

*Амиранавили А.Г.<sup>1</sup>, Варзанашили О.Ш.<sup>1</sup>, Нодия А.Г.<sup>1</sup>,  
Цертели Н.С.<sup>1</sup>, Мкурналидзе И.П.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт геофизики им. М. Нодия, Грузия

<sup>2</sup>Институт гидрометеорологии, Грузия

УДК 551.594(063)

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТИ В ГРУЗИИ

### Введение

Грузия является одним из грозоопасных регионов мира. В связи с указанным исследованием этих процессов здесь всегда были актуальны и им уделялось и уделяется повышенное внимание. Изучение гроз в Грузии имеет многовековую историю [9]. Регулярные же метеорологические наблюдения за этими атмосферными явлениями проводятся уже более 100 лет [6,8,11].

Негативные последствия гроз часто связаны с повреждением зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, различных электро-коммуникаций, газо и нефтепроводов, гибелью животных и людей и др. [2-5 и др.]. По данным [3] среднее число смертей в год из-за аномалий погоды в США примерно 1500, том числе из-за молний – 175. Ежегодный экономический ущерб в США из-за молний в среднем доходит до 1 млрд долларов.

В Грузии, к сожалению, статистика негативных последствий гроз в соответствии с подобными работами в развитых странах практически не ведется. По этому вопросу имеются лишь разрозненные данные энергетических компаний, средств массовой информации и др., и при этом, зачастую, без оценки экономического ущерба.

В качестве примеров можно указать, что по данным Государственной Электросистемы Грузии в период с 2001 по 2006 гг из за гроз было 6 крупных аварий на высоковольтных линиях электропередач. В конце июня 2007 г. от удара молнии загорелось двухэтажное кафе-бунгало на Приморском бульваре в Батуми. Сооруженный из бамбука и покрытый соломой стилизованный зал сгорел дотла. К счастью обошлось без жертв. В конце июля того же года около десяти участников праздничного застолья в селе Черевы Гурджаанского района Грузии получили ранения и травмы в результате удара молнии. По словам очевидцев события, в результате удара молнии несколько участников застолья потеряли сознание, шесть человек были переброшены с одного конца стола на другой. Все пострадавшие были доставлены в больницу, где им оказали медицинскую и психологическую помощь.

В ранних исследованиях основное внимание уделялось климатологии гроз, в связи с чем происходило изучение этого явления в различных климатических районах Грузии [1,6-8,11,14 и др.]. При этом, главным образом, использовалась база данных до 1990 г. В предлагаемой работе с использованием всего имеющегося материала рассмотрены характеристики грозовой деятельности как для всей территории Грузии в целом, так и для ее отдельных административных регионов (12 краев).

### Методика

Методы и приборы для исследования гроз условно можно разделить на две большие группы. 1 – исследование грозовой деятельности вообще, 2 – исследование отдельных грозовых разрядов. К первой группе относится давно используемый на сети гидрометеорологических станций визуально-слуховой метод обнаружения гроз. При этом, относительно надежно число дней с грозами и продолжительность гроз на метеостанциях регистрируется в радиусе 15 км. Причем близкие грозы, когда наблюдатель видит вспышку молнии и слышит гром, регистрируются в радиусе 10 км. Данные визуально-слуховых наблюдений за грозами широко используются в климатологии гроз, особенно для решения задач, связанных с исследованием их долговременных вариаций, практических работах по грозозащите различных инженерных сооружений и др. [5].

Установлено, что для данной местности продолжительность гроз и число грозовых разрядов связаны линейной зависимостью [5,13 и др.]. Поэтому, проводя в этой местности одновременно визуально-слуховые и инструментальные (например, регистрацию числа разрядов молний) исследования гроз, можно с достаточной надежностью реконструировать картину грозовой деятельности в данной местности также для периодов, когда инструментальные наблюдений не проводились. Исходя из вышеизложенного этот метод регистрации гроз не потерял актуальность и в наше время.

