

РАДИОЛОКАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОТИВОГРАДОВОЙ СЛУЖБЫ В КАХЕТИИ

¹Абаиадзе О.А., ¹Авлохашвили Х.В., ²Амиранашвили А.Г., ¹Дзодзуашвили У.В.,
²Кириа Дж.К., ¹Ломтадзе Дж. Д., ¹Осепашвили А.Р., ¹Саури И.П., ¹Телия Ш.О.,
¹Хеташвили А.А., ^{1,2}Цхведиашвили Г.Н., ²Чихладзе В.А.

¹Научно-технический центр «Дельта»

²Институт геофизики им. Михаила Нодиа Тбилисского государственного университета им.
И. Джавахишвили, 0160, Тбилиси, ул. М. Алексидзе, 1, avtandilamiranashvili@gmail.com

По обширным материалам многолетних аэрологических, радиолокационных и градодождемерных наблюдений ранее была исследована радиолокационная структура конвективных облаков на различных стадиях их развития и разработаны методы распознавания их градоопасности. Выявлены семь аэрологических и радиолокационных параметров, которые находятся в тесной корреляционной связи с градовыми явлениями, определены статистические вероятности выпадения града в зависимости от величины каждого из этих параметров и установлен единый показатель градоопасности, зависящий от комплекса этих параметров (А. И. Карцивадзе, А.Д. Бичиашвили, Т.Г. Салуквадзе, В.А. Лапинская, Р.И. Дореули, А.И. Боровиков, В.В. Костарев и др.) [1-4].

Упомянутый показатель широко использовался в практических работах по активным воздействиям на градовые процессы, как в Грузии, так и в ряде союзных республик, а также в Болгарии и Венгрии. С использованием этих же предикторов позднее был выполнен многомерный регрессионный анализ и получено решающее правило для разделения градовых и неградовых облаков. Диагноз вида конвективных осадков по данным радиолокационных и аэрологических измерений выполнен также с использованием метода обобщенного портрета, что позволило установить весьма надежный критерий разделения градовых и ливневых облаков (А. И. Карцивадзе, М.В. Алания, Э.И. Хелая, Т.Г. Глазкова, Д.К. Кириа и др.) [4-7]. После прекращения работ по борьбе с градом в Грузии [8] работы по анализу обширного материала радиолокационных наблюдений за конвективными облаками были продолжены. В частности, был проведен целый ряд работ по изучению динамики развития кучево-дождевых облаков и ультракраткосрочному прогнозированию радиолокационному прогнозированию их градоопасности. Такое прогнозирование позволяло проводить операции воздействия на градоопасные облака на ранней стадии их развития, а также исключать воздействие на облака неградового развития (Т.Г. Салуквадзе, Э.И. Хелая, Д.К. Кириа, А.Ш. Балавадзе, З.И. Зурашвили и др.) [9-12].

Особое внимание уделялось созданию эмпирических радиолокационных моделей конвективных облаков (Т.Г. Салуквадзе, Э.И. Хелая, Р.И. Киладзе, А.Ш. Балавадзе и др.) [13-16]. В качестве примера на рис. 1 и 2 представлены горизонтальный и вертикальный разрезы радиозахвата одноячейкового, мультячейкового и суперячейкового конвективного облака [13-15]. Радиолокационные наблюдения были проведены с помощью усовершенствованного радиолокатора МРЛ-5, способного представлять информацию в виде контуров изоэха [17]. Радиолокаторы типа МРЛ-2 и МРЛ-5 были размещены на полигонах Противоградовой службы Грузии (всего около 20 радиолокаторов), которые заменили устаревший радиолокатор типа АРС и СОН-4.

