

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРАДОВЫХ ПРОЦЕССОВ В КАХЕТИИ

¹Амиранашвили А.Г., ²Дзодзуашвили У.В., ²Ломтадзе Дж. Д.,
²Саури И.П., ¹Чихладзе В.А.

¹*Институт геофизики им. М. Нодиа Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили*
²*Научно-технический центр «Дельта»*

Производственные работы по защите сельскохозяйственных культур от градобитий в Грузии проводились в период с 1967 по 1989 гг. [1]. Этому, как в Грузии, так и в других странах, предшествовали широкомасштабные научные и опытно-методические исследования процессов образования и роста града, радиолокационных способов индикации градоопасных и градовых облаков, методологических основ активных воздействий на мощные конвективные облака и др. [2-10]. К концу 80-х годов прошлого столетия площадь защищаемой территории (ЗТ) в районах Кахетии достигала 800 тыс. га и в районах Южной Грузии – 400 тыс. га. Эффективность противоградовых работ в Грузии к этому времени составляла около 70% [9-10].

В последующие после окончания противоградовых работ годы особое внимание было уделено тщательному анализу полученного ранее материала о градобитиях как в районах с активными воздействиями на атмосферные процессы, так и в целом для территории Грузии. В частности, целый ряд работ был посвящен климатологии града и изменчивости градобитий на территории Грузии [11-19]. Обнаружилось, что в годы после прекращения противоградовых работ площади, побитые градом в Кахетии увеличились и даже стали больше, чем до начала работы противоградовой службы [11]. Были созданы эмпирические радиолокационные модели одноячейкового, мультячейкового и суперячейкового конвективного облака [20-23], построены детальные карты распределения радиолокационных параметров конвективных облаков над территорией Кахетии [24-27]. Предложена концепция взаимодействия аэрозолей с конвективными облаками и стимулирования процессов образования ядер конденсации и кристаллизации в них с учетом электрических, ионизационных и других процессов, протекающих в атмосфере и облаках. На основании концепции предполагается, что это взаимодействие должно характеризоваться региональными особенностями, обусловленными как физическими условиями процессов образования облачности, так и физико-химическими свойствами аэрозольно-газового загрязнения воздуха [28-29].

Было установлено, что ионизация атмосферы естественными и антропогенными источниками (радионуклиды – радон и др., космическое излучение, гамма излучение почвы) играет существенную роль в образовании вторичных аэрозолей в атмосфере, в том числе и ядер конденсации, оказывающих большое влияние на формирование микрофизической структуры облаков [30-32]. Оценки влияния антропогенного (в том числе и радиоактивного) загрязнения атмосферы на интенсивность грозовых и градовых процессов, а также режим осадков [33-36], показали, что связь этого загрязнения с указанными явлениями атмосферы имеют достаточно сложный характер. В целом же аэрозольное загрязнение атмосферы приводило к усилению интенсивности градобитий и, соответственно, к уменьшению эффективности противоградовых работ [35, 36].

Учитывая важность работ по искусственному регулированию атмосферных процессов в Грузии, в том числе и борьбе с градом, перед правительством страны неоднократно ставился вопрос в необходимости возобновления этих работ [37,38]. Наконец, в 2014 году было принято решение о восстановлении в Грузии работ по модификации погоды, и в первую очередь – противорадовой службы в Кахетии [39]. С этого момента начался новый этап развития научных и практических изысканий в области активного воздействия на атмосферные процессы в Грузии. Были проведены аналитические исследования современных методов воздействия на конвективные процессы [40], обозначены контуры организационной структуры воссоздаваемой службы борьбы с градом [41] с учетом новых достижений в области активных воздействий на атмосферные процессы [10]. Учитывая, что после 25-летнего перерыва в работе противорадовой службы возникла проблема острой нехватки специалистов по активным воздействиям на погоду, было решено силами Института геофизики при поддержке научно-технического центра «Дельта» в краткие сроки провести подготовку соответствующих кадров, которым, помимо специальной [2-10], необходима и общая информация о градовых процессах в Грузии, особенно в Кахетинском регионе. Ниже представлены обобщенные данные многолетних исследований основных характеристик градовых процессов в Кахетии, которые могут быть полезны для работников противорадовой службы.

Общая характеристика региона.

Кавказ является одним из наиболее градоопасным регионом мира. Сложность рельефа, большие высоты над уровнем моря, высокие температуры подстилающей поверхности, способствующие усиленной конвекции, а также большое влагосодержание воздушных масс, приходящих с бассейна Черного моря, и обуславливают возникновение из года в год в тех или иных районах Кавказа интенсивных градовых процессов.

Табл. 1

Повторяемость фронтальных и внутримассовых градовых процессов, степень градоопасности Кавказского региона, высоты работ противорадовой службы [9]

Показатель	Вост. Грузия	Армения	Азербайджан	Сев. Кавказ, Краснодарский край
Фронтальные процессы (%)	81	69		87
Внутримассовые процессы (%)	19	31		13
Степень градоопасности (отн. ед.)	1	0.8	0.7	1
Высоты работ	200-1800	150-500	200-2000	200-1400

В частности, в [9] введен параметр, количественно характеризующий интенсивность градобитий, названный степенью градоопасности, максимальное значение которого составляет 1. К наиболее градоопасным районам бывшего СССР, где проводились противорадовые работы, относятся Грузия, Краснодарский край и Северный Кавказ (степень градоопасности 1). Степень градоопасности для Армении составляет – 0.8, для Азербайджана – 0.7 (табл. 1). К наименее градоопасным – Таджикистан (степень градоопасности 0.3). Для других регионов бывшего СССР степени градоопасности соответственно составляют: Молдавия и Узбекистан – 0.6, Одесская область – 0.5, Крым – 0.4. В Кавказском регионе (табл. 1) градовые процессы, главным образом, происходят при фронтальных процессах (69 – 87% случаев), реже – при внутримассовых процессах (13 -31 % случаев).

Климатология града.

О градобитиях, как о чрезвычайно опасном явлении для Грузии, имеются записи древних летописцев, а с середины XIX века газеты систематически публиковали сообщения о последствиях градобития. Так, упоминается о разрушении языческих идолов градом и ураганом в предхристианскую эпоху (IV век) в Грузии, вызванных молитвами Святой Нино [42]. Вахушти Багратиони [43] упоминает частые градобития в местности от Хеви до Сванетии, которые существенно повреждали выращиваемые здесь зерновые культуры (пшеница, ячмень, овес). В то же время, Вахушти Багратиони не упоминает о серьезном вреде от градобитий в других областях Грузии, в том числе и в Кахетии, где в средние века выращивали зерновые культуры, виноград, фрукты, хлопок, рис и др. По мнению авторов [44] причиной безградовой Кахетии в те времена могла быть значительная лесистость этого региона (более 80 % территории в 1730-1740 гг.), которая со временем уменьшилась, усилились конвективные процессы, приводящие к градобитиям. Газета «Иверия» в июле 1877 года сообщала о выпадении града с голубинное яйцо, уничтожившей посева и виноградники в Гурджаанском районе [19].

В настоящее время в Грузии мест, где бы не выпадал град, нет. Наименьшее число дней с градом наблюдается на Черноморском побережье и в Колхидской низменности. Здесь среднее число дней с градом за год не превышает 2, а наибольшее число дней с градом достигает 9 (Поти). Град может выпасть в течение года в любом месяце. В отличие от Восточной Грузии, здесь наблюдаются зимние и поздние осенние градобития, возникающие в циклонах, ложбинах циклонов, в передней части гребней и в малоградиентных полях давления.

В Восточной Грузии число дней с градом в год увеличивается и в Кахетии составляет 2–3, на Южно-Грузинском нагорье – 7–10, а в центральной части Большого Кавказа – более 6. Наибольшее же число дней с градом на Южно-Грузинском нагорье и в центральной части Большого Кавказа превышает 20 в течение года. Здесь градовые процессы отмечаются в теплый период года, и наиболее активны весной и в первой половине лета, когда создаются благоприятные условия для развития конвективных облаков. В сезонном ходе числа дней с градом максимум приходится в основном в мае и июне, в Центральной части Большого Кавказа вторичный максимум выпадения града отмечается в сентябре [12, 14, 16-19, 45-49].

Табл. 2

Статистические характеристики числа дней с градом в в теплое полугодие Кахетии
в 1941-1990 гг.

Станция	max	$N_{(41-90)}$	σ	$C_v, \%$	$CONF_L$	$CONF_U$
Гомбори (1160 м)	10	3.5	2.70	77	2.52	4.48
Сагареджо (806 м)	5	2.1	1.40	67	1.59	2.61
Ахмета (690 м)	4	1.38	1.19	86	0.94	1.82
Кварели (410 м)	8	1.8	1.54	85	1.24	2.36
Телави (562 м)	7	1.88	1.69	90	1.26	2.50
Лагодехи (435 м)	5	1.1	1.15	104	0.68	1.52
Гурджаани (415 м)	6	2.22	1.61	72	1.63	2.81
Цнори (294 м)	4	0.86	1.01	117	0.49	1.23
Алазани (200 м)	4	0.96	1.11	115	0.56	1.36
Шираки (550 м)	4	1.48	1.13	76	1.07	1.89

Существенное влияние на распределение числа дней с градом оказывает высота местности. При этом число дней с градом увеличивается примерно до высот 3000 м над уровнем

моря, а затем – убывает [12, 19, 45, 49]. Эффект увеличения числа градобитий усиливается в результате развития восходящих потоков перед препятствиями, усиления турбулентности в приземном слое воздуха и, как следствие, увеличения конвективной облачности. Однако, характер изменения числа дней с градом с высотой зависит от конкретного района, его климатических особенностей, экспозиции склона и других факторов.

В табл. 2 представлены статистические характеристики числа дней с градом в теплое полугодие (апрель-сентябрь) в Кахетии в 1941-1990 гг. для 10 метеорологических станций.

Как следует из этой таблицы, в указанный период времени максимальное число дней с градом изменялось от 4 (Ахмета, Цнори, Алазани, Шираки) до 10 (Гомбори), среднее число дней с градом $N_{(41-90)}$ от 0.86 (Цнори) до 3.5 (Гомбори), стандартное отклонение σ – от 1.01 (Цнори) до 2.70 (Гомбори), коэффициент вариации C_v - от 67% (Сагареджо) до 117% (Цнори) [12]. В последних двух столбцах таблицы представлены значения нижнего $CONF_L$ и верхнего $CONF_U$ уровней 99% доверительного интервала величин $N_{(41-90)}$ с учетом автокорреляции в рядах наблюдений за числом дней с градом с лагом 1 год.

В период с 1941 по 1990 гг. в Грузии наблюдалась общая тенденция уменьшения числа дней с градом. Так, для 122 метеорологических станций (81 станция для Западной Грузии и 41 станция для Восточной Грузии), было установлено, что уменьшение среднего числа градобитий в указанный период времени для всей территории Грузии отмечалось на 65 станциях (в Восточной и Западной Грузии соответственно на 21 и 47 станциях), увеличение – на 14 станциях (в Восточной и Западной Грузии соответственно на 6 и 4 станциях), неизменность – на 43 станциях (в Восточной и Западной Грузии соответственно на 14 и 30 станциях). При этом, в Западной Грузии уменьшение числа дней с градом происходило сильнее, чем в Восточной [13,14].