В работе использованы данные Гидрометеорологической службы Грузии визуально-слуховых наблюдений за грозами на 148 метеорологических станциях Грузии в период с 1891 г. по 2006 г. В качестве основного исследуемого параметра используется среднее число дней с грозами в год (ЧДГ) для всего периода наблюдений на каждой метеорологической станции. Используется также такая характеристика, как периодичность гроз (П), равная обратной величине среднегодового количества гроз, и являющейся временным интервалом, в течение которого бывает один день с грозой (в нашем случае этот временной интервал кратен году).

Обработка данных производилась с использованием стандартных статистических методов [10]. Статистическая обеспеченность для среднего числа дней с грозой в год проверялась наличием высокой корреляционной связи между ЧДГ и стандартным отклонением [12]. Для условий Грузии минимально приемлемым периодом наблюдений оказалось 10 лет. Таким образом период наблюдений для каждой метеостанции находится в пределах от 10 до 108 лет.

В качестве иллюстрации на рис. 1 представлен график корреляционной связи между ЧДГ и стандартным отклонением.

Как следует из рис. 1 между указанными выше параметрами имеется достаточно высокая линейная корреляционная зависимость (коэффициент детерминации  $R^2 = 0,41$  с достоверностью  $\alpha$  не хуже 0,001). Коэффициенты уравнения линейной регрессии также представлены в нижней правой части рис.1. Следует отметить,

что в соответствие с этим уравнением можно проводить примерную оценку стандартного отклонения ЧДГ, взятого из справочников, если там не указано его значения.

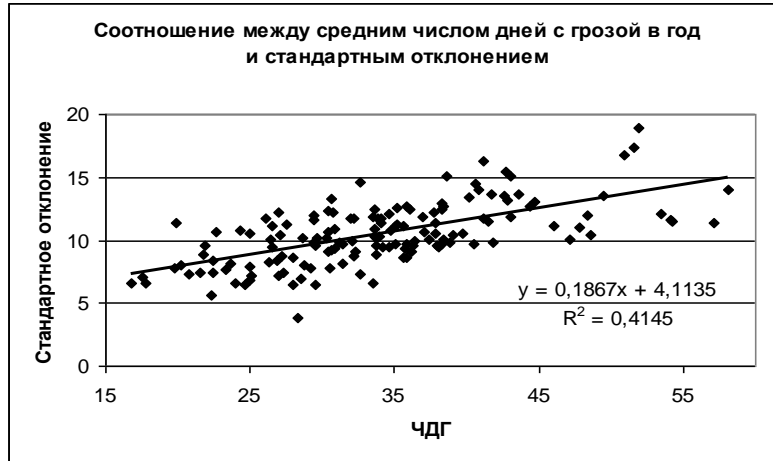


Рис. 1. Линейное корреляционное и регрессионное соотношение между средним значением ЧДГ и стандартным отклонением

Оценка среднегодового числа ударов молний на 1 км<sup>2</sup> поверхности земли (удельная плотность ударов молнии на землю) производилась в соответствие с [13] по формуле:

$$N_g = 0,04 \cdot (\text{ЧДГ})^{1.25}$$

Следует учесть, что данная формула получена для равнинной местности, и в условиях горной Грузии она дает несколько заниженные значения  $N_g$  [1]. Тем не менее информация о числе разрядов на землю полезна для оценки степени грозоопасности различных объектов народного хозяйства хотя бы в предлагаемом приближении.

Отметим, что в дальнейшем размерности  $\Pi$  и  $N_g$  для простоты изложения опущены.

**Результаты**

Результаты исследования представлены на рис. 2 и в таблице.

Как следует из рис. 2 распределение грозовой активности над территорией Грузии имеет достаточно неравномерный характер. Ниже приведен перечень метеостанций, на которых наблюдается периодичность гроз в соответствие с градациями, указанными на рис. 2, а также соответствующие им значения  $N_g$ .