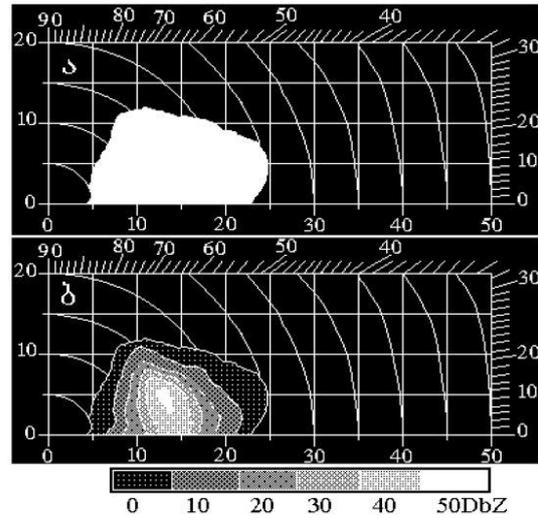
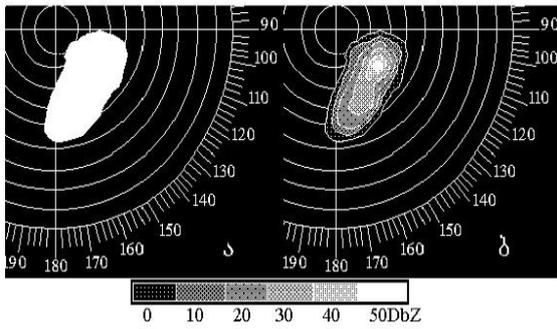
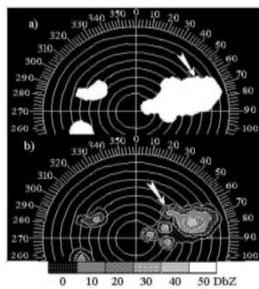
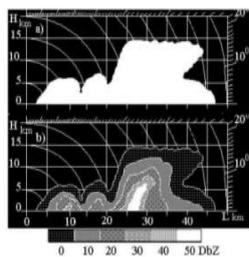


Рис.1

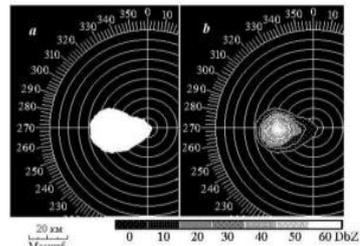
Горизонтальный (слева) и вертикальный (справа) разрез радиоэха одноячейкового конвективного облака.



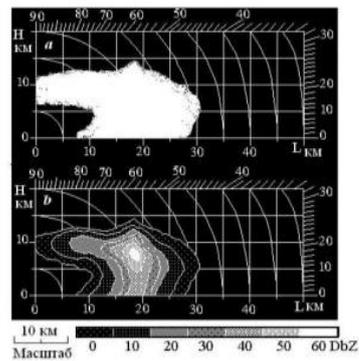
Фотографии индикатора кругового обзора радиолокатора типа МРЛ-5 с аналоговым (а) и дискретным (б) изображениями радио эха многоячейкового конвективного облака



Фотографии индикатора "Дальность-высота" радиолокатора типа МРЛ-5 с аналоговым (а) и дискретным (б) изображениями радио эха многоячейкового конвективного облака.



Аналоговое (а) и дискретное (б) изображения радиоэха суперячейкового кучево-дождевого облака на индикаторе кругового обзора радиолокатора МРЛ-5 ($\lambda=3,2\text{см}$)



Аналоговое (а) и дискретное (б) изображения радиоэха суперячейкового кучево-дождевого облака на индикаторе "Дальность-высота" радиолокатора МРЛ-5 ($\lambda=3,2\text{см}$)

Рис. 2

Горизонтальный и вертикальный разрез радиоэха многоячейкового (слева) и суперячейкового (справа) конвективного облака.



Рис. 3
Радиолокатор СОН-4.

На рис. 3 представлена фотография радиолокатора СОН-4.

После прекращения работ по активным воздействиям на атмосферные процессы во многих странах мира эти работы были продолжены [8,17], и наряду с созданием новой техники радиолокационных наблюдений за облаками [17,18] и средствами воздействия [17,19,20], было проведено совершенствование методологии диагностики градоопасности облаков, а также стратегии их засева различными реагентами [17,21,22].

В частности, в Кахетии до середины восьмидесятых годов прошлого столетия по значению комплексного радиолокационного показателя градоопасности K [3], полученному по данным семи радиолокационных и аэрологических параметров, облака условно подразделялись на пять групп: 1) неградовые $K=0$; 2) малоградовые – $0 < K \leq 15$; 3) градоопасные - $15 < K \leq 55$; 4) весьма градоопасные - $55 < K \leq 99$; 5) градоносные - $K > 99$.

Облака первой группы воздействию не подвергались. Облака второй группы, в преобладающем большинстве случаев, также воздействию не подвергались, особенно если K либо уменьшалось, либо оставалось неизменным. Облака третьей группы подвергались воздействию, когда K росло, либо изменялось незначительно. Облака четвертой группы в преобладающем большинстве случаев подвергались воздействию. Облака пятой группы подвергались воздействию практически во всех случаях.

В последние десятилетия было введено несколько новых критериев, посредством которых конвективные облака подразделяются на категории градоопасности. При этом, количество категорий в различных странах различное [17,21,22].