Возможно, это связано с особенностями изменения климата в этих районах Грузии (похолодание и неизменность в Западной Грузии и потепление – в Восточной), обусловленными неравномерной эмиссией парниковых газов и аэрозолей (в Восточной Грузии эта эмиссия значительно выше, чем Западной), своеобразиями изменчивости общей циркуляции атмосферы и др. причинами [50-53]. Что касается Кахетии, то здесь (данные 8 метеостанций, кроме Гомбори и Алазани, указанных в табл. 1), по сравнению с контрольными территориями (Бакуриани, Ципа, Сакара, Джава, Гудаури, Гори, Мухрани, Душети), в годы с воздействием уменьшение числа дней с градом происходило с меньшими темпами [11, 15].

По всей видимости, это происходило в результате роста антропогенного загрязнения атмосферы над защищаемой территорией из-за переноса примесей от наиболее загрязненного города Грузии Тбилиси, а также промышленных и энергетических объектов, расположенных в Рустави, Гардабани, Каспи (контрольные территории расположены в экологически более чистой местности). Как было отмечено выше, рост антропогенного загрязнения атмосферы оказывал существенное влияние на динамику градовых процессов и эффективность работы противорадовой службы в Кахетии [35].

Детальное исследование влияния глобального потепления на климатологию града и методы оценки физической эффективности противорадовой защиты, учитывающий тренд градоопасности региона, выполнено для Северного Кавказа [10, 54]. К сожалению, из-за отсутствия надежных данных наблюдений за последние годы, а также отсутствия соответствующей противорадовой службы, эта проблема для условий Грузии к настоящему времени не может быть рассмотрена. На ее территории в последние два десятилетия функционирует всего 18 метеостанций. Тем не менее, некоторое представление об этом дает таблица 3, где представлены данные 6 метеостанций и постов в Кахетии, которые функционируют и в настоящее время.

В таблице 3 представлены данные об изменчивости среднего числа дней с градом в теплое полугодие в Кахетии в годы, когда не производились работы по воздействию на

градовые процессы (1941–1963), производились работы по борьбе с градом (1967–1989) и в годы, когда прекратилась деятельность противоградовой службы (1990–2012). Как следует из этой таблицы, в годы с воздействием в среднем на метеостанцию происходило уменьшение числа дней с градом (1.36 в 1967–1989 гг. против 2.14 в 1941–1963 гг. и 1.57 в 1990–2012 гг.). Что касается Ахмета, Телави и Гурджаани, то здесь в периоды без воздействия среднее число дней с градом мало отличаются друг от друга.

Отметим также, что величины $N_{(1990-2012)}$ для станций Ахмета, Телави, Лагодехи и Гурджаани (табл. 3) попадают в 99% доверительный интервал величин $N_{(41-90)}$ с учетом автокорреляции в рядах наблюдений (табл. 2). Значения $N_{(1990-2012)}$ для станций Сагареджо и Кварели чуть меньше величин нижнего уровня доверительного интервала $N_{(41-90)}$ (табл. 2 и 3). То есть, данные табл. 2 о средних многолетних значениях числа дней с градом достаточно репрезентативны и для нынешнего времени.

Табл. 3

Статистические характеристики числа дней с градом в Кахетии в 1941-1963, 1967-1989 и 1990-2012 гг.

Станции	Сагареджо	Ахмета	Кварели	Телави	Лагодехи	Гурджаани	Среднее по 6 станциям
Параметр	1941-1963						
Среднее	2.52	1.48	2.30	2.48	1.57	2.52	2.14
stdev	1.34	1.27	1.77	1.83	1.24	1.78	1.60
min	0	0	0	0	0	0	0
max	5	4	8	7	5	6	8
	1967-1989						
Среднее	1.61	1.22	1.35	1.22	0.70	2.09	1.36
stdev	1.16	1.17	1.19	1.31	0.93	1.41	1.26
min	0	0	0	0	0	0	0
max	4	4	4	5	3	5	5
	Разность (1967-1989) и (1941-1963)						
	-0.91	-0.26	-0.96	-1.26	-0.87	-0.43	-0.78
Значимость по крит. Стьюдента	0.02	0.45	0.05	0.01	0.01	0.35	0.001
	1990-2012						
Среднее	1.48	1.52	1.17	2.13	0.83	2.26	1.57
stdev	0.79	0.79	0.72	1.01	0.94	1.36	1.07
min	0	1	0	0	0	0	0
max	3	4	2	4	3	5	5
	Разность (1990-2012) и (1967-1989)						
	-0.13	0.30	-0.17	0.91	0.13	0,17	0.21
Значимость по крит. Стьюдента	незнач.	0.3	незнач.	0,015	незнач.	незнач.	0.15

Интенсивность градобитий.

Интенсивность градобитий в значительной степени зависит от размеров градин и продолжительности градобития. Диаметр градин колеблется в широких пределах, от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. Согласно В.М. Гигинеишвили [45], максимальный диаметр града, выпавшего в Восточной Грузии составляет 4–5 см. В Самсарском районе Восточной Грузии И.Г. Бартишвили [55] отмечает выпадение градин диаметром 3 см, в Алазанской долине той же Восточной Грузии преимущественно выпадают градины диаметром

1.4–1.8 см [56,57]. Г.К. Сулаквелидзе приводит факт выпадения града на Северном Кавказе диаметром 8 см [4]. В целом, для территории Кавказа в большинстве случаев характерно выпадение мелкого интенсивного града – около 70%. Повторяемость выпадения среднего (20-30 мм) и крупного (диаметром более 30 мм) града составляет 25-30%. При этом на Северном Кавказе и в Грузии повторяемость града диаметром 30-50 мм доходит до 10%, а в Армении составляет только 1%. В 4% градобитий в Грузии и на Северном Кавказе выпадает град диаметром более 50 мм, по территории Армении эта доля не превосходит 1% [17, 49].

Чем больше размеры градин, тем сильнее эффект воздействия, например, градины диаметром более 5 см оказывают очень сильный – катастрофический эффект. С уменьшением размеров градин эффект воздействия уменьшается и градины диаметром менее 5 мм оказывают слабый эффект. Выпавший град образует на поверхности земли градовую дорожку. Градовые дорожки исследовались многими авторами [4, 45 и др.]. Согласно В.М. Гигинеишвили [45], в Восточной Грузии средняя длина градовых дорожек колеблется в пределах 20–30 км, а средняя ширина колеблется в пределах 5–7 км, таким образом площадь занятая градобитием составляет в среднем 100–200 км². Максимальная длина градовых дорожек, также по данным В.М. Гигинеишвили, составляет 100 км, а максимальная ширина равна 10 км. На Северном Кавказе максимальная длина градовой дорожки оценена величиной примерно в 400 км [4].



Рис. 1
Фотографии выпавшего града в Кахетии

В качестве примера на рис. 1 представлены фотографии выпавшего в Кахетии крупного града. Слева - 19 июля 2012 г., (<http://www.ghn.ge/news-70944.html>), справа - 15 мая 2013 г., (<http://gpressgroup.wordpress.com/2013/05/15/ბეჭყვს-ჯგბჯთბი/>). Как следует из правой фотографии, размеры отдельных градин превышали 5 см.

В работах [17-19], на основании анализа литературных данных, предложена шкала интенсивности градобитий с учетом размера выпавших градин, площадей 100% повреждения и возможного повреждения и ущерба.

Градобития интенсивностью 1 балл (диаметр градин ≤ 5 мм, площадь повреждения менее 100 га, эффект слабый). При таких градобитиях частично повреждаются посевы и листья деревьев. Градобития интенсивностью 2 балла (диаметр градин 6-10 мм, площадь повреждения 100 - 500 га, эффект умеренный). Заметно повреждаются сады, виноградники, зерновые культуры и посевы. Градобития интенсивностью 3 балла (диаметр градин 11-20 мм, площадь повреждения 600 - 1000 га, эффект средний). Повреждаются парники, окна зданий и транспортных средств, матерчатые перекрытия и навесы, частично повреждаются крыши

зданий, сады, виноградники и посевы зерновых культур. Градобития интенсивностью 4 балла (диаметр градин 21-50 мм, площадь повреждения 1100 - 5000 га, эффект сильный). Полностью уничтожаются посевы, пробиты крыши домов, разбиты стекла окон, побиты домашние птицы и мелкий скот. Повреждаются стены кирпичных зданий, разбиты стекла транспортных средств и повреждаются их корпуса. Существует риск повреждения корпусов легких самолетов. Градобития интенсивностью 5 баллов (диаметр градин более 50 мм, площадь повреждения более 5000 га, эффект очень сильный). Полное уничтожение урожая сельскохозяйственных культур, посевов и пастбищ. Разрушение деревянных зданий, серьезное повреждение кирпичных зданий, корпусов самолетов и автомобилей, разрушение крыш некоторых зданий. Имеются жертвы домашнего скота, наличие риска гибели людей.

Следует отметить, что указанная шкала градобитий имеет достаточно общий характер. При сопровождении градобитий сильным или ураганным ветром значительно повышается степень повреждения как растений, так и строений и транспортных средств. В этих случаях даже градины небольшого диаметра, характерные для интенсивности 1-2 балла, могут приводить к ущербу, присущему градобитиям 3 и более баллов, не говоря о выпадении более крупного града. Крупные градины, вкупе с сильным или ураганным ветром, могут приводить к катастрофическим последствиям как экономического, так и гуманитарного характера (разрушение домов, транспортных средств, электропередающих коммуникаций, гибель домашних животных и людей, и др.). Еще более тяжелые последствия могут быть при сопровождении указанных процессов интенсивными ливнями, приводящими, помимо сказанного выше, к наводнениям, селям, оползням.

Продолжительность градобитий.

В Восточной Грузии продолжительность града менее 5 мин составляет около 60% случаев, в 80% случаев составляет менее 10 мин. Повторяемость продолжительности града более получаса составляет всего 3%, а повторяемость градобития продолжительностью более часа составляет менее 1%. Исходя из этих данных, средняя продолжительность градобития составляет 9–10 мин. В частности, наиболее продолжительные градобития отмечены 21 мая 1982 года в Кахетии (Сигнахи, Анага, Гурджаани, Тибаани), когда выпадение града длилось 240 минут, а также 8 июня 1986 года на Южно-Грузинском нагорье (Цалка), когда градобитие продолжалось 210 мин. [19].

Месячная и декадная повторяемость числа дней с градом.

По данным многолетних наблюдений метеорологических станций, град в Кахетии наблюдается во все месяцы с апреля по октябрь (рис. 2,3) [45].

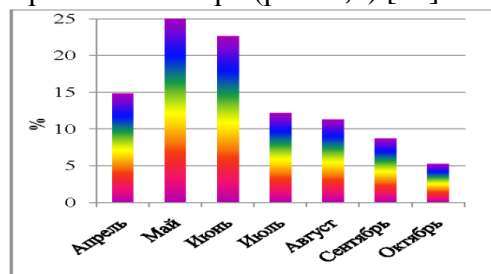


Рис. 2

Месячная повторяемость числа дней с градом в Кахетии.

