

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Жарашуева Мурата Владимировича «Разработка методов и алгоритмов сопряжения и обработки метеорологических данных для целей противогодовой 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 грозо-градовых процессов с помощью комплексного анализа грозопеленгационной, радиолокационной и наземной информации, безусловно, является важной задачей. Именно эта задача решается в диссертации Жарашуева М.В. Поэтому актуальность темы не вызывает сомнения.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложения. Общий объем составляет 318 страницы машинописного текста, включая 12 таблиц, 117 рисунков, список используемой литературы из 317 наименований работ. По теме диссертации опубликованы 56 научные работы, в т.ч. 19 статей опубликованы в ведущих российских научных периодических изданиях, включенных в Перечень, определенный ВАК для публикации результатов научных исследований, 5 работ опубликованы в изданиях из баз Scopus и Web of Science, получено три патента РФ и 89 свидетельств на регистрацию программы.

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 кв.м, 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 градовые 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 противоградовой 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 диссертации 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 грозоградовой 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 грозоградовых процессов по территории КБР использованы управлением МЧС РФ по КБР (акт внедрения имеется);

– результаты 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, грозопеленгационной 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 грозопеленгационной 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.

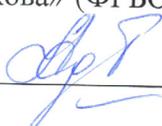
Приведенные замечания не затрагивают основные выводы работы и не снижают общей положительной оценки диссертации, в которой решена важная научная и народно-хозяйственная задача исследования опасных явлений погоды с использованием комплекса грозопеленгационной, радиолокационной и наземной информации. Основные положения и выводы диссертации достаточно аргументированы и хорошо обоснованы. Содержание диссертации 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 противорадовой 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.

Диссертация Жарашуева М.В. отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», принятых Постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор заслуживает присуждения искомой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.18 - Науки об атмосфере и климате.

Официальный оппонент

Аджиева Аида Анатольевна, доктор физико-математических наук по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология, профессор кафедры «Высшая математика и информатика» ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова» (ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ), г. Нальчик.

«10» марта 2026 г.  А.А. Аджиева

Я, Аджиева Аида Анатольевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«10» марта 2026 г.  А.А. Аджиева

Подпись А.А. Аджиевой заверяю.

Начальник управления кадровой политики
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ

  Ташева Г.Р.

«10» марта 2026 г.