

УДК 551.578.7

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ГРОЗО-ГРАДОВЫХ ПРОЦЕССОВ В РАЙОНЕ Г. НАЛЬЧИКА

Кущев С. А.

*Младший научный сотрудник, отдела Активных воздействий
ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»,
г. Нальчик, Россия*

Аннотация

Район г. Нальчика характеризуется высокой повторяемостью опасных конвективных явлений, прежде всего гроз, ливневых осадков и града. Значительная частота и интенсивность данных процессов обусловлены совокупным воздействием орографических, термических и циркуляционных факторов, связанных с близостью Скалистого хребта и сложным горным рельефом. В статье рассматриваются физико-географические условия формирования грозо-градовых процессов, особенности их пространственно-временной эволюции и траектории перемещения в предгорной зоне Центрального Кавказа.

На основе данных 23-летних непрерывных наблюдений проанализирована повторяемость градоопасных конвективных ячеек и их влияние на территорию г. Нальчика. Приведен анализ одного из наиболее интенсивных случаев градобития, произошедшего 13 апреля 2024 г., сопровождавшегося выпадением крупного града, формированием значительных аккумуляций льдисто-водяной массы и нарушением функционирования городской транспортной инфраструктуры. Полученные результаты подчеркивают высокую степень градоопасности исследуемого района и обосновывают необходимость дальнейшего развития систем мониторинга, прогноза и активного воздействия на градовые процессы.

Ключевые слова: грозо-градовые процессы, град, конвективные ячейки, орография, Скалистый хребет, Нальчик, опасные метеорологические явления, активные воздействия, аккумуляция града.

***FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF THUNDERSTORM-HAIL
PROCESSES IN THE AREA OF NALCHIK***

Kushchev S. A.

*Junior Researcher of the Department of Active Influences Highland Geophysical
Institute, Nalchik,
Russian Federation*

Abstract

The area of Nalchik is characterized by a high frequency of hazardous convective phenomena, primarily thunderstorms, heavy rainfall, and hail. The significant recurrence and intensity of these processes are determined by the combined influence of orographic, thermal, and circulation factors associated with the proximity of the Rocky Ridge and the complex mountainous terrain. The paper examines the physical and geographical conditions of thunderstorm-hail formation, as well as the spatial and temporal evolution and movement trajectories of convective cells in the foothill zone of the Central Caucasus.

Based on data from 23 years of continuous observations, the recurrence of hail-producing convective cells and their impact on the territory of Nalchik are analyzed. A detailed analysis of one of the most intense hail events, which occurred on April 13, 2024, is presented. This event was accompanied by heavy hailfall, the formation of significant ice-water accumulations, and disruption of urban transport infrastructure. The obtained results confirm the high hail hazard of the studied area and justify the need for further development of monitoring systems, forecasting methods, and active weather modification measures.

Keywords: thunderstorm-hail processes, hail, convective cells, orography, Rocky Ridge, Nalchik, hazardous weather phenomena, weather modification, hail accumulation.

Город Нальчик расположен в непосредственной близости к северным склонам Скалистого хребта, который является одним из ключевых орографических центров инициирования глубокой конвекции на территории Центрального Кавказа (рис. 1)[1]. Сложный горный рельеф, значительные абсолютные высоты и резкие перепады высот способствуют усилению восходящих движений воздуха, что создает благоприятные условия для формирования мощных кучево-дождевых облаков (Cb) и развития грозо-градовых процессов. Если обратить внимание на рисунок 1, то на нем черной линией обозначена граница Скалистого хребта, точками обозначены места появления радиоэха градовых облаков [2].