Так, в бывшем Советском Союзе (в том числе и в Грузии) с начала-середины 80-х годов прошлого столетия, а в настоящее время в ряде стран СНГ и в России используются 4 категории градоопасности облаков [17]. Унифицированная стратегия засева заключается в том, что в зависимости от категории градоопасности используется засев, кратный номеру категории (однократный засев облаков первой категории и т.д.) в соответствие со специальной рекомендуемой формулой для дозировки льдообразующего реагента, учитывающей тип противоголового изделия, площадь засева и др. [17].

Следует отметить, что по мере накопления новой информации диагностика градоопасности облаков, выбор места засева и др. постоянно совершенствуются [17]. В качестве примера в табл. 1-3 приведены значения критериев градоопасности, используемых в России, в соответствие с руководящими документами по противоголововым работам РД 52.37.596_1998 и РД 52.37.731_2010. Как следует из этих табл. 1 и 2, в РД 52.37.731_2010 уточнились критерии градоопасности для объектов воздействия (ОВ) 1-ой и 2-ой категорий.

Табл. 1

Критерии градоопасности облаков в соответствии с РД 52.37.596-98.

Категория ОБ	Критерии градоопасности	
	I	$1 < \Delta H_{Z_m} < 4$ км
II	$\Delta H_{35} > 2.5$ км	$35 < Z_m < 55$ dBZ
III	$\Delta H_{45} > 3$ км	$Z_m > 55$ dBZ
IV	$\Delta H_{45} > 4$ км	$Z_m > 65$ dBZ

Табл. 2

Критерии градоопасности облаков в соответствии с РД 52.37.731_2010.

Категория ОБ	Критерии градоопасности	
	I	$0 < \Delta H_{Z_m} < 5$ км
II	$\Delta H_{35} > 3$ км	$Z_m \geq 45$ dBZ
III	$\Delta H_{45} \geq 3$ км	$Z_m \geq 55$ dBZ
IV	$\Delta H_{45} > 4$ км	$Z_m > 65$ dBZ

ΔH_{Z_m} , км – высота максимума радиоэха над уровнем изотермы 0°C H_0 ;

Z_m максимальная отражаемость объекта воздействия на длине волны $\lambda = 10$ см;

ΔH_{35} и ΔH_{45} , км – превышение над уровнем H_0 высот верхней границы объемов радиоэха с $Z_{10} = 35$ и 45 dBZ, соответственно.

Следует также отметить, что авторы РД 52.37.731_2010 и [17], учитывая большие сложности в борьбе с градобитиями, не настаивают на какой-либо определенной методике диагностики градоопасности облаков. Для примера, в табл. 3 приведены рекомендуемые для противорадовых служб критерии градоопасности облаков, отличающиеся от табл. 2.

Табл. 3

Критерии градоопасности облаков в соответствии с приложением Е.1 РД 52.37.731_2010 (РД 52.37.731_2010).

Категория ОБ	Критерии градоопасности		Степень градоопасности в зависимости от высоты повышенного радиоэха H_{30}	
			$< 1.5 H_0$	$\geq 2 H_0$
I	$H_{30} > 2H_0$	$25 < Z_m < 45$ dBZ	0.1 – 0.2	0.3 – 0.4
II		$Z_m \geq 45$ dBZ	0.3 – 0.4	0.6 – 0.8
III	$H_{45} > 2H_0$	$Z_m \geq 55$ dBZ	0.9 – 1.0	
IV		$Z_m > 65$ dBZ		
H_{30} и H_{45} – высоты над уровнем моря верхней границы радиоэха $Z_{10} = 30$ и 45 dBZ.				

В Болгарии используется методология диагностики градоопасности облаков с подразделением их на 5 категорий [21] (напомним, что формально 5 категорий диагностики облаков использовались в Кахетии до середины 80-х годов прошлого столетия [3]). Подробно Болгарская методология определения категорий градоопасности и стратегия засева облаков представлена в табл. 4.