Наибольшее среднемесячное число дней с градом (рис. 2) отмечается в мае (25% случаев), чуть меньше – в июне (около 23% случаев), меньше всего в октябре (5% случаев).

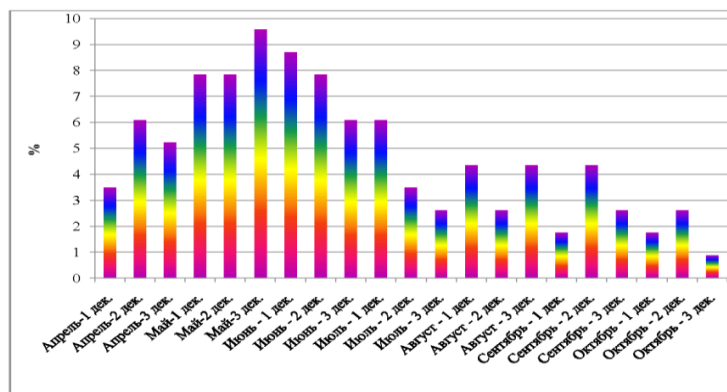


Рис. 3

Декадная повторяемость числа дней с градом в Кахетии.

Наибольшее среднемесячное число дней с градом (рис. 2) отмечается в мае (25% случаев), чуть меньше – в июне (около 23% случаев), меньше всего в октябре (5% случаев). Максимум среднедекадного числа дней с градом (рис. 3) приходится на третью декаду мая (9.6% случаев), минимум – на третью декаду октября (около 0.9% случаев).

Суточный ход градовых процессов.

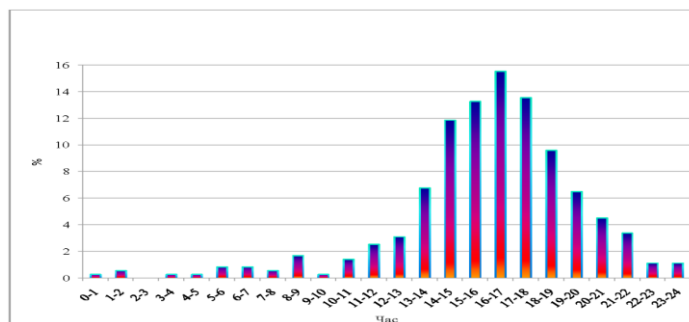


Рис. 4

Повторяемость градовых явлений по отдельным часам суток в Кахетии.

Выпадение града в Кахетии может наблюдаться практически в любое время суток [45]. Чаще всего град выпадает во второй половине дня, с 16 до 17 часов (15.5% случаев). Нередки случаи выпадения града в вечерние и ночные часы (рис. 4), реже в полуночные и ранние утренние. Алазанская долина представляет собой обширную и глубокую межгорную котловину, где в теплую половину года, благодаря большому различию термодинамических условий, между застоявшимся там воздухом и проникающим над ним в свободной атмосфере холодным воздухом возникают бурные процессы облакообразования, завихрения и развития мощных градовых процессов. К особенностям градовых процессов в Алазанской долине, в частности, можно отнести развитие ночных или поздневечерних градовых процессов на горном кряже Цив-Гомборского хребта или на склонах Главного Кавказского хребта. Благодаря этому, ночью над Алазанской долиной нередко наблюдается взрывное развитие градовых облаков.

Поэтому бороться с градобитиями в Алазанской долине труднее, чем в других районах Восточной Грузии [10, 44].

Повторяемость различных типов синоптических процессов в дни с воздействием.

Чаще всего градовые процессы (рис. 5) связаны с прохождением холодного фронта с запада (29.4% случаев) и действием волнового возмущения с юга (27.2% случаев). На внутримассовые процессы и действие фронта окклюзии приходится примерно по 1/5 случаев (20.7% и 19.3% соответственно). Очень редко градовые процессы в Кахетии связаны с волновой деятельностью в полярном фронте (2.4% случаев) и прохождением холодного фронта с востока (1.0% случаев) [56, 57].

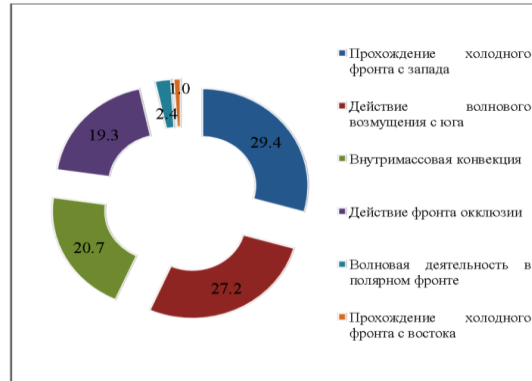


Рис. 5

Повторяемость различных типов синоптических процессов над Кахетией в дни с воздействием в 1961-1966, 1982-1989 гг. (%)

Высота нулевой изотермы.

Одним из важнейших условий, определяющим образование и развитие градовых облаков, является толщина их переохлажденной части [3-10]. Кроме этого, данные об уровнях отрицательных температур в облаках необходимы для определения оптимальных зон засева в них льдообразующим реагентом при проведении операций по прерыванию града, вызыванию осадков и др. [8-10]. На рис. 6 представлены данные о среднедекадных значениях высоты нулевой изотермы $H_{(0^{\circ}\text{C})}$ в атмосфере в условиях Кахетии в дни с конвективной облачностью со второй декады апреля по вторую декаду октября [59]. Здесь же представлены значения изотерм -5°C и -10°C при условии уменьшения температуры воздуха с высотой на $6^{\circ}\text{C}/\text{км}$.

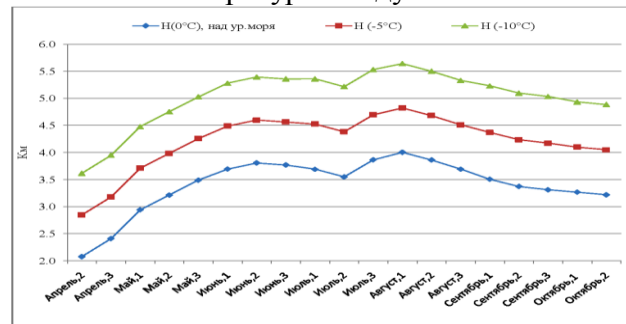


Рис. 6

Среднедекадное распределение высот нулевой изотермы, -5° и -10°C над Кахетией в дни с конвективной облачностью.

Как следует из рис. 6, среднедекадные значения нулевой изотермы над Кахетией имеют минимальное значение во второй декаде апреля (2.1 км над уровнем моря) и максимальное – в первой декаде августа (4.0 км). Со второй декады апреля по вторую декаду июня происходит рост значений $H_{(0^{\circ}\text{C})}$ с 2.1 до 3.8 км, затем некоторое уменьшение по вторую декаду июля до 3.5 км, снова рост по первую декаду августа до 4.0 км и уменьшения по вторую декаду октября до 3.2 км.

Следует отметить, что значения $H_{(0^{\circ}\text{C})}$ в дни с конвективными облаками ниже, чем во все дни наблюдений. Так, с мая по сентябрь среднемесячные значения высоты нулевой изотермы во все дни наблюдений [58] в среднем на 0.3 км выше, чем в дни в конвективной облачностью [59]. Наибольшая разность отмечается в в июле (0.5 км), наименьшая – в июне (0 км).

Важно учесть, что данные, представленные в работах [59,60], были получены в шестидесятых – семидесятых годах прошлого столетия. Учитывая, что в Восточной Грузии наблюдается процесс потепления [50,51], в настоящее время над Кахетией возможно некоторое повышения уровня нулевой изотермы по сравнению с вышеприведенными значениями.

Направление и скорость перемещения градовых ячеек и облаков.

Большинство градовых процессов зарождаются за пределами защищаемой территории и продолжают свое перемещение над ЗТ, принося ущерб расположенным на ее территории сельскохозяйственным угодиям, автотранспорту, строениям и др.

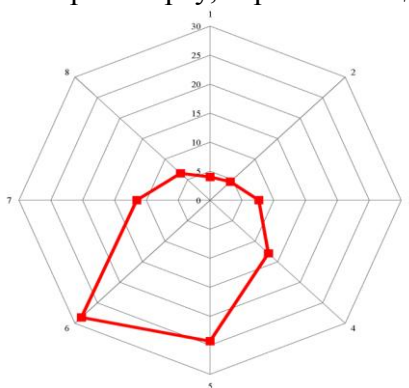


Рис. 7

Повторяемость направления перемещения градоопасных и градовых ячеек в Кахетии (%).

На рис. 7 представлена диаграмма повторяемости направления перемещения градоопасных и градовых ячеек над территорией Кахетии [59]. Как следует из этого рисунка большинство (77 %) ячеек перемещаются на ЗТ с запада, юго-запада, юга и юго-востока. Градоопасные ячейки перемещаются со средней скоростью 24 км/час, а градоносные – со скоростью 27 км/час. Скорость перемещения ячеек изменяется от ≤ 10 км/час до > 50 км/час [61].

Более подробная информация о направлениях перемещения градоопасных и градовых облаков [56, 62] представлена на рис.8. Данная карта распределения облаков по территории Кахетии дает как общую картину по всей территории, так и по отдельным квадратам со сторонами 5×5 км². При направлении ведущего потока в 240° , направление перемещения градовых облаков в отдельных квадратах в основном имеет юго-западное направление, в пределах $220^{\circ} - 260^{\circ}$, хотя при обтекании возвышенностей направление может составлять от 170° до 280° . Важно отметить, что ни в одном из квадратов не наблюдается перемещения в западном направлении.