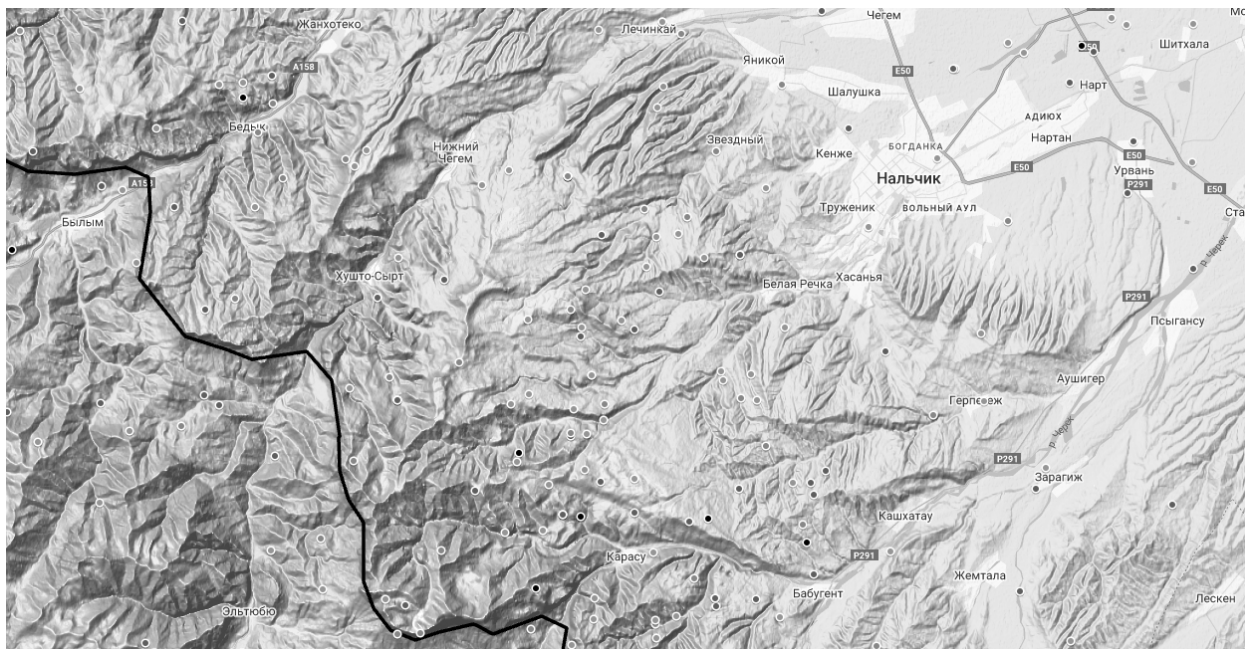


Рис.1 Район формирования грозо-градовых ячеек

В теплый период года важную роль играет интенсивный прогрев подстилающей поверхности предгорной зоны, приводящий к формированию

выраженной термической неустойчивости атмосферы. Высокие значения приземной температуры в сочетании с повышенным влагосодержанием воздушных масс, поступающих из акваторий Черного и Каспийского морей, обеспечивают значительные запасы конвективной потенциальной энергии (CAPE). В условиях орографического подъема это способствует быстрому росту конвективных ячеек и интенсификации микрофизических процессов внутри облаков, включая активное градообразование. Если рассмотреть более детально участок южнее Нальчика тут расположен хребет (массив) Ак-кая (рис. 2), в переводе с балкарского "Белая скала" который включает в себя вершины: Каракая (3646 м), Ак-кая (3359 м), Бодула (2923 м), и Хунгу тёбе (3058м). Склон массива сильно прогревается, что дает мощные восходящие потоки.



Рисунок 2. Массив Ак-кая

Дополнительным фактором является система горно-долинной циркуляции, характерная для данного региона. Долинные ветры способствуют переносу сформировавшихся грозо-градовых ячеек с горных районов в сторону предгорной зоны, где расположен г. Нальчик. В результате город и прилегающие

Дневник науки | www.dnevnikaui.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

сельскохозяйственные угодья регулярно оказываются в зоне воздействия интенсивных градовых выпадений [3].

Основу экспериментального материала, используемого в работе, составили данные, полученные с помощью метеорологического радиолокатора МРЛ-5, расположенного на научно-исследовательском полигоне Высокогорного геофизического института (НИП ВГИ). Территория наблюдений за градовыми облаками, находящаяся в радиусе обзора радиолокационной станции ВГИ, включает Кабардино-Балкарскую Республику, юго-восток Ставропольского края и западные районы РСО-Алания. Радиолокационные исследования проводились в период с 2003 по 2025 гг [4].

