

Некоторые статистические характеристики числа дней с градом в теплое полугодие в Грузии в 1941-1990 гг

А.Г. Амиранашвили, А.Г. Нодия, А.Ф.Торонджадзе, Т.В. Хуродзе

Грузия является одним из градоопасных регионов нашей планеты. Поэтому исследованиям градовых процессов здесь всегда уделялось особое внимание. Изучение градобитий в Грузии имеет многовековую историю [1], что же касается регулярных метеорологических наблюдений за этим явлением природы, то они ведутся уже более ста лет [1-3]. Кроме этого, в течение длительного периода времени, при разработке средств и методов воздействия на градовые процессы, а затем во время работы противоградовой службы Грузии, в Кахетии и других районах Восточной Грузии с использованием градодождемеров проводились инструментальные измерения количества твердых и жидких осадков, выпавших из градовых облаков. Дополнительно изучались и физические характеристики (плотность, размеры, структура и др.) отдельных градин [4-6]. Исследованиям градовых процессов, в том числе и анализу данных гидрометеорологической сети о числе дней с градом, также посвящено значительное количество работ [7-9]. В последние же годы, в связи с интенсивными работами по исследованию современного изменения климата Грузии [10-11], возникла задача изучения изменения режима градобитий, как одного из важных элементов климата.

Для решения этой задачи нами была проведена работа по созданию компьютерной базы данных о числе дней с градом на территории Грузии. Следует отметить, что систематизированная база данных по указанному атмосферному явлению имела лишь до 1959 г. и опубликована в [12]. Остальные, имеющиеся материалы о градобитиях (1960-1990 гг) были любезно предоставлены нам архивом Гидрометеорологического департамента Грузии. В данной работе представлены некоторые статистические характеристики числа дней с градом в теплое полугодие (в дальнейшем для упрощения текста ЧДГ, а в формулах - Y) для 123 метеорологических станций Грузии в период с 1941 по 1990 гг. Следует учесть, что при анализе данных о подобного рода редко происходящих событий необходимо иметь, как можно, большее число пунктов измерения и длительный ряд наблюдений. Выбор указанного периода времени и был обусловлен тем, что максимальное количество станций (123) имело максимальный 50-летний непрерывный ряд одновременных наблюдений.

В табл. 1 представлены статистические характеристики ЧДГ в Грузии. Известно, что на территории Грузии имеется большинство существующих видов климата [13]. А так как в дальнейших наших исследованиях предусмотрено изучение изменчивости градобитий в различных климатических районах Грузии, группировка станций в табл. 1 проведена по этим районам в соответствии с классификацией [13]. Ниже представлена краткая характеристика указанных климатических районов [13].

Район 1. Южная часть Черноморского побережья. Профиль климата – влажные субтропики.

Район 2. Северная часть Черноморского побережья Грузии. Профиль климата – влажные субтропики.

Район 3. Внутренняя равнинная часть Западной Грузии с предгорьями. Профиль климата – пониженно увлажненные субтропики с положительным температурным балансом.

Район 4. Имеретинский массив. Профиль климата- умеренно увлажненные субтропики с прохладной зимой и теплым летом.

Район 5. Верхне- и Нижнекартлийская равнины с предгорьями. Профиль климата-умеренно сухие субтропики с умеренно прохладной зимой и повышено теплым летом.

Район 6. Алазанская долина с предгорьями. Профиль климата-слабоувлажненные субтропики.

Район 7. Иорское плоскогорье с прилегающими степями. Профиль климата – сухие субтропики с резко выраженным дефицитом влаги, умеренно холодной зимой и жарким летом.

Район 8. Периферийная часть Западного Кавказиони. Профиль климата горный, с повышенной увлажненностью, прохладным летом и холодной зимой.

Район 9. Внутренняя часть Западного Кавказиони. Профиль климата горный, умеренно увлажненный, с холодной зимой и прохладным летом.

Район 10. Предгорье и среднегорье Восточного Кавказиони. Профиль климата сренегорный, умеренно увлажненный, с прохладной зимой и умеренно теплым летом.

Район 11. Высокогорье Восточного Кавказиони. Профиль климата горный, увлажненный, с суровой зимой и прохладным летом.