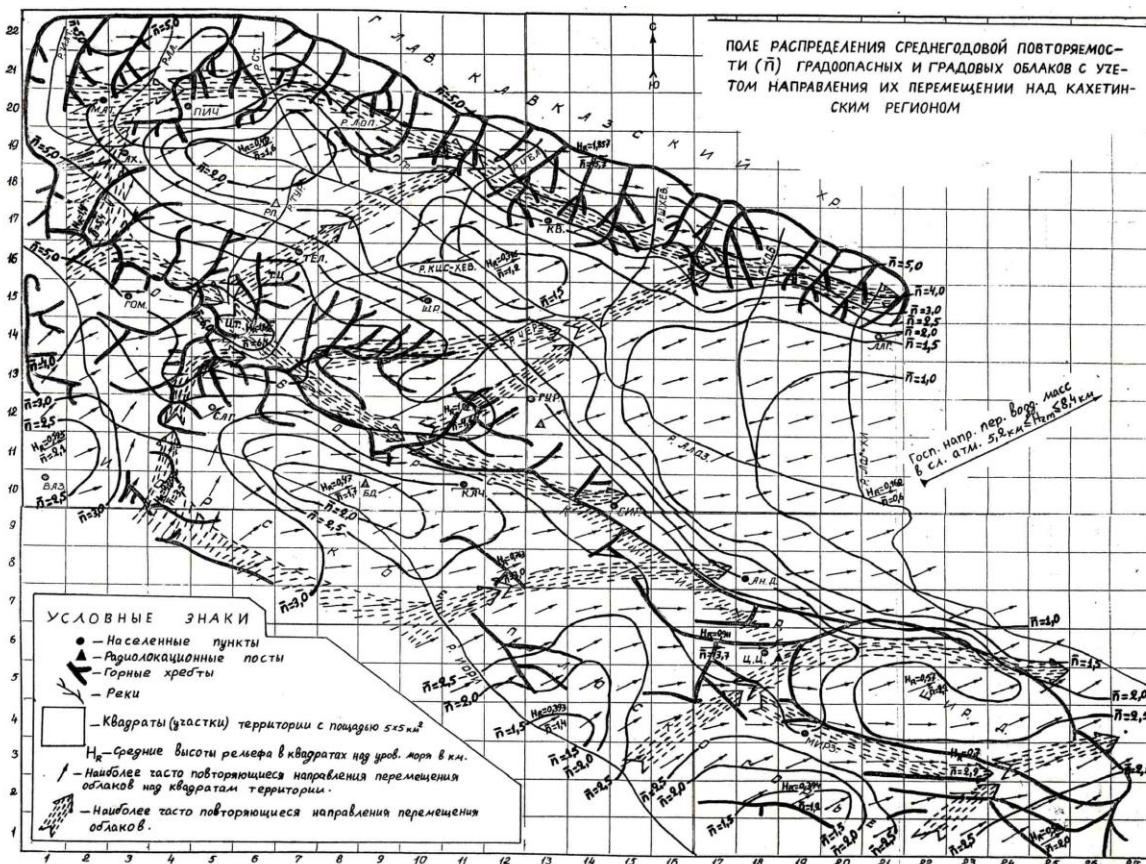


Рис.8

Поле распределения среднегодовой повторяемости (\bar{n}) градоопасных и градовых облаков с учетом направления их перемещения над Кахетией.

Направление перемещения основного потока градовых облаков имеет характерную закономерность, строго привязанную к орографии Внешней и Внутренней Кахетии. Во Внешней Кахетии облака, перемещающиеся с запада, до подхода к Цив-Гомборскому хребту в центральной части обтекают западную часть Иорского плоскогорья с северо-запада и юго-востока и направляются к виртуальной трассе вдоль юго-западных склонов Цив-Гомборского хребта, где основное направление перемещения – с северо-запада на юго-восток. Градовые облака южного сектора также перемещаются в северо-восточном направлении и по пути обтекают восточную часть Иорского плоскогорья с северо-запада и юго-востока. Градовые облака северного сектора могут перемещаться по двум основным направлениям - вдоль юго-западных склонов Цив-Гомборского хребта или на север – северо-восток, вдоль юго-восточного склона Картлийского хребта с последующим поворотом по часовой стрелке.

Во Внутренней Кахетии прослеживаются несколько трасс перемещения градовых облаков, одна из которых - вдоль юго-восточных склонов Главного Кавказского хребта в направлении с северо-запада на юго-восток, являющийся продолжением пути облаков северного сектора Внешней Кахетии. Имеется также два основных пути перемещения облаков поперек Алазанской долины – один из них начинается на юго-западном склоне Цив-Гомборского хребта в районе Гомборского перевала, проходит вдоль ущелья, по которому протекает река Турдо, пересекает Алазанскую долину в направлении ущелья реки Лопота до склонов Главного Кавказского хребта. Второй поперечник начинается на юго-западном склоне Цив-Гомборского

хребта и имеет два истока – один проходит вдоль ущелья реки Кисисхеви, по выходе в долину поворачивает и перемещается по широкой дуге в общем направлении на восток, а второй – вдоль ущелья реки Черемисхеви, затем эти трассы объединяются в районе Кучатани-Гавази, и перемещаются в направлении села Ахалсопели на северо-восток, до юго-восточных склонов Главного Кавказского хребта.

Район Цив-Гомборского хребта, а также район Дедоплис Цкаро, за исключением коридора Гомбори - долина реки Турдо и коридора вдоль долины реки Кисисхеви – область низких скоростей перемещения градоопасных облаков – 21 – 30 км/час [56, 62]. Основная часть Алазанской долины, включая коридор Гомбори - долина реки Турдо и коридора вдоль долины реки Кисисхеви – область более высоких скоростей, порядка 31 – 40 км/час. В зоне северо-западнее этой области, вдоль Главного Кавказского хребта, скорость перемещения облаков повышается до уровня 41 – 50 км/час. Далее, при приближении к водоразделу поле скоростей падает до уровня 31 – 40 км/час. На самом северо-западе Кахетии, к северо-западу от Ахмета, находится область низких скоростей перемещения градоопасных облаков – 21 – 30 км/час, окаймлённая с севера, востока и юга областью с более высокой – порядка 31 - 40 км/час скоростью перемещения облаков

Области максимальных скоростей – 61 – 70 км/час находятся в районах, прилегающих с севера, северо-востока и востока к Вазиани, в районе южнее долины реки Иори на траверсе Иор-Муганло – Тулари и в районе между Лагодехи и Цнори. Естественно, вокруг этих областей находятся зоны со сравнительно низкими (51 - 60 км/час) скоростями, переходящими в зоны со скоростями 41 – 50 км/час вдоль долины реки Иори, а также вдоль юго-западных склонов Главного Кавказского хребта. С юго-востока, в районе восточной части Иорского плоскогорья преобладает область со скоростями 41 – 50 км/час, а скорости перемещения градоопасных облаков на северо-востоке этой области и в центральной её части выше – порядка 51 – 60 км/час.

Среднемесячные значения количества дней с конвективными процессами.

На рис. 9 представлены данные о среднемесячных значениях числа дней с грозой и ливнями, а также числа дней с воздействием и градом в Кахетии в 1982-1989 гг. [57].

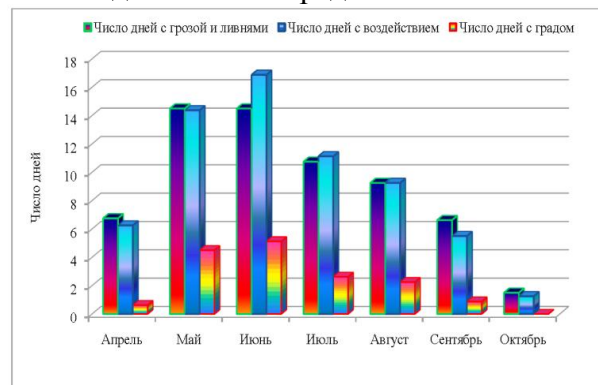


Рис. 9

Среднемесячные значения количества дней с грозой и ливнями, числа дней с воздействием и градом в Кахетии в 1982-1989 гг.

По сравнению с многолетними данными о среднемесячных значениях числа дней с градом в Кахетии (рис. 2), в период 1982-1989 гг. максимальное число дней с градом наблюдалось в июне. В этом же месяце в среднем было около 17 дней с воздействием. Число дней с грозами и

ливнями в мае и июне было одинаковым, по 14.5. В целом, в указанный период времени с апреля по октябрь было в среднем 64 дня с грозой и ливнями, 16 дней с градом и 65 дней с воздействием.

Радиолокационные модели градоопасных и градовых облаков.

В работах [20-23] проанализированы результаты многолетних радиолокационных наблюдений за 1534 конвективными облаками теплого сезона года в Кахетии. Из них на одноячейковые, многоячейковые и суперячейковые облака приходится соответственно 352, 872 и 310 конвективных облаков соответственно (табл. 4).

Табл. 4

Краткая характеристика конвективных облаков в Кахетии.

Тип облака Параметр	Одноячейковое		Мультиячейковое		Суперячейковое	
	Мод.	Мин.- Макс.	Мод.	Мин.- Макс.	Мод.	Мин.-Макс.
Скорость миграции облака в км/час.	12	3 – 16	18	9 - 64	66	25 - 78
Скорость господствующего ветра км/час.	16	10 – 22	50	28 - 110	58	10 - 100
Время жизни облака в мин.	38	30 – 70	57	8 - 108	56	44 - 119
Максимальная высота радиоэха H_m .	8.8	5 – 11.2	10.3	5.7 – 13.5	10.8	7.8 – 16.5
Высота расположения максимальной радиолокационной отражаемости в облаке H_{η_m} км.	4.7	2.3 – 7.7	5.2	3.0 – 8.2	6.7	3.9 – 10.3
Температура в свободной атмосфере на уровне H_m , °С.	-24.3	-7.4 – -48.1	-35	-21.4 – -58.5	-51.3	-31.3 - -64.1
Температура в свободной атмосфере на уровне верхней границы $H_{\Delta\eta}$, °С.	-9.9	-3.0 – -26.4	-21	-2.4 – -46.8	-11.8	- 2.8 – -52.1
Высота появления первого радиоэха, км.	3.2	2 – 5	4.4	2.7 – 8.8	4.9	4.1 – 9.8
Максимальная радиолокационная отражаемость η_m , dBZ.	47	25 - 58	56	32 - 69	65	29 - 83
Максимальный размер поперечного сечения радиоэха D_m км.	8.3	6 – 18	16	8 - 29	14	8 – 33
Максимальный размер поперечного сечения зоны повышенной радиолокационной отражаемости $D_{\Delta\eta}$, км.	4.1	5 – 14	7	4 - 10	10	5 – 14
Максимальный размер поперечного сечения радиоэха S_m км ² .	17	10 – 93.8	56	16 – 400	59	18 – 470
Максимальный размер поперечного сечения зоны повышенной радиолокационной отражаемости $S_{\Delta\eta}$, км ² .	10.2	5.4 – 42.4	19	6 - 93	31	26 – 98
Число случаев.	352		872		310	

Одноячейковые облака образуются в условиях слабо выраженного западного барического градиента или безградиентного поля давления при умеренной конвективной неустойчивости. Мульти - и суперячейковые облака развиваются при прохождении основных и

вторичных холодных фронтов и наложении этих процессов на внутримассовые процессы. Все три класса облаков, зарождающиеся на вершинах гор (обычно на Картлийском и Цив-Гомборском хребтах) или на их склонах, после их прогрева солнцем, быстро развиваются, в среднем: одноячейковые облака за 5 – 20 мин., мульти – и суперячейковые – за 10 – 20 мин.

Время жизни одноячейковых, мульти- и суперячейковых конвективных облаков соответственно составляет: 30÷70, 8÷108 и 44÷119 мин. Время от появления первого радиоэха для этих облаков соответственно составляет: до максимального развития - 13÷21, 10÷31 и 11÷30 мин.; до выпадения осадков: 12÷20, 8÷28 и 13÷30 мин.; до первой грозы: 14÷26, 18÷36 и 15÷32 мин. [20-23].

Скорость миграции облаков всех типов варьирует от 3 до 78 км/час при скорости господствующего ветра от 10 до 100 км/час. Значения H_m изменяются от 5 до 16.5 км, $H_{\eta m}$ – от 25 до 83 dBZ, D_m – от 6 до 33 км, $D_{\Delta\eta}$ - от 5 до 14 км, S_m - от 10 до 470 км², $S_{\Delta\eta}$ - от 5.4 до 98 км². Температура в свободной атмосфере на уровне H_m изменяется от -7.4 до -64.1, а на уровне верхней границы $H_{\Delta\eta}$ – от -3.0 до -52.1°С (табл. 4).