За период 23-летних непрерывных наблюдений в пределах исследуемой территории было зафиксировано формирование 88 градоопасных конвективных ячеек. Из них 65 ячеек имели траекторию перемещения в районе г. Нальчика и сопровождались значительным социально-экономическим ущербом. В результате градобитий были повреждены транспортные средства, кровли зданий, элементы городской инфраструктуры, а также сельскохозяйственные культуры, включая посевы и яблоневые сады, расположенные в окрестностях города.

Одно из наиболее интенсивных градобитий последних лет произошло 13 апреля 2024 г. Грозо-градовое облако сформировалось примерно в 5 км к северу от селения Нижний Чегем, после чего начало перемещаться вдоль ущелья, а затем в направлении г. Нальчика. В пределах городской территории данное конвективное образование проявилось в виде сильного ливня, сопровождавшегося выпадением града, мощность отложений которого достигала 7 см (рис. 3).



Рисунок 3. Градобитие в г. Нальчик 13.04.2024

Вследствие орографических и гидродинамических особенностей рельефа массы града были смыты в пониженные участки города, где сформировались аккумуляции льдисто-водяной массы мощностью до 60 см, что привело к полной парализации автомобильного движения на отдельных участках улично-дорожной сети (рис. 4).



Рисунок 4. Аккумуляция льдисто-водяной массы 13.04.2024

Факты, приведенные в статье, обуславливают актуальность детального изучения условий формирования и эволюции грозо-градовых процессов в данном районе, в том числе проведение воздействий с целью модификации погоды с помощью наземных генераторов йодистого серебра и ракетных установок, а также разработки методов их оперативного мониторинга и оценки ущерба [5].

Проведенное исследование показало, что район г. Нальчика относится к территориям с повышенной повторяемостью и интенсивностью грозо-градовых процессов. Ключевую роль в их формировании играет орографический фактор, связанный со склонами Скалистого хребта и массивом Ак-кая, где в условиях

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

интенсивного прогрева подстилающей поверхности формируются мощные восходящие потоки, способствующие развитию глубокой конвекции.

Анализ многолетних наблюдений свидетельствует о том, что значительная часть градоопасных конвективных ячеек имеет траектории перемещения, направленные в сторону г. Нальчика, что обуславливает регулярное воздействие града на городскую и сельскохозяйственную инфраструктуру. Рассмотренный случай градобития 13 апреля 2024 г. наглядно демонстрирует потенциальную опасность подобных явлений, включая формирование экстремальных аккумуляций льдисто-водяной массы и парализацию транспортного сообщения.

Полученные результаты подтверждают актуальность комплексного изучения грозо-градовых процессов в предгорных районах Центрального Кавказа и необходимость совершенствования методов их оперативного мониторинга, прогноза и активного воздействия с целью снижения социально-экономического ущерба.

Библиографический список

1. Емузова Л.З. Физическая география Кабардино-Балкарской Республики: учебник для 8 классов общеобразовательных учреждений / Нальчик: Эльбрус, 2014. - 245 с
2. Федченко Л.М., Гораль Г.Г., Беленцова В.А., Мальбахова. Н.М. Опасные конвективные явления и их прогноз в условиях сложного рельефа. - М.: Гидрометеиздат, 1991. 425 с.
3. Инюхин В.С., Суспицына Ю.В., Кущев С.А. Климатологические особенности выпадения града в двух регионах центрального Кавказа на начало XXI века // «Труды ВГИ» Выпуск 100 стр. 44-52 Уфа 2017
4. Инюхин В.С., Лиев К.Б., Макитов В.С. Кущев С.А. Радиолокационные исследования распределения зон формирования первого радиоэха градовых облаков. // Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 2016, том 52, № 6, с. 691-698 DOI: 10.7868/S0002351516060080

5. Лиев К.Б., Кущев С.А., Шаповалов В.А. О возможности использования комбинированного метода активных воздействий на градовые облака // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 7(145).