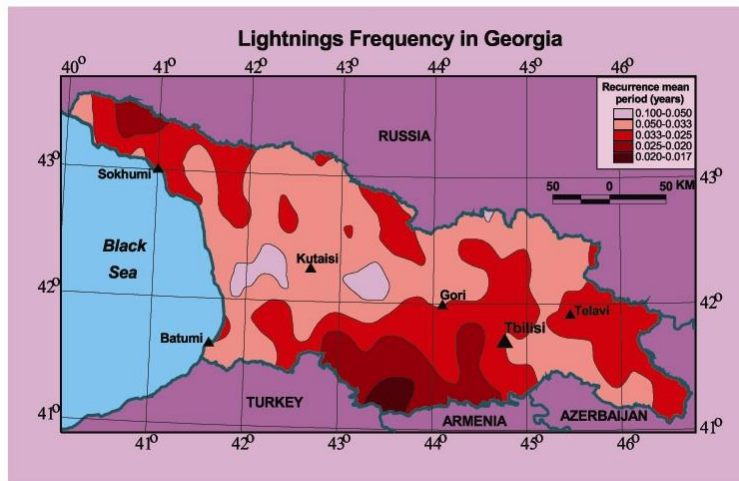


Рис. 2. Распределение среднегодовой периодичности гроз на территории Грузии

Таблица Характеристики грозовой активности в различных регионах Грузии

Регион (край)	Площадь км <sup>2</sup>	К-во станций	Высота мин	Высота макс	$\Pi$ средн макс	$\Pi$ средн мин	$N_g$ 95% нижуров	$N_g$ 95% верхуров
Абхазия	8725	19	4	1644	0,038	0,019	2,0	6,2
Самегрело-Земо Сванети	7520	16	1	1491	0,059	0,026	1,1	4,2
Гурия	2057	9	7	1926	0,051	0,030	1,3	3,6
Аджария	2900	9	2	946	0,048	0,023	1,6	4,8
Рача-Лечхуми	5073	11	474	2854	0,045	0,024	1,7	4,7
Имерети	6515	17	28	1242	0,056	0,024	1,3	4,8

მესხეთი	6438	12	790	2112	0,030	0,017	3,0	7,0
მცხეთა-მთიანეთი	6782	15	550	3653	0,051	0,023	1,4	4,9
შიდა კარტლი	4705	9	607	2240	0,041	0,025	1,9	4,5
კვემო კარტლი	6446	10	300	1458	0,038	0,018	1,7	6,7
კახეთი	11309	17	223	1870	0,057	0,021	1,2	5,4
თბილისი	335	4	403	766	0,034	0,028	2,4	3,7

П - (0,1-0,050),  $N_g$  - (0,7-1,7): Ахути, Ацана, Казбеги в/г, Мартвили, Орпири, Удабно;

П - (0,050-0,033),  $N_g$  - (0,71-2,8): Анаклия, Ахалгори, Бурсачили, Вани, Дагва, Дарьял, Диди Чкони, Земо Хета, Казбеги, Кведа Дими, Кеда, Коби, Коджори, Корбоули, Корулдаши, Лаилаши, Ланчхუти, Лата, Лентехи, Леселидзе, Мамисонский перевал, Марнеული, Мта Сабუети, Мухური, Набеглави, Новый Афон, Они, Очхамური, Рока, Руставი, Саирме, Сакара, Самგორი, Самტრედია, Сачхере, Сенаки, Синатле, Супса, Сурами, Ткибули, Урави, Хаიში, Харагаული, Хета, Хони, Ципა, Цхалтубო, Цхинвали, Шрома;

П - (0,033-0,025),  $N_g$  - (2,81 - 4,0): Адзубга, Адигени, Амброლაური, Анаსული, Ахмета, Барисахо, Батумი, Бахмарო, Бичвинта, Боржомი, Вакиджვარი, Джава, Джгарди, Джиханджири, Джоколо, Гагра (город), Гагра (хребет), Гали, Гардабани, Гомборი, Гори, Гурджаანი, Дабла Цихე, Дедоплис Цқарო, Зегаანი, Зугдидი, Икалто, Карсани, Кварели, Квезანი, Кодори, Крестовый перевал, Кутаиси, Лебарде, Махинджаური, Местия, Напареული, Наразени, Ормоცი, Омало, Очамчирე, Пасанаური, Потი, Тბილისი, ტიანეთი, Сагареджо, Сигнахи, Сиони, Скра, Сухумი, Хашური, Хуло, Цаленджиха, Цалка, Цнори, Чребало, Шираки, Шови, Шулавери, Эрмани;

