают данные ГПС), а также пропуска гроз (метеостанция отмечает грозы, а ГПС нет). Радиус действия визуальных наблюдений метеостанции можно принять 10, 15 и 20 км.

2. Для того, чтобы делать выводы о цикличности градовой активности, необходимо проводить исследование с использованием более обширных данных.

3. Целесообразно более подробно осветить информацию о том, исследовалась ли цикличность грозовой активности ранее, если – да, то в каких регионах, по каким материалам и для каких периодов.

4. Желательно не отображать ракетные пункты на картах распределения молниевой активности по исследуемой территории.

5. В таблице 3.3. показано расхождение характеристик Зеленокумского и Ставропольского МРЛ. Данное расхождение незначительно. Желательно было указать более яркие примеры расхождений.

6. В диссертации в ряде рисунков не указаны градации. Некоторые надписи трудно читаемы.

Приведенные замечания не затрагивают основные выводы диссертационной работы и не снижают общей положительной оценки диссертации, в которой решена важная научная и народно-хозяйственная задача исследования опасных явлений погоды с использованием комплекса грозопеленгационной, радиолокационной и наземной информации. Основные положения и выводы диссертации достаточно аргументированы и хорошо обоснованы. Полученные научные результаты достоверны и доведены до практического использования. Материалы диссертации опубликованы в 12 работах из Перечня ВАК РФ, 3 работы в изданиях SCOPUS и Web of Science, имеется 2 патента на изобретение и зарегистрировано 9 программ для ЭВМ. Содержание диссертационной работы и ее основные результаты достаточно полно отражены в автореферате.

Таким образом, диссертация Жарашуева М.В. «Разработка методов и алгоритмов сопряжения и обработки метеорологических данных для целей противогодовой защиты и штормоповещения», является законченным трудом, в котором на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое крупное достижение в развитии перспективного направления в области физики облаков.

Диссертационная работа Жарашуева М.В. отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», принятых Постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой

степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.18-
Науки об атмосфере и климате.

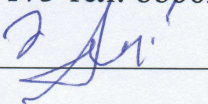
Официальный оппонент

Сенов Хамиша Машхариевич,

доктор физико-математических наук, заведующий
кафедрой мехатроники и робототехники ФГБОУ ВО
«Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова», г. Нальчик.

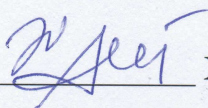
Адрес: г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173 тел. 8866240-4806.

E-mail: xmsenov@mail.ru

 Х.М. Сенов

«24» апреле 2024 г.

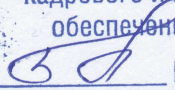
Я, Сенов Хамиша Машхариевич, даю согласие на включение своих
персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета,
и их дальнейшую обработку.

«24» апреле 2024 г.  Х.М. Сенов

Подпись Х.М. Сенова заверяю.
Начальник управления кадрового и
Правового обеспечения Т.К. Дышеков

ФГБОУ ВО _____ Т.К. Дышеков

« _____ » _____ 2024 г.

Подпись Сенцова Х.М. заверяю
Зам. начальника управления
кадрового и правового
обеспечения КБГУ
 М.В. Арипшева
«24» 04 2024 г.