Ущерб от градобитий на территории Кахетии .

Оценка ущерба от градобитий в годы работы противоградовой службы проводилась органами государственного страхования, местными агропромышленными организациями (РАПО – районные агропромышленные объединения), а также специальным экономическим отделом Службы борьбы с градом. Обычно, размеры ущерба, определенные этими организациями, отличались друг от друга. Ниже представлены данные об ущербе от градобитий на основании анализа данных госстраха по обследованию поврежденных градом территорий.

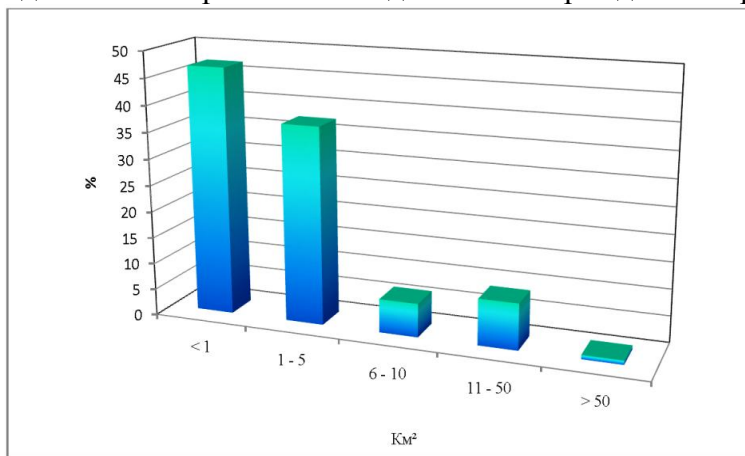


Рис. 10

Повторяемость площадей, поврежденных градом на 100 % в Кахетии в 1982, 1984-1989 гг.

На рис. 10-13 представлены результаты анализа 124 дней с градом в Кахетии в 1982, 1984-1989 гг о повторяемости поврежденных градом на 100 % территориях в день с градом, повторяемости экономического ущерба в день с градом, повторяемости экономического ущерба по площадям градобитий и площадям, поврежденные градом на 100% на территориях угодий отдельных населенных пунктов.

Град в день с градобитием наиболее часто повреждал территории площадью менее 1, а также от 1 до 5 км² (соответственно в 46 и 37.9% случаев). Территории площадью 6-10 км² повреждаются на 100% в менее 7% случаев, 11-50 км² – в 9% случаев, более 50 км² – в менее 1%

случаев (рис. 10). В среднем в день с градом на 100% поврежденная территория составляла 4.0 км².

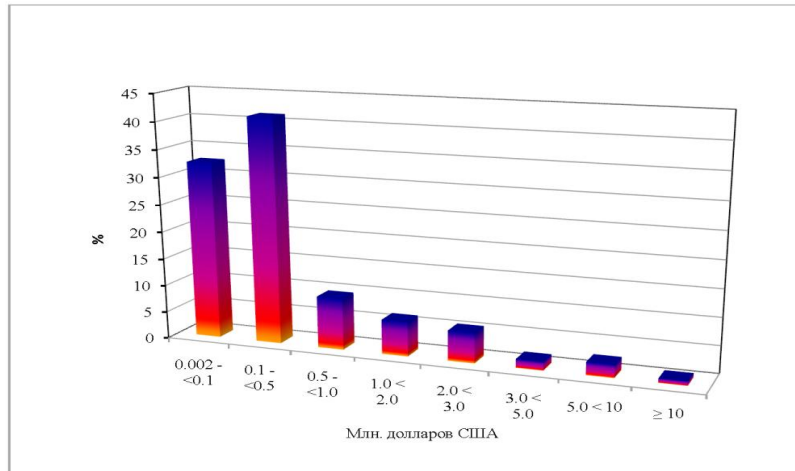


Рис. 11
Повторяемость экономического ущерба в день с градом в Кахетии в 1982, 1984-1989 гг.

Наиболее часто в день с градом ущерб от градобитий составлял 100-500 тыс. долларов США (чуть более 41% случаев), ущерб до 100 тыс. долларов был в 32.3% случаев. В 9.7% случаев градобития в день с градом повреждали сельскохозяйственные культуры на сумму от 0.5 до 1 млн. долларов, от 1.0 до 2.0, от 2.0 до 3.0, от 3.0 до 5.0, от 5.0 до 10.0 и более 10 млн. долларов соответственно в 6.5, 5.6, 1.6, 2.4 и 0.8 % случаев (рис. 11). В среднем в день с градом ущерб составлял 0.827 млн. долларов.

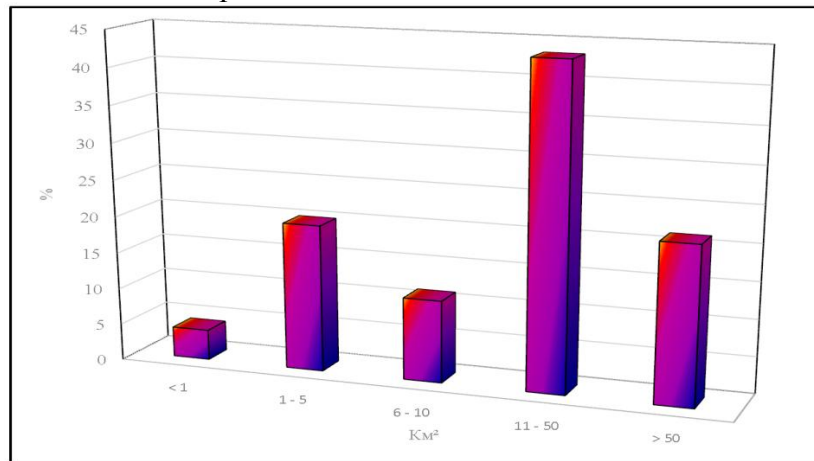


Рис.12
Повторяемость экономического ущерба по площадям градобитий в Кахетии в 1982, 1984-1989 гг

Как следует из рис. 12, наибольший ущерб в Кахетии приносили градобития интенсивностью 4 балла (площадь повреждения на 100 % 11-50 км², ущерб - 43.3% от общего экономического ущерба). Примерно одинаковый экономический ущерб приходился на градобития интенсивностью 2 и 5 баллов (соответственно, площади повреждения 1-5 км² и более 50 км², ущерб - 20.1 и 21.4% от общего экономического ущерба). Наименьший экономический ущерб приходился на градобития интенсивностью 1 балл (площади

повреждения менее 1 км², ущерб - 4.0% от общего экономического ущерба). Градобития интенсивность 3 балла (площади повреждения 6-10 км²) приносили экономический ущерб в размере 11.2% от суммарного экономического ущерба.

Ущерб от градобитий на территориях угодий муниципалитетов и отдельных населенных пунктов Кахетии

В табл. 5 приведены данные об общих и среднегодовых значениях числа случаев с градом и площадей, поврежденные градом на 100%, на территориях муниципалитетов Кахетии в 1982, 1984-1989 гг. Здесь же приведены данные о количестве населенных пунктов, сельскохозяйственные угодия которых пострадали от градобитий.

Табл. 5

Общие и среднегодовые значения числа случаев с градом и площадей, поврежденные градом на 100%, на территориях муниципалитетов Кахетии в 1982, 1984-1989 гг.

Муниципалитет	Площадь, км ² (колич. насел. пункт.)	Общее число случаев с градом по насел. пункт. (% от суммы)	Общий ущерб на 100%, км ² (% от суммы)	Среднее в год число случаев с градом по насел.пункт.	Средний в год ущерб на 100%, км ²
Ахмета	2208 (12)	46 (8.4)	25 (5.1)	6.6	3.6
Гурджаани	846 (21)	122 (22.3)	105 (21.3)	17.4	15.1
Дедоплисцкаро	2529 (14)	51 (9.3)	44 (8.8)	7.3	6.2
Кварели	1000 (11)	44 (8.0)	54 (10.9)	6.3	7.7
Лагодехи	890 (15)	36 (6.6)	21 (4.2)	5.1	3.0
Сагареджо	1491 (16)	51 (9.3)	62 (12.5)	7.3	8.9
Сигнахи	1251 (13)	39 (7.1)	68 (13.6)	5.6	9.7
Телави	1078 (21)	158 (28.9)	117 (23.6)	22.6	16.7
Сумма	11293 (123)	547 (100)	496 (100)	78.1	70.8

Как следует из табл. 5, за указанный промежуток времени всего пострадали сельхозугодия 123 населенных пунктов. При этом, наибольшее число этих населенных пунктов относилось к Телавскому и Гурджаанскому муниципалитетам (по 21 населенному пункту, наименьшее – к Кварельскому муниципалитету (11 населенных пунктов). За этот период времени на 123 населенных пунктах всего было зафиксировано 547 случаев с градом (или, в среднем, 78 случаев с градом). Наибольшее число дней с градом было зафиксировано на территориях 21 населенного пункта Телавского муниципалитета (28.9 % случаев), наименьшее – территориях 15 населенных пунктов Лагодехского муниципалитете (6.6% случаев). Соответственно, наибольший ущерб от градобитий отмечался на территории Телавского муниципалитета (117 км² поврежденных на 100% сельхозугодий за 7 лет, или 16.7 км² в год, что составляло 23.6% от общей площади поврежденных на 100% площадей). Наименьшее - на территории Лагодехского муниципалитета (21 км² поврежденных на 100% сельхозугодий за 7 лет, или 3.0 км² в год, что составляло 5.1% от общей площади поврежденных на 100% площадей). Среднегодовой ущерб от градобитий на всей территории Кахетии за указанный период времени составлял 70.8 км² поврежденных на 100% площадей сельхозугодий.

Для сравнения отметим, что в 1982, 1984-1989 гг. по данным [1], площадь ЗТ изменялась от 6700 до 7850 км² (среднее значение – 7664 км²), площадь сельхозугодий – от 2810 до 4810 км² (среднее значение – 4381 км²). Максимальная площадь, поврежденная градом на 100%, составляла 205.9 км², минимальная – 8.7 км², средняя – 62 км² (по данным табл. 5 несколько выше - 70.8 км²). Максимально ожидаемая площадь сельхозкультур, поврежденных градом на

100% без воздействий на градовые облака, составляла 377 км², минимальная – 80 км², средняя – 208 км². Или, соответственно, по отношению к площади сельхозугодий, 8.6, 1.8 и 4.75 %. С учетом данных табл. 5 среднегодовой ущерб от градобитий составлял 1.6% от средней площади сельхозугодий в то время, или меньше ожидаемого минимального и среднего ущерба в отсутствии противоградовых работ, несмотря на различие оценок площадей поврежденных градом сельхозкультур по данным госстраха и [1]. В среднем за указанные семь лет экономический эффект по данным госстраха составлял 66%, против 70% по данным [1].

Табл. 6

Число дней с градом на территориях угодий отдельных населенных пунктов Кахетии в 1982, 1984-1989 гг.