Табл. 4

Категории градоопасности, используемые в Болгарии

	Zmax, dBz	ΔH , dBz	Развитие ячейки	Засев
I	$45 \leq Z \leq 50$	$\Delta H_{45} \geq 1.5 \text{ км}$	Слабый рост, с Zmax 15-25dBZ, Медленно достигает Zmax 35-40dBZ, $H_{15dBz} \geq H_{10^\circ C}$. Слабый градиент радиолокационной отражаемости. Zmax 45dBz появляется на высоте $\leq H_{10^\circ C}$ и медленно растет по высоте	Продолжение наблюдений. Если ΔH_{45dBz} рост превышает 2 км, ячейка засеивается.
II	$40 \leq Z < 45$	$\Delta H_{40} \geq 3 \text{ км}$	Быстрый рост с Zmax 15-25dBZ. Zmax достигает 35-40 dBZ за 1-2 мин. Сильный градиент радиолокационной отражаемости и рост ячейки по всем направлениям. $H_{15dBz} \geq H_{20^\circ C}$	Ячейка засеивается с целью раннего осадкообразования
III	$45 \leq Z < 50$	$\Delta H_{45} \geq 2.5 \text{ км}$	Интенсивное формирование области с 45dBz $H_{45dBz} \geq H_{10^\circ C}$	Ячейка засеивается при появлении 45dBz
IV	$50 \leq Z < 55$	$\Delta H_{45} \geq 3.0 \text{ км}$	Градовая ячейка	Незамедлительный засев
V	$Z \geq 55$	$\Delta H_{45} \geq 4.0 \text{ км}$	Градовая ячейка	Незамедлительный засев
Стратегия засева				
С момента диспергирования реагента до роста частиц до конкурирующих размеров требуется время около 3 минут. При этом уровень внесения реагента выбирается так, чтобы горизонтальное сечение области диффузии облака достигало уровня $-10^\circ C$ в момент, когда частицы реагента достигают конкурирующих размеров.				

Наконец, в табл. 4 представлена информация о критериях идентификации градоопасных и неградоопасных облаков на западе Китая [22]. Как следует из этой таблицы, авторы [22] подразделяют конвективные облака всего на три категории: грозовые облака, облака с градом слабой интенсивности и облака с интенсивным градом.

Табл. 5

Критерии идентификации градоопасных и неградоопасных облаков на западе Китая

Тип облака	H_{45dBZ} (км)	T_{45dBZ} ($^\circ C$)
Интенсивный град	≥ 8.0	≤ -20
Слабый град	7.0–8.0	14 to -20
Грозовое облако	< 7.0	> -14

H_{45dBZ} , уровень верхней границы радиолокационной отражаемости $> 45 \text{ dBZ}$;
 T_{45dBZ} , температура воздуха на этом уровне

В Грузии весной 2015 года в соответствии с программой восстановления противоградových работ [23,24], впервые за все годы радиолокационных наблюдений за облаками, в селе Чотори Сигнахского муниципалитета введен в эксплуатацию современный метеорологический радиолокатор С-диапазона Meteor 735CDP10 фирмы Selex ES (Германия) [18,25,26] (рис. 2-4).



Рис. 2
Сборка защитного купола радиолокатора Meteor 735CDP10.



Рис. 3
Монтаж радиолокатора Meteor 735CDP10.



Рис. 4
Метеорологический радиолокатор С-диапазона Meteor 735CDP10 в с. Чотори (слева направо, Н.Джавахишвили, А.Амиранашвили, Х.Чаргазия, В.Банеташвили, М.Митин).

Радиолокатор позволяет идентифицировать градоопасные и градовые облака, определяет интенсивность осадков и др. и с конца мая 2015 года вместе со средствами воздействия [27,28] используется для работ по борьбе с градом в Кахетии. Подробно продукты локатора описаны в [26]. Ниже представлены лишь примеры диапазонов действия радиолокатора по расстоянию.

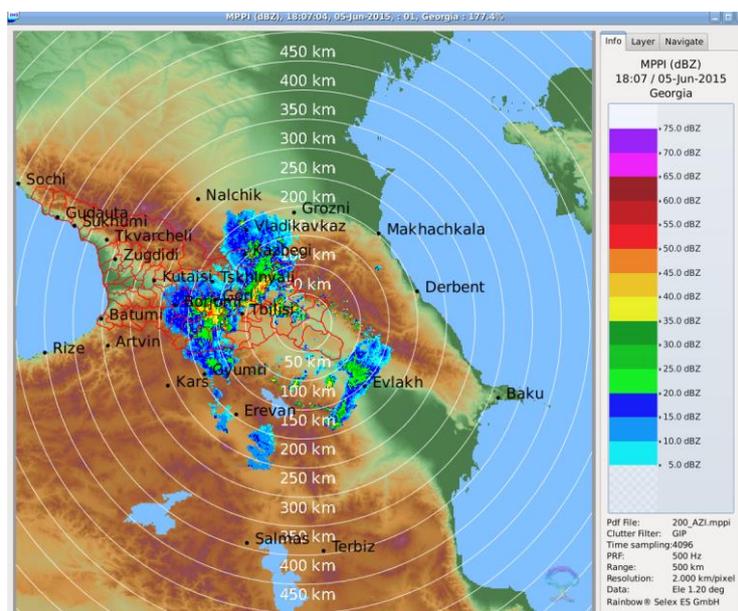


Рис. 5

Пример обзорных радиолокационных наблюдений за облачностью в радиусе до 400 км 17 июля 2015 г.