Район 12. Северные склоны Кавказиони. Профиль климата горный, слабо увлажненный, с повышенной континентальностью.

Район 13. Западная часть Южно-Грузинского нагорья. Профиль климата горный, избыточно увлажненный, с теплым летом и прохладной зимой.

Район 14. Южные склоны Месхетского и Триалетского хребтов. Профиль климата горный, умеренно влажный, с прохладной зимой и умеренно теплым летом .

Район 15. Южная часть Южно-Грузинского нагорья. Профиль климата горный, сухой, с резко выраженной континентальностью. Зима суровая, лето теплое.

Табл. 1

Статистические характеристики числа дней с градом для 123 метеостанций Грузии в 1941-1990 гг

N климатического района	Станция	Высота		Среднее Y	Станд. отклон. σ	Кэфф. Вар. Cv%
		Н м	Максимум			
1	Поти	3	2	0,3	0,54	181
	Чаква	34	2	0,24	0,48	198
	Чаквистави	632	2	0,34	0,59	174
2	Батуми	5	2	0,3	0,58	193
	Леселидзе	2	4	0,52	0,89	170
	Гагра	6	4	0,42	0,78	187
	Дурипши	250	4	0,68	1,15	169
	Бичвинта	7	2	0,38	0,64	167
	Гудаута	45	2	0,42	0,64	153
	Сухуми	15	4	0,58	0,88	152
	Джегерти	120	2	0,16	0,47	292
	Очамчире	5	1	0,14	0,35	250
	Анаклиа	3	1	0,06	0,24	400
3	Лата	299	2	0,5	0,71	141
	Квезани	255	3	0,56	0,76	136
	Кодори	130	3	0,22	0,58	264
	Джвари	280	3	0,44	0,73	167
	Гали	64	3	0,3	0,61	205
	Мухури	260	6	0,84	1,11	133
	Цаленджиха	222	4	0,4	0,97	242

	Зугдидი	110	2	0,46	0,58	126
	Дидი Чკონი	345	2	0,26	0,53	203
	Ахუტი	210	3	0,38	0,64	167
	Наразени	154	3	0,26	0,63	243
	Хета	24	1	0,08	0,27	343
	Хони	113	3	0,44	0,67	153
	Цхалтубო	114	3	0,34	0,63	184
	Сенаки	45	1	0,04	0,20	495
	Кутаиси	116	1	0,26	0,44	170
	Самტრედია	26	2	0,24	0,52	216
	Ланчхუტი	29	2	0,32	0,51	160
	Вани	53	1	0,16	0,37	231
	Супса	7	3	0,12	0,48	400
	Ацана	196	1	0,04	0,20	495
	Земо Хети	402	4	0,44	0,76	173
	Даблаციხე	210	3	0,38	0,73	191
	Дидი Вани	520	2	0,26	0,53	203
	Шрома	150	2	0,14	0,40	289
	Набеглави	475	3	0,26	0,63	243
	Вакиджвари	400	4	0,54	1,03	192
	Анаसेული	159	3	0,36	0,72	200
4	Очхамური	5	3	0,2	0,57	286
	Сачхере	441	4	0,72	1,01	140
	Орпири	344	1	0,08	0,27	343
	Ткибули	544	2	0,34	0,59	174
	Корбоული	793	2	0,56	0,70	126
	Сакара	149	4	0,48	0,76	159
	Кведа Дими	199	3	0,32	0,71	223
	Харагаული	280	8	0,64	1,27	199
	Сурами	743	4	0,88	1,06	121
	Ципа	673	2	0,5	0,61	123
	Саирме	915	8	1,62	2,03	125
5	Цхинვალი	871	6	1,2	1,34	112
	Ахалгори	760	3	0,9	0,91	101
	Тианети	1091	7	2,7	1,69	63
	Душети	905	6	1,44	1,43	99
	Мта Сабуетი	1246	6	1,48	1,34	91
	Хашური	709	4	0,94	1,04	110
	Скра	607	4	0,82	1,14	139
	Гори	590	7	1,64	1,35	82
	Мухрани	551	5	0,98	1,13	116
	Гомборი	1160	10	3,5	2,70	77
	Сагареджо	806	5	2,1	1,40	67
	Тбилиси obs.	404	4	1,18	1,04	88
	Тбилиси парк	766	3	0,52	0,99	191
	Тбилиси აზრ.	490	4	0,86	1,07	124
	Марнеული	406	4	0,74	1,21	163
	Болნისი	534	5	1,38	1,24	90
6	Ахмета	690	4	1,38	1,19	86
	Кварელი	410	8	1,8	1,54	85
	Телავი	562	7	1,88	1,69	90
	Лагодехი	435	5	1,1	1,15	104