Среднее число дней с градом в год (за 7 лет)	Населенный пункт (Муниципалитет).
0.14 (1)	Ахалшени, Дуиси, Хорхели (Ахмета); Совхоз Лакбе (Гурджаани); Дедоплисцкаро, Зилича (Дедоплисцкаро); Балгоджиани (Кварели); Апени, Арешперани, Бебуриани, Гургениани, Кабали, Картубани, Совхоз Орджоникидзе (Лагодехи); Тулари, Удабно (Сагареджо); Дзвели Анага (Сигнахи); Лапанкури, Телави (Телави)
0.29 (2)	Кистаури (Ахмета); Джимити, Кодало, Чалаубани (Гурджаани); Сабатло (Дедоплисцкаро); Гавази, (Кварели); Гиоргети, Лелиани (Лагодехи); Верхвиани, Ламбало, Хашми (Сагареджо); Анага, Вакири, Квемо Мачхаани, Санерге, Совхоз Ульяновский (Сигнахи); Джугаани, Караджала (Телави)
0.43 (3)	Земо Алвани (Ахмета); Арашенда (Гурджаани); Архило, Земо Мачхаани, Колхоз им. Ленина, Самтацкаро (Дедоплисцкаро); Кварели, Мтисдзире, Энисели (Кварели); Нинигори, Пона, Цоднискари, Чабукиани (Лагодехи); Богдановка, Гиоргицминда, Кандаура, Чаилури, Шиблиани (Сагареджо); Сакобо, Ульяновка, Хирса (Сигнахи)
0.57 (4)	Ахмета, Маграани, Матани (Ахмета); Мелаани (Гурджаани); Гамарджвеба, Джапаридзе, Мирзаани (Дедоплисцкаро); Киндзмараули, Чикаани (Кварели); Баисубани (Лагодехи); Какабети, Манави, Тохлиаури (Сагареджо); Бодбисхеви, Тибаани (Сигнахи)
0.71 (5)	Панкиси (Ахмета); Колаги, Наниани, Шашиани (Гурджаани); Квемо Кеди, Озаани (Дедоплисцкаро); Греми (Кварели); Ниноцминда, Патардзеули (Сагареджо); Бодбе (Сигнахи); Гулгула, Кондоли, Лалискури, Саниоре (Телави)
0.86 (6)	Ожио (Ахмета); Карданахи, Качрети, Чумлаки (Гурджаани); Арбошики (Дедоплисцкаро); Сабуе, Шилда (Кварели); Сагареджо (Сагареджо); Нукриани (Сигнахи); Курдгелаури, Руиспири (Телави)
1.0 (7)	Земо Ходашени (Ахмета); Ахашени, Бакурцихе, Калаури (Гурджаани); Земо Кеди (Дедоплисцкаро); Ахалсопели (Кварели); Напареули, Шалаури (Телави)
1.14 (8)	Квемо Алвани (Ахмета); Веджини (Гурджаани); Ванта, Пшавели (Телави)
1.29 (9)	Вазисубани, Гурджаани, Мукузани, Чандари (Гурджаани); Шрома (Лагодехи)
1.43 (10)	Велисцихе (Гурджаани)
1.57 (11)	Икалто, Квемо Ходашени, Цинандали (Телави)
1.71 (12)	Вардисубани, Кисисхеви (Телави)
2.14 (15)	Бушети (Телави)
2.57 (18)	Акура (Телави)

Отметим, что в соответствии с [1] средняя экономическая эффективность противоградовых работ в Кахетии по данным о поврежденных на 100% территориях сельскохозяйственных угодий до начала работы противоградовой службы и в период ее

деятельности с 1967 по 1989 гг. составляла около 75%. Средняя физическая эффективность (сопоставление данных об ожидаемых и реальных случаях града) – около 85%.

В табл. 6 представлена информация о числе дней с градом, нанесших ущерб сельхозкультурам на территориях угодий 123 отдельных населенных пунктов Кахетии в 1982, 1984-1989 гг.

Как следует из этой таблицы, число дней с градом для указанных населенных пунктов изменяется в значительных пределах, от 0.14 до 2.57 в год. Десять и более дней с градом за указанные семь лет были зафиксированы в Велисцихе, Икалто, Квемо Ходашени, Цинандали, Вардисубани, Кисисхеви, Бушети и Акура. Для интереса отметим, что среднегодовое число дней с градом на один населенный пункт (табл. 6) составляло 0.64. По данным девяти метеостанций, за те же годы среднегодовое число дней с градом на одну метеостанцию в Кахетии (перечень станций в табл. 2, кроме Гомбори) было равно 1.24. Это различие легко объяснима существенной разностью в количестве пунктов, фиксирующих град (9 метеостанций и 123 населенных пункта).

На рис. 13, в качестве иллюстрации, представлена карта распределение поврежденных градом на 100% суммарных площадей на территориях угодий указанных выше 123 населенных пунктов Кахетии в 1982, 1984-1989 гг.

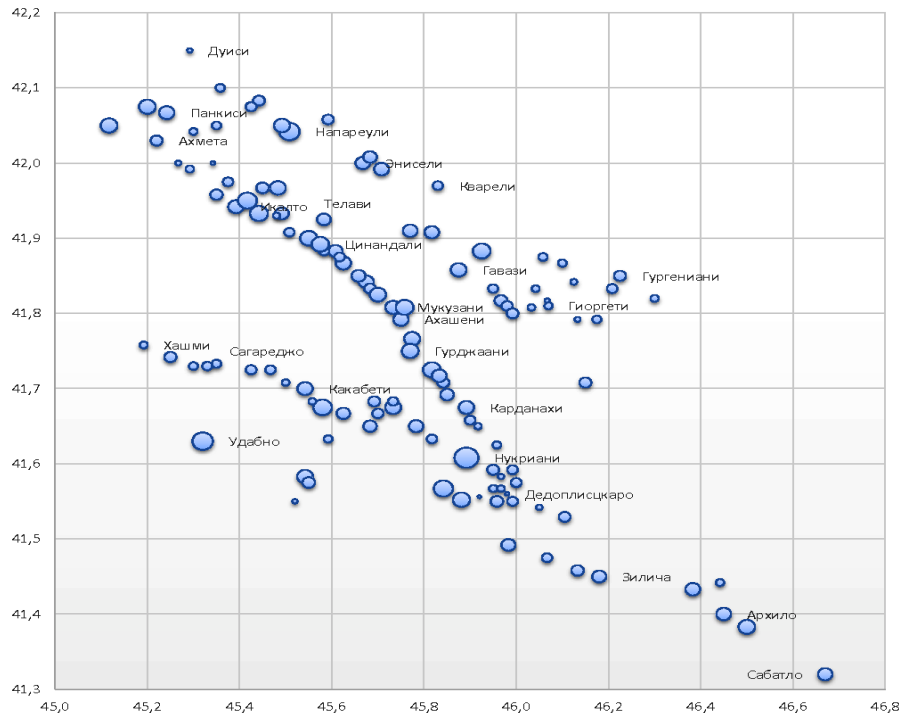


Рис.13

Площади, поврежденные градом на 100% на территориях угодий отдельных населенных пунктов Кахетии в 1982, 1984-1989 гг.

Как следует из этого рисунка, распределение поврежденных градом площадей сельскохозяйственных угодий, как и числа дней с градом на этих территориях (табл. 6), имеет весьма неравномерный характер. Наименьшая и наибольшая общая площадь сельхозкультур, поврежденная градом на 100%, за указанные семь лет отмечалась в Сигнахском муниципалитете, соответственно в Санерге (0.042 км²) и Нукриани (32.5 км²). В среднем на один

населенный пункт эта площадь составляла 4.03 км² за семь лет (или 0.58 км² в год). Для справки отметим, что средняя степень повреждения сельхозкультур от града составляла 42%. Поэтому, общая площадь повреждения без приведения к 100%-му ущербу, примерно в 2.4 раза больше, указанных выше. Соответственно, в среднем на один населенный пункт площадь повреждения сельхозкультур от града без приведения к 100%-му ущербу составляла 9.6 км² за семь лет (или 1.4 км² в год).

В табл. 7 представлены данные о среднегодовых значениях площадей, поврежденные градом на 100% на территориях угодий 123 населенных пунктов Кахетии в 1982, 1984-1989 гг. для различных диапазонов величин этих площадей.

Табл. 7

Среднегодовые значения площадей, поврежденные градом на 100% на территориях угодий отдельных населенных пунктов Кахетии в 1982, 1984-1989 гг.

Средний в год ущерб на 100%, км ² (колич. насел. пункт.)	Населенный пункт (Муниципалитет).
0.006 – 0.099 (23)	Хорхели, Ахалшени, Дуиси, Земо Алвани (Ахмета); Совхоз Лакбе (Гурджаани); Дедоплисцаро, Мирзаани, Самтацаро (Дедоплисцаро); Апени, Арешперани, Баисубани, Гиоргети, Кабали, Картубани, Совхоз Орджоникидзе (Лагодехи); Верхвиани, Хашми, Чаилури (Сагареджо); Вакири, Дзвели Анага, Квемо Мачхаани, Санерге (Сигнахи); Телапи (Телапи)
0.10 – 0.49 (49)	Ахмета, Земо Ходашени, Квемо Алвани, Кистаури, Маграани, Ожио (Ахмета); Кодало, Джимити, Колаги, Наниани, Чалаубани, Шашиани (Гурджаани); Арбошики, Джапаридзе, Земо Мачхаани, Колхоз им. Ленина, Озаани (Дедоплисцаро); Балгоджиани, Кварели, Мтисдзир (Кварели); Пона, Бебуриани, Гургениани, Лелиани, Нинигори, Цоднискари, Чабукиани (Лагодехи); Богдановка, Гиоргицминда, Манави, Ниноцминда, Патардзеули, Сагареджо, Тохлиаури, Тулари (Сагареджо); Сакобо, Анага, Бодбисхеви, Совхоз Ульяновский, Тибаани, Хирса (Сигнахи); Ванта, Джугаани, Караджала, Квемо Ходашени, Лалискури, Лапанкури, Пшавели, Шалаури (Телапи)
0.50-0.99 (29)	Панкиси (Ахмета); Ахашени, Бакурцихе, Веджини, Калаури, Карданахи, Качрети, Мелаани, Мукузани (Гурджаани); Архило, Гамарджвеба, Земо Кеди, Зилича, Сабатло (Дедоплисцаро); Ахалсопели, Гавази, Греми, Киндзмараули, Шилда, Энисели (Кварели); Шрома (Лагодехи); Какабети, Ламбало, Шиблиани (Сагареджо); Акура, Бушети, Икалто, Кондоли, Курдгелаури (Телапи)
1.0 – 1.99 (19)	Матани (Ахмета); Арашенда, Вазисубани, Велисцихе, Гурджаани, Чандари, Чумлаки (Гурджаани); Квемо Кеди (Дедоплисцаро); Сабуе, Чикаани (Кварели); Кандаура (Сагареджо); Бодбе, Ульяновка (Сигнахи); Вардисубани, Гулгула, Кисисхеви, Руиспири, Саниоре, Цинандали (Телапи)
2.0 – 5.0 (3)	Напареули (Телапи); Удабно (Сагареджо); Нукриани (Сигнахи)

Из этой таблицы следует, что в большинстве населенных пунктах (49) среднегодовая площадь повреждения сельхозугодий от града находилась в диапазоне от 0.1 до 0.49 км². Меньшинство населенных пунктов (3 – Напареули, Удабно, Нукриани) характеризовалось среднегодовой площадью повреждения сельхозугодий от града в диапазоне от 2 до 5 км². Площади повреждения сельхозкультур до 0.1 км² были зафиксированы в 23 населенных пунктах.