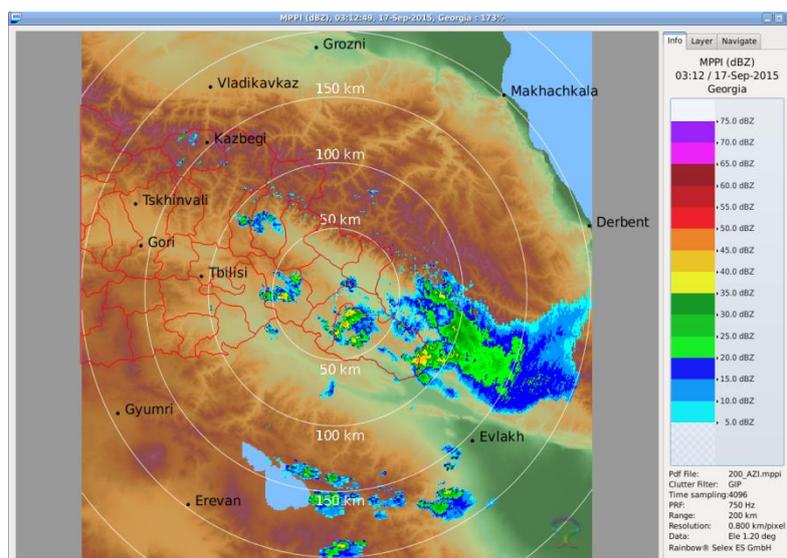


Рис. 6

Пример радиолокационных наблюдений за облачностью в радиусе до 200 км 17 сентября 2015 г.

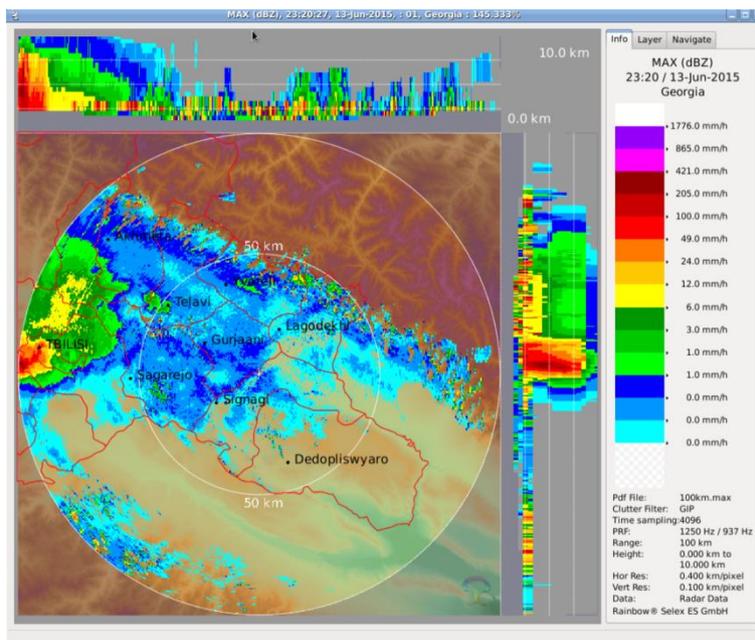


Рис. 7

Пример радиолокационных наблюдений за интенсивностью осадков в радиусе до 100 км 13 июня 2015 г. во время известного катастрофического наводнения в Тбилиси.

На рис. 5-7 представлены примеры радиолокационных наблюдений за облачностью для трех диапазонов расстояний от места его установки. В диапазоне расстояний до 400 км можно вести обзорные наблюдения за облачностью (рис. 5). Эти наблюдения – качественные. В диапазоне расстояний до 200 км можно количественно определить различные радиолокационные характеристики облаков (рис. 6) [26]. Рабочий диапазон радиолокационных наблюдений за облаками – до 100 км (рис. 7). В этом диапазоне можно определить подробную радиолокационную структуру облаков, как в 2D, так и 3D форматах, оценить их градоопасность и принять решение о проведении активных воздействий. Отметим, что в режиме работы до 400 км и 200 км наблюдения можно проводить за метеорологическими процессами далеко за пределами территории Грузии (рис. 5 и 6).