7	Гурджаани	415	6	2,22	1,61	72
	Цнори	294	4	0,86	1,01	117
	Алазани	200	4	0,96	1,11	115
	Гардабани	300	7	0,94	1,39	148
8	Шираки	550	4	1,48	1,13	76
	Псху	668	7	1,52	1,40	92
	Гагрский хреб.	1644	12	2,8	2,32	83
9	Ажара	952	1	0,1	0,30	303
	Местия	1445	7	1,22	1,54	126
	Хаиши	730	4	0,32	0,79	248
	Корулдаш	1947	15	5,6	3,76	67
	Лебарде	1599	6	1,8	1,83	102
	Шови	1600	6	2	1,80	90
	Урави	1150	3	0,64	0,94	147
	Цагери	490	3	0,68	0,79	117
	Лайлаши	853	6	1,46	1,40	96
	Они	789	5	1,2	1,21	101
10	Чребало	525	3	0,36	0,72	200
	Амбролаури	546	5	1,02	1,13	111
	Шкмери	1750	15	3,74	3,66	98
	Синатле	1131	3	0,52	0,89	170
	Джава	1124	3	0,44	0,67	153
	Пасанаури	1064	7	1,74	1,60	92
	Джоколо	665	2	0,5	0,68	136
	Рока	1400	6	0,62	1,37	221
	Бурсачили	1760	7	0,82	1,65	201
	Гудаури	2197	15	4,32	4,27	99
11	Барисахо	1315	10	2,36	2,25	95
	Казбеги верх.	3656	8	1,5	2,12	141
	Казбеги ниж.	1747	5	0,84	1,27	151
12	Бахмаро	1926	13	3,54	2,92	83
	Дагва	200	3	0,46	0,73	160
	Хуло	914	6	1,46	1,42	97
	Кеда	257	2	0,12	0,39	321
13	Ормоци	1220	10	3,02	2,13	71
	Боржоми	789	7	2,4	1,54	64
	Цеми	1117	4	0,98	1,42	145
	Абастумани	1263	13	4,3	3,58	83
	Бакуриани	1703	13	5,48	2,88	53
	Манглиси	1195	10	4,62	2,32	50
	Адигени	1185	6	1,22	1,54	126
	Коджори	1345	7	2,42	1,77	73
	Тетри Цкаро	1143	10	3,76	2,26	60
	Дманиси	1256	8	3,32	2,03	61
14	Ахалцихе	900	8	2,52	2,31	92
	Цалка	1464	11	4,08	2,41	59
	Аспиндза	1111	10	2,92	2,02	69
	Ахалкалаки	1717	16	4,22	3,27	78
	Ниноцминда	2077	20	4,94	3,72	75
	Карцахи	1863	19	4,36	3,37	77
	Ефремовка	2112	14	2,52	3,09	122

Как следует из табл. 1, ЧДГ в Грузии меняется в широких пределах, от 0 (град минимум в таблице отсутствует, так как для всех станций это значение равно 0) до 2 (станция Ниноцминда в районе N 15). Среднее ЧДГ минимально в Сенаки и Ацана (район N 3), а максимально для Корулдаш (район N 9). С высотой местности заметен явный рос:

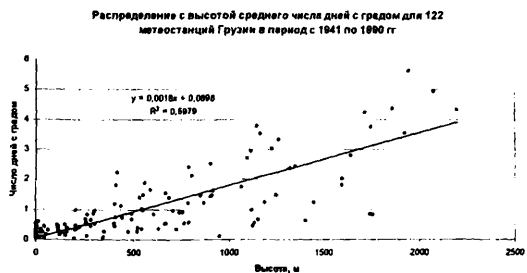


Рис.1

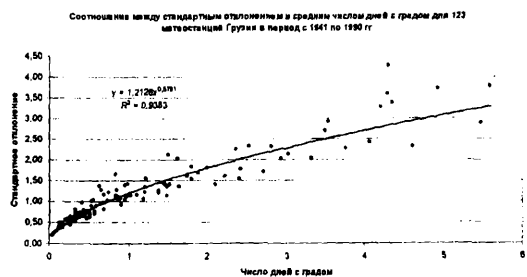


Рис. 2

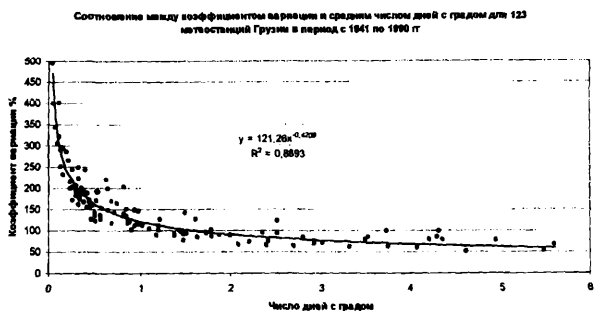


Рис. 3

числа градобитий (диапазон высот от 2 до 3656 м). Хотя на уровне высоты станции Казбеги высокогорная число дней с градом резко уменьшается. Стандартное отклонение и коэффициент вариации для ЧДГ также достаточно высоки и меняются в широких пределах. Так, стандартное отклонение меняется от 0,2 (Сенаки и Ацана) до 4.27

(Гудаури, район N 11), а коэффициент вариации от 50% (Манглиси, район N14) до 495 % (Сенаки и Ацана).

Рост с высотой среднего ЧДГ на территории Грузии достаточно удовлетворительно аппроксимируется линейной зависимостью. Для примера на рис. 1 представлена эта зависимость для 122 метеостанций в диапазоне высот от 2 до 2197 м (без станции Казбеги высокогорная). Коэффициент корреляции в данном случае равен 0.77 (рис. 1), $Y = 0,0018H + 0.0698$. С учетом станции Казбеги-высокогорная характер зависимости не меняется, значение коэффициента корреляции между ЧДГ и высотой составляет 0.71, и в соответствии с критерием Фишера это уменьшение не является значимым [14,15].

Стандартное отклонение и коэффициент вариации зависят от среднего числа дней с градом. Обе зависимости удовлетворительно описываются степенными функциями (рис. 2 и 3), соответственно $\sigma = 1.2126 Y^{0.5791}$ и $C_v = 121.26 Y^{-0.4209}$. Высокие значения коэффициентов детерминации между указанными статистическими параметрами (рис. 2 и 3) свидетельствует о том, что зависимости стандартного отклонения и коэффициента вариации от ЧДГ репрезентативны для всей территории Грузии. Таким образом, уравнения регрессии, представленные на рис. 1-3, можно использовать для приближительной оценки среднего значения ЧДГ, его стандартного отклонения и коэффициента вариации для мест, где отсутствуют метеорологические станции.

Табл. 2

Статистические характеристики осредненного по климатическим районам числа дней с градом для 123 метеостанций Грузии в 1941-1990 гг

N района	Колич. станций	Площадь кв. км	Площадь на 1 станцию		Среднее Y _i	Станд. отклон. σ _i	Козфф. вар. C _v
			кв. км	Максимум			
1	4	900	225	2	0,30	0,55	186
2	9	2000	220	4	0,37	0,75	200
3	29	10900	375	6	0,32	0,66	206
4	10	3700	370	8	0,61	1,08	176
5	16	7000	440	10	1,40	1,56	112
6	5	4200	840	8	1,68	1,49	89
7	4	5600	1400	7	1,06	1,18	112
8	3	2900	970	12	1,47	1,92	130
9	13	9900	760	15	1,58	2,34	148
10	3	4400	1470	7	0,89	1,23	137
11	4	2200	550	15	2,03	3,01	148
12	2	2500	1250	8	1,17	1,77	151
13	4	2600	650	13	1,40	2,13	153
14	10	5500	550	13	3,15	2,61	83
15	7	5700	815	20	3,65	3,06	84