Расход противорадовых ракет.

В табл. 8 представлены данные о расходе противорадовых ракет “Алазани” в Кахетии в 1972-1989 гг. (1972-1984 гг. реагент, содержащий PbI_2 , 1985-1989 гг. – реагент, содержащий AgI) [1]. Как следует из этой таблицы, в период с 1972 по 1984 гг. в среднем в год расходовалось 22035 ракет (или 35 ракет на одну обрабатываемую зону). В период с 1985 по 1989 гг. противорадовая служба в Кахетии перешла на унифицированную методику воздействия на градовые процессы (метод ВГИ). В эти годы среднегодовой расход ракет “Алазани” был 25369 (или 24 ракеты на одну обрабатываемую зону).

Табл. 8

Расход противорадовых ракет “Алазани” в Кахетии в 1972-1989 гг.

Парам.	Площадь ЗТ, км ²	Количество обработанных зон	Расход противорадовых ракет	Расход ракет на одну зону
Годы	1972-1984			
Средн.	6500	624	22035	35
Мин.	6000	295	7853	14
Макс.	7700	927	42100	66
Годы	1985-1989			
Средн.	7850	1116	25369	24
Мин.	7850	780	22070	18
Макс.	7850	1520	28246	33

В отдельных случаях количество внесенных в облака противорадовых ракет достигало нескольких сотен. Например, 27 мая 1980 г. в Кахетии для обработки 46 градоопасных и градовых зон было израсходовано всего 3203 ракет “Алазани”. При этом, на отдельные зоны было израсходовано от 3 до 446 ракет. 20 и 21 мая 1982 г. в отдельные зоны было введено 652 и 725 ракет “Алазани”.

Литература

1. სეტყვა და მასთან ბრძოლა. ჰიდრომეტეოროლოგებზე აქტიური ზემოქმედების სამსახურის 1967-1989 წწ. მუშაობის ძირითადი შედეგები. თბ., 1990, 15 გვ.
2. Воннегат Б. Образование ледяных кристаллов в переохлажденных облаках под действием йодистого серебра. Сб. “Физика облаков и осадков”, М., “ИЛ”, 1951.
3. Сулаквелидзе Г.К., Бибилашвили Н.Ш., Лапчева В.Ф. Образование осадков и воздействие на градовые процессы. Л., “Гидрометеиздат”, 1965, 265 с.
4. Сулаквелидзе Г.К. Ливневые осадки и град. Л., “Гидрометеиздат”, 1967, 412 с.
5. Бибилашвили Н.Ш., Бурцев И.И., Серегин Ю.А. Руководство по организации и проведению противорадовых работ. Л., “Гидрометеиздат”, 1981, 168 с.
6. Деннис А. Изменение погоды засевом облаков. М., “Мир”, 1983, 272 с.
7. Хоргуани В.Г. Микрофизика зарождения и роста града. М., “Гидрометеиздат”, 1984, 187 с.
8. Качурин Л.Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Л., “Гидрометеиздат”, 1990, 463 с.
9. Бурцев И.И. Разработка научно-методических основ создания системы противорадовой защиты СССР. Дисс. на соиск. уч. степ. доктора физ.-мат. наук, Л., 1990, 297 с.

10. Абшаев А.М., Абшаев М.Т., Барекова М.В., Малкарова А.М. Руководство по организации и проведению противоголовоградных работ. ISBN 978-5-905770-54-8, Нальчик:, “Печатный двор”, 2014, 508 с.
- 11.Амиранашвили А., Амиранашвили В., Биадзе Т., Нодия А., Чихладзе В., Бахсолиани М., Хуродзе Т. Особенности многолетней изменчивости градобитий в Кахетии. Тр. Института географии им. Вахушти Багратиони АН Грузии, т. 21, UISSNN 1512-1224, Тб.:, 2003, с. 58-79, (на грузинском языке).
12. Амиранашвили А.Г., Нодия А.Г., Торонджадзе А.Ф., Хуродзе Т.В. Некоторые статистические характеристики числа дней с градом в теплое полугодие в Грузии в 1941-1990 гг. Тр. Института геофизики АН Грузии, т. 58, ISSN 1512-1135, Тб.:, 2004, с.133-141.
- 13.Амиранашвили А.Г., Нодия А.Г., Торонджадзе А.Ф., Хуродзе Т.В. Изменчивость числа дней с градом в Грузии в 1941-1990 гг. Тр. Института геофизики АН Грузии, т. 58, ISSN 1512-1135, Тб.:, 2004, с. 127-132.
- 14.Amiranashvili A.G., Amiranashvili V.A., Nodia A.G., Khurodze T.V., Toronjadze A.F., Bibilashvili T.N. Spatial-temporary characteristics of number of days with a hails in the warm period of year in Georgia. Proc. 14th Int. Conf. on Clouds and Precipitation, Bologna, Italy, 18-July 2004, pp. 2_2_215.1-2_2_215.2.
15. Amiranashvili A., Nodia A., Khurodze T., Kartvelishvili L., Chumburidze Z., Mkurnalidze I., Chikhradze N. Variability of number of hail and thunderstorm days in the regions o Georgia with active influence on atmospheric processes. Bull. of the Georgian Acad. of Sciences, 172, N3, 2005, pp. 484-486.
- 16.Амиранашвили А.Г., Варазанашвили О.Ш., Нодия А.Г., Церетели Н.С., Хуродзе Т.В. Статистические характеристики числа дней с градом в год в Грузии. Материалы межд. конф. “Климат, природные ресурсы, стихийные катастрофы на Южном Кавказе”, Тр. Ин-та гидрометеорологии, том № 115, ISSN 1512-0902, Тб.:, 18-19 ноября, 2008, с. 427–433.
- 17.Varazanashvili O., Tsereteli N., Amiranashvili A., Tsereteli E., Elizbarashvili E., Dolidze J., Qaldani L., Saluqvadze M., Adamia Sh., Arevadze N., Gventcadze A. Vulnerability, hazards and multiple risk assessment for Georgia. Natural Hazards, Vol. 64, Number 3 (2012), pp. 2021-2056, DOI: 10.1007/s11069-012-0374-3, http://www.springerlink.com/content/9311_p18582143662/fulltext.pdf. 2013.
- 18.Амиранашвили А.Г., Варазанашвили О.Ш., Пипия М.Г., Церетели Н.С., Элизбарашвили М.Э., Элизбарашвили Э.Ш. Некоторые данные о градобитиях в Восточной Грузии и экономическом ущербе от них. Международная конференция “Актуальные проблемы геофизики”. Материалы научной конференции, посвященной 80 – летию со дня основания Института геофизики. Тб.:, 2014, с. 145-150.
19. Элизбарашвили Э. Ш., Амиранашвили А. Г., Варазанашвили О. Ш., Церетели Н. С., Элизбарашвили М. Э., Элизбарашвили Ш. Э., Пипия М. Г. Градобитие на территории Грузии. Европейские географические исследования, т. 2, № 2, ISSN: 2312-0029, DOI: 10.13187/egs.2014.2.55, www.ejournal9.com, 2014, с. 55-69.
- 20.Салуквадзе Т.Г., Хелая Э.И., Киладзе Р.И. Радиолокационные характеристики одноячейкового конвективного облака Кахетинского региона Грузии. Тр. Института геофизики им. М. Нодия, т. 60, Тб.:, 2008, с. 237 – 241.
- 21.Салуквадзе Т.Г., Хелая Э.И. Эмпирические радиолокационные модели различных конвективных облаков теплого сезона восточной Грузии. Материалы межд. конф. “Климат, природные ресурсы, стихийные катастрофы на Южном Кавказе”, Тр. Ин-та гидрометеорологии, том № 115, ISSN 1512-0902, Тб.:, 18-19 ноября, 2008, с. 141-149.
- 22.Салуквадзе Т.Г., Хелая Э.И., Балавадзе А.Ш., Киладзе Р. И. Эмпирическая радиолокационная модель суперячейкового конвективного облака. Тр. Института геофизики им. М. Нодия, т. 60, Тб.:, 2008, с. 242-246.
- 23.სალუქვაძე თ., ხელაია ე., ბალავაძე ა. მთავორიანი რეგიონის ერთუჯრედიანი კონვექციური ღრუბლის ემპირიული რადიოლოკაციური მოდელი. “მეტეოროლოგიის პრობლემები”, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 114, ISSN 1512-0902, თბ.:, 2010, გვ. 60-64.
- 24.Doreuli R.I. The impact of region relief on some characteristics of hail processes. Proc. 12th Int. Conf. on Clouds and Precipitation, Zurich:, Switzerland, 19-23 August, vol. 1, 1996, pp. 196-199.
25. Amiranashvili A, Amiranashvili V., Bibilashvili T., Chumburidze Z., Gzirishvili T., Doreuli R., Nodia A., Khorguani F., Kolesnikov Yu. Distribution of convective clouds and lightning discharges of the Earth surface in Kakheti region of Georgia. Proc.13th Int. Conf. on Clouds and Precipitation, Reno:, Nevada, USA, August 14-18, vol. 2, 2000, pp. 1050-1052.