Литература

1. Бичиашвили А.Д., Дореули Р.И., Лапинкас В.А., Карцивадзе А.И., Салуквадзе Т.Г. Некоторые характеристики радиолокационных отражений от ливневых осадков и града. Труды Всесоюзного Научного Сопевания по активным воздействиям на градовые процессы, Издательство АН ГССР, "Мецниереба", Тбилиси, 1964, с. 193-209.
2. Боровиков А.М., Дореули Р.И., Карцивадзе А.И., Костарев В.В., Лапинкас В.А., Салуквадзе Т.Г. Радиолокационные характеристики градовых облаков. "Физика облаков". Сборник трудов Института геофизики АН ГССР. Тбилиси, Издательство АН ГССР, 1967, с. 176-189.
3. Карцивадзе А.И., Салуквадзе Т.Г., Лапинкас В.А. Некоторые вопросы методики воздействия на градовые процессы с использованием противоградовой системы «Алазани». Тр. Института геофизики АН ГССР, т. 36, Тбилиси, Мецниереба, 1975, с. 13-27.
4. Институт геофизики – 50 (под редакцией Б.К.Балавадзе). Тбилиси, «Мецниереба», 1983, с. 94-116.
5. Алания М., Карцивадзе А., Хелая Э. Применение метода многомерной корреляции для распознавания градовых и ливневых облаков. Сообщ. АН ГССР. Тбилиси, «Мецниереба», т. 84, №2, 1976, с. 357-360.

6. Карцивадзе А., Хелая Э, Кирия Дж. К вопросу оптимального подбора предикторов в задаче радиолокационного диагноза вида конвективных осадков. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР. Тбилиси, «Мецниереба», 1977, т. 40, с. 55-61.
7. Карцивадзе А., Глазкова Т., Хелая Э. Опознавание градовых облаков по методу обобщенного портрета. Тр. Инст-та геофизики АН ГССР. Тбилиси, «Мецниереба», 1980, 47, с. 58-67.
8. Амиранашвили А.Г., Бахсолиани М.Г., Бегалишвили Н.А., Бериташвили Б.Ш., Рехвиашвили Р.Г., Цинцадзе Т.Н., Читанава Р.Б. – О необходимости возобновления работ по искусственному регулированию атмосферных процессов в Грузии, Межд. научно-техн. конф. «Проблемы гидрометеорологии и экологии», посвящ. 60-летию со дня основания института и 100-летию со дня рожд. его первого директора В.П. Ломинадзе, Тбилиси, 28-30 мая 2013, Тр. Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии, ISSN 1512 – 0902, т.119, Тбилиси, 2013, с. 144 - 152.
9. Карцивадзе А.И., Балавадзе А.Ш., Зурашвили З.И., Салуквадзе Т.Г., Хелая Э.И. - Динамика развития кучево-дождевых облаков и прогнозирование их градоопасности. В кн. "Активные воздействия на градовые процессы и перспективы усовершенствования льдообразующих реагентов для практики активных воздействий" Труды Всесоюзного семинара в Москве. М., Гидрометиздат, 1991, с. 267-273.
10. Балавадзе А.Ш., Зурашвили З.И., Салуквадзе Т.Г., Хелая Э.И. Прогнозирование градоопасности конвективных облаков. Активные воздействия на гидрометеорологические процессы. Труды Всесоюзной конференции, Нальчик, книга II. Санкт-петербург, Гидрометеоздат, 1995. 130-135.
11. Balavadze A., Zurashvili Z., Salukvadze T., Khelaya E. - On the Possibility of Operational Forecasting of Hail Dangerousity of Convective Clouds. J. of Georgian Geophysical Society Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Cosmic Rays. Vol. 1, Tbilisi. 1996, pp. 59-64.
12. Kiria J., Khelaia E. - Reliability Estimation of Radiolocational Recognition Algorithms of CloudBurst and Hail Clouds. J. of Georgian Geophysical Society, Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Cosmic Rays. Vol. 2B, Tbilisi, 1997, p. 23-28.
13. Салуквадзе Т.Г., Хелая Э.И., Киладзе Р.И. - Радиолокационные характеристики одноячейкового конвективного облака Кахетинского региона Грузии. Труды Института геофизики им. М. Нодиа, Тбилиси 2008, т. LX, с. 237 – 241.
14. Salukvadze T., Khelaia E., Balavadze A. - The Empirical Radar Model of Multicell Convection Clouds, J. of Georgian Geophysical Society. Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, ISSN 1512-1127, vol. 11B, Tbilisi, 2006, pp. 22-27.
15. Салуквадзе Т.Г., Хелая Э.И., Балавадзе А.Ш., Киладзе Р.И. Эмпирическая радиолокационная модель суперячейкового конвективного облака. Сборник трудов, посвященный 75-летию со дня основания Института геофизики, Тбилиси 2008. т. LX, с.242-246.
16. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж. Д., Саури И.П., Чихладзе В.А. Некоторые характеристики градовых процессов в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 65, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2015, с. 77-100.
17. Абшаев А.М., Абшаев М.Т, Барекова М.В., Малкарова А.М. Руководство по организации и проведению противоградовых работ. ISBN 978-5-905770-54-8, Нальчик, “Печатный двор”, 2014, 500 с.
18. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж. Д., Саури И.П., Чихладзе В.А. Метеорологические радары и радиолокационное обеспечение активных воздействий на атмосферные процессы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 65, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2015, с.101-112.
19. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Чихладзе В.А. – Противоградовые ракеты типа земля-воздух. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, ISSN 1512-1135, том. 64, Тбилиси, 2013, с. 151-159.
20. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж. Д., Саури И.П., Чихладзе В.А. Средства воздействия на атмосферные процессы в Кахетии. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 65, ISSN 1512-1135, Тбилиси, 2014, с. 113-120.
21. ცინცაძე თ., ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., სალუქვაძე მ. საქართველოში სეტყვასთან და ზვავებთან ბრლის სამუშაოთა განახლების საკითხისათვის. საქართველოს ტექნიკური

- უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, ISBN 978-9941-0-6156-1, თბილისი, 2013, 78 გვ.
22. Guo Xueliang, Fu Danhong, Li Xingyu, Hu Zhaoxia, Lei Henchi, Xiao Hui, Hong Yanchao. Advances in cloud physics and weather modification in China. Advances in atmospheric sciences, vol. 32, February 2015, pp. 230–249.
 23. ამირანაშვილი ა., გლოტი ნ., დოდზუაშვილი უ., ლომთაძე დ., ჩიხლაძე ვ. ო ვოზობნოვლენი პროტივოგრადოვოვ რაბოთ ვ გრუზიი. მეჯუდნაროდნა კონფერენცია “აქტუალნე პრობლემე გეოფიზიკი”. მატერიალე ნაუნჩი კონფერენცია, პოსვიაჟენი 80 – ლეთიუ სო დნა ოსნოვანი ინსტიტუტი გეოფიზიკი. ტბილესი, 2014, ს. 208-212.
 24. ამირანაშვილი ა.გ., გლოტი ნ.ა., დოდზუაშვილი უ.ვ., ლომთაძე დ.დ., ჩიხლაძე ვ.ა. ო ვოსტანოვლენი სლუჯბე ბორბე ს გრადოვ ვ კახეთინსკოვ რეგიონე გრუზიი. დოკლადე ვსეროსიისკოვ ოტკრითი კონფერენცია პო ფიზიკე ობლაკოვ ი აქტივნე ვოდეივსთვია მ ნა გიდრომეტეოროლოგიკესე პროცესე, პოსვიაჟენი 80-ლეთიუ ელბრუსკოვ ვისოკოგორნი კომპლესნი ექსპედიცია ან სსსრ, 7-9 ოქტაბრე 2014 გ., ჯაჟე 2, ფგბუ «ვისოკოგორნი გეოფიზიკესი ინსტიტუტი», ნალჩიკ, 2015, ს. 132-139.
 25. Amiranashvili A.G., Chikhladze V.A., Dzodzuashvili U.V., Ghlonti N.Ya., Sauri I.P. Reconstruction of Anti-Hail System in Kakheti (Georgia). Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, v.18B, 2015, pp. 92-106.
 26. ავლოხაშვილი ხ.ვ., ბანეტაშვილი ვ.გ., გელოვანი გ.ტ., ჯავახიშვილი ნ.პ., კაიშაური მ.ნ., მითინ მ.ნ., სამხარაძე ი.ნ., ცხვდიაშვილი გ.ნ., ჟარგაზია ხ.ზ., ჟურციძე გ.ტ. პროდუქტე მეთეოროლოგიკესო რადიოლოკატორი «METEOR 735CDP10». ტრ. ინ-ტი გეოფიზიკი იმ. მ.ზ. ნოდია, ტ. 66, ISSN 1512-1135, ტბილესი, 2016, ს. 60-65.
 27. ამირანაშვილი ა.გ., ბარეკჩან ი.ი., დვალისხვილი კ.ს., დოდზუაშვილი უ.ვ., ლომთაძე დ. დ., ოსეპაშვილი ა.რ., საური ი.პ., ტატიშვილი გ.ზ., ტელია შ.ო., ჩიხლაძე ვ.ა. ჟარაქტერიკესე ნაჟმნე სრედსთვ ვოდეივსთვია ნა გრადოვოვ პროცესე ვ კახეთი. ტრ. ინ-ტი გეოფიზიკი იმ. მ.ზ. ნოდია, ტ. 66, ISSN 1512-1135, ტბილესი, 2016, ს. 39-52.
 28. აბაიძე ო.ა., არველადე ლ.ვ., ბერაკჩან ი.ი., დვანაშვილი დ.რ., კირია დ.კ., მანაგაძე ი.ბ., რაზმაიშვილი რ. ნ., ტატიშვილი გ.ზ., უნდილასხვილი გ.დ., ჟხაიძე ბ.დ. დისტანციონნა სისტემა უპრავლენი აქტივნე ვოდეივსთვია მ ნა გრადოვოვ პროცესე ვ კახეთი. ტრ. ინ-ტი გეოფიზიკი იმ. მ.ზ. ნოდია, ტ. 66, ISSN 1512-1135, ტბილესი, 2016, ს. 53-59.