В табл. 2 представлены статистические характеристики осредненного по климатическим районам числа дней с градом для 123 метеостанций Грузии в теплое полугодие 1941-1990 гг. Здесь же представлены примерные площади климатических районов и значения площадей, приходящихся в среднем на одну метеостанцию в соответствующем районе. К сожалению, плотность метеостанций, имеющих 50-летний ряд наблюдений за числом дней с градом, в различных климатических районах различна. При средней плотности 1 метеостанция на 570 кв. км по всей территории Грузии в 1 и 2 климатическом районах эта плотность составляет соответственно, 1 метеостанция на 225-

220 кв. км, тогда как для районов 4 и 10 - 1 метеостанция на 1400 и 1470 кв. км. Тем не менее, зависимость среднего по климатическим районам стандартного отклонения σ_i и коэффициента вариации Cv_i от числа дней с градом Y_i (табл. 2) имеет тот же степенной вид, что и на рис. 2 и 3. Соответственно, $\sigma_i = 1.3974 Y_i^{-0.6722}$ (коэффициент детерминации равен 0.9085) и $Cv_i = 139.74 Y_i^{-0.3278}$ (коэффициент детерминации: равен 0.7025)

Из табл. 2 также следует, что распределение числа дней с градом по климатическим районам на всей территории Грузии (табл. 1) носит довольно неравномерный характер. Отметим, что в соответствии с критериями Хи-квадрат для редких событий и Стьюдента [14,15], которые практически дали одинаковые результаты, средние по метеостанциям числа дней с градом не отличаются друг от друга для следующих пар климатических районов: 1 - 2 и 3; 2 и 3; 5 - 6,8,9,12 и 13; 6 - 8,9,11 и 13; 7 - 10 и 12; 8 - 9,12 и 13; 9 и 13; 10 и 12; 12 и 13; 14 и 15. Для остальных пар районов, с достоверностью не менее 90% в средних по метеостанциям числах дней с градом имеются различия.

Наконец, рассмотрим вопрос о повторяемости числа дней с градом в различных климатических районах в указанный выше период времени. Как показал анализ данных во всех районах, кроме районов N 6,11,14 и 15, эта повторяемость имеет четко выраженное U-образное распределение с максимумом $Y = 0$. Для некоторых районов (например 1 и 2) эти распределения вполне удовлетворительно описываются биномиальным или Пуассоновским распределениями, в других случаях - экспоненциальным. В данной работе, для удобства сопоставления характера повторяемости ЧДГ в различных районах, приведены экспоненциальные распределения (табл. 3).

Табл. 3

Функции распределения осредненного по климатическим районам числа дней с градом для 123 метеостанций Грузии в 1941-1990 гг

N района	Функция распределения - y (%) . Число дней с градом - Y	Достоверность не менее (%)
1	$y = 77.792 \exp(-1.4067 Y)$	95
2	$y = 65.403 \exp(-1.1599 Y)$	90
3	$y = 67.644 \exp(-1.2867 Y)$	90
4	$y = 58.814 \exp(-0.9271 Y)$	95
5	$y = 39.953 \exp(-0.4663 Y)$	95
6	$y = 35.215 \exp(-0.385 Y)$	40
7	$y = 49.266 \exp(-0.6141 Y)$	80
8	$y = 37.796 \exp(-0.4925 Y)$	70
9	$y = 38.516 \exp(-0.5276 Y)$	85
10	$y = 48.963 \exp(-0.6899 Y)$	95
11	$y = 34.15 \exp(-0.3791 Y)$	35
12	$y = 41.079 \exp(-0.5116 Y)$	75
13	$y = 43.131 \exp(-0.5078 Y)$	90
14	$y = 25.937 \exp(-0.2752 Y)$	80
15	$y = 21.352 \exp(-0.2251 Y)$	80

Как следует из табл. 3 в целом, за исключением районов N 6 и 11, указанный вид распределения вполне удовлетворительно совпадает с реальными данными о повторяемости ЧДГ.