П - (0,025-0,020),  $N_g$  - (4,01-5,3): Абастумани, Ажара, Аспиндза, Бабушера, Бакуриანი, Болниси, Гудаური, Дидი ვანი, Дманиси, Дурипши, Душети, Ефремовка, Лагодехი, Мухрани, Телавი, Тетри Цқарო, Цაგერი, Цеми, Чаква;

П - (0,020-0,017),  $N_g$  - (5,31 - 6,5): Ахалкалаки, Ахалцихе, Карцахи, Манглиси, Ниноцминда, Паравани, Пسخу.

В таблице представлены данные о диапазоне изменения средних значений периодичности гроз, а также пределах изменения нижнего и верхнего уровня 95%-го доверительного интервала среднегодового количества разрядов на землю для различных регионов Грузии. В этой же таблице представлена информация о площади территории регионов, количестве метеостанций в каждом регионе и диапазоне высот расположения этих метеостанций.

Как следует из этой таблицы с соответствием со значениями верхнего уровня 95%-го доверительного интервала для  $N_g$  наиболее высокие значения грозоопасности в отдельных местах регионов Грузии отмечаются в Абхазии, Квемо Картли, Кახეთი и მესხეთი ( $N_g$  больше 5,3).

Наконец отметим, что зависимость грозовой активности от высоты местности в целом для территории Грузии положительная, но слабая. Коэффициент линейной корреляции R между высотой и ЧДГ значимый и составляет 0,28 с достоверностью  $\alpha$  не хуже 0,001. Уравнение линейной регрессии связи среднегодового числа дней с грозами и высоты местности H над уровнем моря имеет вид ( в H м):

$$\text{ЧДГ} = 0,0038 \cdot H + 31,3$$

Соответственно слабая положительная корреляция между  $N_g$  и H ( $R = 0,29$  с  $\alpha$  не хуже 0,001). Связь между  $N_g$  и H описывается уравнением:

$$N_g = 0,00047 \cdot H + 2,98$$

### Заклучение

В результате анализа данных 148 метеорологических станций Грузии о числе дней с грозами в период с 1891 г. по 2006 г. получены значения среднего числа дней с грозами в год для каждой метеостанции, построена карта распределения периодичности среднегодовой величины количества гроз над территорией Грузии, оценены значения числа молниевых разрядов на землю как для каждой метеостанции, так и для 12 административных регионов Грузии, изучена зависимость грозовой активности от высоты местности.

В дальнейшем следует провести уточнение полученных результатов о плотности разрядов на землю, которые на данном этапе исследования являются предварительными, так как в этих оценках не была предусмотрена продолжительность гроз. Следует также отметить необходимость приобретения современной грозорегистрирующей аппаратуры, которая позволила бы определить связи имеющихся многолетних данных визуально-слуховых наблюдений за грозами с электрическими параметрами гроз (частоты внутриоблачных и наземных молниевых разрядов и др.).

Работа выполнена при поддержке гранта GNSF/ST06/5-068.

### ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

- Amiranashvili A, Amiranashvili V., Bibilashvili T., Chumberidze Z., Gzirishvili T., Doreuli R., Nodia A., Khorguani F., Kolesnikov Yu., 2000, 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, pp. 1050-1052.
- Holle R.H., Lopes R.E., Arnold L.J., Endres J, 1996, Insured Lightning-Caused Property Damage in three Western States, J. Appl. Meteor., vol 35, No 8, August, pp. 1344-1351.
- Kunkel K.E., Pielke R.A.Jr., Changnon S.A., 1999, Temporal Fluctuations in Weather and Climate Extremes that Cause Economic and Human Health Impacts: A Review, Bull. of the American Meteorological Soc., vol. 80, N 6.