კახეთში სეტყვასაწინააღმდეგო სამსახურის რადიოლოკაციური უზრუნველყოფა

**აბაიაძე ო., ავლოხაშვილი ხ., ამირანაშვილი ა., მოძუაშვილი უ., ქირია დ.,
ლომთაძე დ., ოსეფაშვილი ა., საური ი., თელია შ., ხეთაშვილი ა.,
ცხვედიაშვილი გ., ჩიხლაძე ვ.**

რეზიუმე

მოყვანილია საქართველოში წინა საუკუნის სეტყვასაწინააღმდეგო სამსახურის მუშაობის წლებში კონვექტიური ღრუბლების სეტყვასაშიშროების რადიოლოკაციური ინდიკაციის შესახებ სამუშაოების მოკლე მიმოხილვა. მოყვანილია აგრეთვე ამ მეთოდოლოგიის სხვადასხვა ქვეყნებში სეტყვასაშიშროების იდენტიფიკაციის თანამედროვე საშუალებებთან შედარება. მოყვანილია მოკლე ინფორმაცია სეტყვასთან ბრძოლის სამუშაოების რადიოლოკაციური უზრუნველყოფის მიზნით კახეთის რეგიონის სიღნაღის მუნიციპალიტეტის სოფელ ჭოტორთან დადგმული C-დიაპაზონის Meteor 735CDP10 ტიპის თანამედროვე მეტეოროლოგიური რადიოლოკატორის შესახებ.

RADAR PROVIDING OF ANTI-HAIL SERVICE IN KAKHETI

Abaiadze O., Avlokhashvili Kh., Amiranashvili A., Dzodzuashvili U., Kiria J., Lomtadze J., Osepashvili A., Sauri I., Telia Sh., Khetashvili A., Tskhvediasvili G., Chikhladze V.

The work includes the brief survey of works on the radar display of the danger of hail of convective clouds in the years of the anti-hail service functions in Georgia in the past century, and also the comparison of the methodology of this indication with the contemporary methods of the identification of hail-dangerous clouds in the different countries is carried out. The brief information about the contemporary meteorological radar of C-range Meteor 735CDP10, established in the village Chotori of Signagi municipality of Kakheti region for radar operational provisions on the cope with hail is represented.

Abstract

РАДИОЛОКАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОТИВОГРАДОВОЙ СЛУЖБЫ В КАХЕТИИ

Абаиадзе О.А., Авлохашвили Х.В., Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Кириа Дж.К., Ломтадзе Дж. Д., Оsepашвили А.Р., Саури И.П., Телия Ш.О., Хеташвили А.А., Цхведиашвили Г.Н., Чихладзе В.А.

Реферат

Приводится краткий обзор работ по радиолокационной индикации градоопасности конвективных облаков в годы работы Противогорадовой службы в Грузии в прошлом столетии, а также проведено сравнение методологии этой индикации с современными способами идентификации градоопасных облаков в разных странах. Представлена краткая информация о современном метеорологическом радиолокаторе С-диапазона Meteor 735CDP10, установленного в селе Чотори Сигнагского муниципалитета Кахетинского региона для радиолокационного обеспечения работ по борьбе с градом.