ლიტერატურა

1. Давитая Ф.Ф., Таварткиладзе К.А. – Проблема борьбы с градобитием, морозами в субтропиках, и некоторыми другими стихийными процессами, Тбилиси, Мецниереба, 1982, 1-220.
2. Курдиани И.Г. – О грозах и градобитиях в Кахетии, Тбилиси, Груз. геогр. общ., 1935.
3. Гигинейшвили В.М. – Градобития в Восточной Грузии, Л., Гидрометеониздат, 1960, 1-123.
4. Балабуев А.Г. – Анализ данных о градовых явлениях в районе долин рек Иური и Алазани, Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, т. 25, вып. 1, "Мецниереба", 1967, 56-64.
5. Карцивадзе А.И., Махараშვილი П.И. - Некоторые данные о физических характеристиках градин, Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, т. 25, вып. 1, "Мецниереба", 1967, 84-93
6. Махараშვილი П.И. – Некоторые результаты исследования структуры градин. Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, т. 28, "Мецниереба", 1972, 131-144.
7. Ватнашвили М.Р., Бахшалиани М.Г., Газашвили А.Г., Георгишвили А.Г., Капанაძე Н.И., Микадзе Б.Ш., Саамишвили Н.Р. – Исследование градовых процессов в районах Восточной Грузии. Тр. Всес. семина. "Активные воздействия на градовые процессы и перспективы усовершенствования льдообразующих реагентов для практики активных воздействий", Нальчик, 16-21 октября 1989, М., МО Гидрометеониздата, 1991, 251-260.
8. Doreuli R.I. – The impact of region relief on some characteristics of hail processes, Proc.12th Int. Conf. on Clouds and Precipitation, Zurich, Switzerland, August 19-23, vol.1, 1996, 196-199.
9. Amiranashvili A., Amiranashvili V., Doreuli R., Khurudze 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, 1085-1087.
10. Georgia's Initial National Communication on Under the United Nations Framework Convention on Climate Change, Project GEO/96/G31, Tbilisi, 1999, 1-105.
11. Амиранашвили А.Г., Амиранашвили В.А., Биадзе Т.Г., Нодия А.Г., Чихладзе В.А., Бахшалиани М.Г., Хуродзе Т. В. - Особенности многолетней изменчивости градобитий в Кахетии. Тр. Ин-та географии им. Вахушти Багратиони АН Грузии, том 21, USSN 1512-1224, Тбилиси, 2003, 58-79, (на грузинском языке)
12. Климатологический справочник СССР, вып. 14. Метеорологические данные за отдельные годы, часть 7, Л., Гидрометеониздат, 1961, 407-480.
13. Климат и климатические ресурсы Грузии – Тр. ЗаКНИГМИ, вып. 44(50), Л., Гидрометеониздат, 1971, 1-384.
14. Ван дер Варден Б.Л. – Математическая статистика, М., ИЛ, 1960, 1-434.
15. Мюллер П., Нойман П., Шторм Р. – Таблицы по математической статистике, М., Финансы и статистика. 1982, 1-267.

საქართველოში სეკვეიანი ღლეების რიცხვის ზოგიერთი სტატისტიკური მახასიათებლები 1941–1990 წლების თბილ პერიოდში

ა. ამირანაშვილი, ა. ნოღია, ა. გორონჯაძე, თ. ხუროძე

რეზიუმე

წარმოდგენილია საქართველოში სეკვეიანი ღლეების რიცხვის სტატისტიკური მახასიათებლები 123 მეტეოლოგიური სადგურების 1941-1990 წლების თბილი პერიოდებისათვის. მიღებულია ემპირული დამოკიდებულება სეკვეიანი ღლეების რიცხვსა და ადგილის სიდიდეებს შორის. ჩატარებულია სეკვეიანობის სტატისტიკური მახასიათებლების თავისებურებანი საქართველოს 15 კლიმატური რაიონისათვის. შესწავლილია სეკვეიანობის განმეორადობები გემოთ აღნიშნული რაიონებისათვის.

Some statistical characteristics of the number of days with the hail into the warm half-year in Georgia in 1941-1990

A.G. Amiranashvili, A.G. Nodia, A.F. Toronjadze, T.V. Khurodze

Abstract

The statistical data about the number of days with the hail into the warm half-year for 123 meteorological stations of Georgia in the period 1941-1990 are represented. The empirical ratio between the number of days with the hail and the height of locality is obtained. The statistical analysis of the peculiar properties of the number of days with the hail in 15 climatic regions of Georgia is carried out. The nature of the frequency of the number of days with the hail in these regions is studied.