4. Амиранашвили А.Г., Чихладзе В.А., Твиладзе Д.Д., Чхладзе Т.И., Маглакелидзе М.А., 1986, Моделирование влияния электрического поля гроз на сердце, Третий Всесоюзн. Симп. по атмосферному электричеству, Тарту, 29-31 октября, тезисы докл., Тарту, с. 290.
5. Базелян Э.М., Горин Б.Н., Левитов В.И., 1978, Физические и инженерные основы молниезащиты, Л.: Гидрометеиздат, 223 с.
6. Балабуев А.Г., 1939, Грозы Закавказья, Тр. Тбил. Геоф. Ин-та, т.4.
7. Бериташвили Б.Ш., Мкурналидзе И.П., Амиранашвили А.Г., 2004, Исследование пространственно-временных изменений числа дней с грозой на территории Грузии, Сб. статей, Вопросы физики облаков, Облака, осадки и грозовое электричество, ГГО им. А.И.Воейкова, Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, с. 155-168.
8. Гуния С.У., 1960, Грозовые процессы в условиях Закавказья, Л.: Гидрометеиздат, с.1-123.
9. Давитая Ф.Ф., Таварткиладзе К.А., 1982, Проблема борьбы с градобитием, морозами в субтропиках и некоторыми другими стихийными процессами, Тбилиси: Мецниереба, 220 с.
10. Кобышева Н.В., Наровлянский Г.Я., 1978, Климатологическая обработка метеорологической информации, Л.: Гидрометеиздат, 296 с.
11. Курдиани И.Г., 1935, О грозах и градобитиях в Кахетии, Тбилиси, Груз. геогр. общ.
12. Лободин Т.В., Разова Е.Н., 1989, Грозы и град в различных физико-географических условиях, Тр. ГГО, вып. 514, Л.: Гидрометеиздат, с.134-139.
13. МЭК 61024-1, 1990, Защита объектов от молнии. Часть 1. Общие принципы.
14. Элизбарашвили Э.Ш., Гонгладзе Н.Ш., Власова С.В., Алборова Б.Г., Попов А.А., 1983, О грозовой деятельности в Восточной Грузии, Изв. АН СССР, сер. Геогр., No 1, с.104-110.

**უკ 551.594(063)**

**საქართველოში ელჭექის აქტივობის მახასიათებლები.** /ამირანაშვილი ა., ვარაზანაშვილი ო., ნოდია ა., წერეთელი ნ., მკურნალიძე ი./ ჰმი-ს შრომათა კრებული -2008.-ტ.115.-გვ. 279-285.- რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

აგებული იქნა წელიწადში ელჭექიანი დღეების საშუალო განმეორებადობის საქართველოს ტერიტორიაზე განაწილების რუკა. განხორციელდა დედამიწაზე ელვების განმუხტვის სიმკვრივის შეფასება ყველა მეტეოსადგურისა და საქართველოს 12 ადმინისტრაციული რეგიონისათვის. შესწავლილ იქნა ელჭექების აქტივობის დამოკიდებულება ადგილის სიმაღლეზე.

**UDC 551.594(063)**

**CHARACTERISTICS OF THUNDERSTORM ACTIVITY IN GEORGIA.** /Amiranashvili A., Varazanashvili O., Nodia A., Tsereteli N., Mkurnalidze I./ Transactions of the Georgian Institute of Hydrometeorology. -2008. - т.115. – p. 279-285. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The map of the distribution of mean periodicity of the number of days with the thunderstorms per annum above the territory of Georgia is obtained. The estimation of values of the density of lightning discharges to the earth for each meteorological station and for 12 administrative regions of Georgia is carried out. The dependence of thunderstorm activity on the height of locality is studied.

**УДК 551.594(063)**

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТИ В ГРУЗИИ.** /Амиранашвили А.Г., Варазанашвили О.Ш., Нодия А.Г., Церетели Н.С., Мкурналидзе И.П./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузии. -2008. – т.115. – с. 279-285. - Рус.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Построена карта распределения средней периодичности числа дней с грозами в год над территорией Грузии. Проведена оценка значений плотности молниевых разрядов на землю для каждой метеостанции и для 12 административных регионов Грузии. Изучена зависимость грозовой активности от высоты местности.