26. Amiranashvili A., Amiranashvili V., Doreuli R., Khurodze T., Kolesnikov Yu. Some characteristics of hail processes in the Kakheti region of Georgia. Proc. 13th Int. Conf. on Clouds and Precipitation, Reno., Nevada, USA, August 14-18, vol. 2, 2000, pp. 1085-1087.
27. დორეული რ.ი. ადგილმდებარეობის რელიეფის საშუალო სიმაღლის გავლენა მის თავზე განვითარებულ კონვექციურ ღრუბლების მაქსიმალურ რადიოლოკაციურ ამრეკვლადობის მამრავლის ლოგარითმზე. „მეტეოროლოგიის პრობლემები“, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 114, ISSN 1512-0902, თბ.: 2010, გვ. 55-59.
28. Амиранашвили А.Г., Гзиришвили Т.Г. Аэрозоли и ледяные кристаллы в атмосфере. Тб.: „Мецниереба“, 1991, 113 с.
29. Amiranashvili A.G., Amiranashvili V.A., Gzirishvili T.G., Kharchilava J.F., Tavartkiladze K.A. Modern Climate Change in Georgia. Radiatively active small atmospheric admixtures. Trans. of M. Nodia Institute of Geophysics of Georgian Acad. of Sci., vol. 59, Monograph, ISSN 1512-1135, Tbilisi, 2005, 128 pp.
30. Amiranashvili A.G. On the role of cosmic and radioactive radiation on the formation of the secondary aerosols in atmosphere. Int. Conference “Near-Earth Astronomy 2007”, Abstract, Terskol, Russia, 3-7 September 2007.
31. Amiranashvili A. Tbilisi type of smog as attribute of feedback effect between the air ionization intensity and small ions concentration. Proc. of 7th Asia-Pacific Int. Conf. on Lightning, Chengdu, China, November 1-4, 2011, <http://www.apl2011.net/>.
32. Amiranashvili A., Bliadze T., Chikhladze V. Photochemical smog in Tbilisi. Trans. of Mikheil Nodia Institute of Geophysics of Ivane Javakishvili Tbilisi State University, vol. 63, ISSN 1512-1135, Tbilisi, 2012, 160 pp., (in Georgian).
33. Amiranashvili A.G., Gzirishvili T.G., Chumburidze Z.A. On the role of artificial iceforming reagents and radioactive intermixtures in the variation of convective clouds thunderstorm and hail activity. Proc. 12th Int. Conf. on Clouds and Precipitation, Zurich, Switzerland, August 19-23, vol. 1, 1996, pp. 267-270.
34. Amiranashvili A. Connection Between the characteristics of thunderstorm activity and air pollution in Kakheti region of Georgia. Proc. of IX Int. Symposium on Lightning Protection, Foz do Iguaçu, Brazil, 26-30 November 2007.
35. Амиранашвили А.Г. Влияние антропогенного загрязнения атмосферы на изменчивость интенсивности градовых процессов. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 64, ISSN 1512-1135, Тб.: 2013, с. 160-177.
36. Аджиев А.Х., Амиранашвили А.Г., Чаргазия Х.З. Влияние аэрозольного загрязнения атмосферы на эффективность противоградовых работ в Кахетии и на Северном Кавказе. Доклады Всероссийской открытой конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы, посвященной 80-летию Эльбрусской высокогорной комплексной экспедиции АН СССР, 7-9 октября 2014 г., часть 2, ФГБУ «Высокогорный Геофизический Институт», Нальчик, 2015, с. 387-395.
37. Амиранашвили А.Г., Бахсолиани М.Г., Бегалишвили Н.А., Берадзе Н.И., Бериташвили Б.Ш., Рехвиашвили Р.Г., Цинцадзе Т.Н., Рухадзе Н.П. О возобновлении работ по регулированию осадков в Восточной Грузии. Тр. Института гидрометеорологии, т. 108, ISSN 1512-0902, Тб.: 2002, с. 249-260.
38. 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. Тр. Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии, т. 119, ISSN 1512-0902, Тб.: 2013, с. 144 - 152.
39. Амиранашвили А.Г., Глonti Н.Я., Дзодзуашвили У.В., Ломтадзе Дж.Д., Чихладзе В.А. О восстановлении службы борьбы с градом в Кахетинском регионе Грузии. Доклады Всероссийской открытой конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы, посвященной 80-летию Эльбрусской высокогорной комплексной экспедиции АН СССР, 7-9 октября 2014 г., часть 2, ФГБУ «Высокогорный Геофизический Институт», Нальчик, 2015, с. 132-139.
40. Амиранашвили А.Г., Дзодзуашвили У.В., Чихладзе В.А. Противоградовые ракеты типа земля-воздух. Тр. Ин-та геофизики им. М.З. Нодиа, т. 64, ISSN 1512-1135, Тб.: 2013, с. 151-159.

- 41.Амиранашвили А., Глонти Н., Дзодзуашвили У., Ломтадзе Дж., Чихладзе В. О возобновлении противоградовых работ в Грузии. Международная конференция “Актуальные проблемы геофизики”. Материалы научной конференции, посвященной 80 – летию со дня основания Института геофизики. Тб.:, 2014, с. 208-212.
- 42.https://ka.wikipedia.org/wiki/საქართველო_IV_საუკუნეში
- 43.Царевич Вахушти. География Грузии. Записки Кавказского отдела императорского русского географического общества, книга 24, вып. 5. Введение, перевод и примечания М.Г. Джанашвили, Тифлис.:, 1904, 289 с.
- 44.Давитая Ф.Ф., Таварткиладзе К.А. Проблема борьбы с градобитием, морозами в субтропиках и некоторыми другими стихийными процессами. Тб.:, “Мецниереба”, 1982, 220 с.
- 45.Гигинеишвили В.М. Градобития в Восточной Грузии. Л.:, “Гидрометеиздат”, 1960, 123 с.
- 46.Гигинеишвили В.М. О градобитиях в Восточной Грузии и о некоторых особенностях градовых процессов в Алазанской долине. Тр. Всесоюз. научн. совещ. по активным воздействиям на градовые процессы, Ин-т геофизики АН ГССР, Тб.:, 1964, с. 8 -18.
- 47.Балабуев А.Г. Анализ данных о градовых явлениях в районе долин рек Иори и Алазани. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, т. 25, Тб.:, ”Мецниереба”, 1967, с. 56-64.
- 48.Ахвледиани Я.Р., Лома О.В., Саркисова Л.С. Градовые явления в Алазанской долине по данным метеорологических станций. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, т. 25, Тб.:, ”Мецниереба”, 1967, с. 65-74.
- 49.Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Под ред. Сванидзе Г.Г. и Цуцкиридзе Я.А., Л.:, ”Гидрометеиздат”, 1980, 288 с.
- 50.Budagashvili T., Karchava J., Gunia G., Intskirveli L., Kuchava T., Gurgenzidze M., Amiranashvili A., Chikhladze T. Inventory of greenhouse gas emissions and sinks. Georgia’s initial national communication on under the united nations framework convection on climate change, Project GEO/96/G31, Тб.:, 1999,137 p.
- 51.Amiranashvili A., Matcharashvili T., Chelidze T. Climate change in Georgia: Statistical and nonlinear dynamics predictions. Journ. of Georgian Geophysical Soc., Iss. (A), Physics of Solid Earth, vol.15a, Тб.:, 2011-2012, pp. 67-87.
- 52.Amiranashvili A., Amiranashvili V., Tavartkiladze K. Dynamics of the aerosol pollution of the atmosphere in Georgia in 1956-1990. J.Aerosol Sci, vol.30, Suppl.1, “Pergamon”, 1999, S667-S668.
- 53.Tavartkiladze K., Begalishvili N., Kharchilava J., Mumladze D., Amiranashvili A., Vachnadze J., Shengelia I., Amiranashvili V. Contemporary climate change in Georgia. Regime of some climate parameters and their variability. Monograph, ISBN 99928-885-4-7, Тб.:, 2006, 177 p., (in Georgian).
- 54.Малкарова А.М. Оценка физической эффективности противоградовой защиты с учетом тенденции изменения климатологии града. Метеорология и гидрология, №6, 2011, с. 55-64.
- 55.Бартишвили И.Т., Надибаидзе Г.А., Бегалишвили Н.А., Гудушаури Ш.Л. К физическим основам метода ЗакНИГМИ борьбы с градом. Тр. ЗакНИГМИ, вып.67(73), 1978, с. 73-82.
- 56.Махарашвили П.И., Дореули Р.И. Исследование градовых явлений в районах Кахетии. Отчет по теме 074.081 "Изучение процессов образования и развития сложных метеорологических условий и опасных явлений погоды (град, грозы, туманы) и разработка методов воздействия на эти явления. Изучение водных ресурсов облаков и изыскание новых реагентов для искусственного воздействия на облака и туманы", часть 3, Ин-т геофизики АН ГССР, Тб.:, 1975, 209 с.
- 57.Годовые отчеты о производственной деятельности ВС Грузинской УГКС. Тб.:, 1980, 1982, 1984-1989.
- 58.Карцивадзе А.И., Махарашвили П.И. Некоторые данные о физических характеристиках градин. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, т. 25, Тб.:, ”Мецниереба”, 1967, с. 84-58.
- 59.Салуквадзе Т.Г. Радиолокационные характеристики градовых облаков с учетом их сезонного хода. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, т. 32, Тб.:, “Мецниереба”, 1973, с. 129-138.
- 60.Николайшвили Г.В. Аэрологическая характеристика поля метеорологических элементов над Алазанской долиной. Тр. Всесоюзн. Научн. Совещ. по активным воздействиям на градовые процессы. Ин-т геофизики АН ГССР, Тб.:, 1964, с. 71-89.
- 61.Ватишвили М.Р., Бахсолиани М.Г., Газашвили А.Г., Георгишвили А.Г., Капанадзе Н.И., Микадзе Б.Ш., Саамишвили Н.Р. Исследование градовых процессов в районах Восточной Грузии.Тр. Всесоюзн. семинара “Активные воздействия на градовые процессы и перспективы усовершенствования льдообразующих реагентов для практики активных воздействий”. Нальчик 16-21 октября 1989 г., М.:, “МО Гидрометеиздата”, 1991, с. 251-260.

62. Дореули Р.И. Распределение средних скоростей перемещения и направления градоопасных облаков на территории Алазанской долины и Иорского плоскогорья по данным радиолокационных наблюдений. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, т. 49, Тб.: ” მეცნიერება”, 1982, с. 96-102.

სეტყვის პროცესების ზოგიერთი მახასიათებლები კახეთში

ამირანაშვილი ა., ძოდუაშვილი უ., ლომთაძე ჯ., საური ი., ჩიხლაძე ვ.

რეზიუმე

სეტყვასაწინააღმდეგო სამსახურის ფუნქციონირების პერიოდისათვის წარმოდგენილია განზოგადოებული მონაცემები კახეთში სეტყვის პროცესების ისეთ მახასიათებლებზე, როგორებიცაა: სეტყვიანი დღეების რიცხვის ზოგადი სტატისტიკა, სეტყვის ინტენსივობა, სეტყვის მარცვლების ზომა, სეტყვის ხანგრძლივობა, სეტყვის პროცესების თვიური, დეკადური და დღელამური განმეორადობა, სინოპტიკური პროცესები სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების დღეებში, ნულოვანი იზოთერმის სიმაღლე, სეტყვის უჯრედების და ღრუბლების გადაადგილების სიჩქარე და მიმართულება, კონვექტიური პროცესებით დატვირთული დღეების რაოდენობის საშუალო თვიური მნიშვნელობები, სეტყვასაშიში და სეტყვის ღრუბლების რადიოლოკაციური მოდელები, სეტყვისგან მიყენებული ზარალი მუნიციპალიტეტებისა და ცალკეული დასახლებული პუნქტების სავარგულების ტერიტორიებზე, სეტყვასაწინააღმდეგო რაკეტების ხარჯი აქტიური ზემოქმედების დროს.

SOME CHARACTERISTICS OF HAIL PROCESSES IN KAKHETI

Amiranashvili A., Dzodzuashvili U., Lomtadze J., Sauri I., Chikhladze V.

Abstract

For the operating cycle of anti-hail service the generalized data about such characteristics of hail processes in Kakhetii, as: the general statistics of the number of days with the hail; intensity of hail damages; size of hail stones; duration of hail damages; the monthly, decade and daily repetition of hail processes; synoptic processes in the days with the active actions on the hail processes; height of zero isotherm; direction and the speed of the movement of hail cells and clouds; the average monthly values of a quantity of days with convective processes; the radar models of hail-dangerous and hail clouds; damage from the hail in the territories of land of municipalities and separate populated areas; the expenditure of anti-hail rockets under the active influences are represented.