

*А.Г.Амиранашвили<sup>1</sup>, О.Ш. Варзанашивили<sup>1</sup>, А.Г.Нодия<sup>1</sup>,  
Н.С.Церетели<sup>1</sup>, Т.В.Хуродзе<sup>2</sup>*

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

*<sup>2</sup>Институт вычислительной математики им. Н. Мухелишвили, Грузия*

**УДК 551.578.7**

## **СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧИСЛА ДНЕЙ С ГРАДОМ В ГОД В ГРУЗИИ**

### **Введение**

Исследования градовых процессов в Грузии всегда были актуальны и им уделялось и уделяется повышенное внимание, ввиду того, что эта страна относится к одним из градоопасных регионов мира.

Многовековая история изучения градобитий в Грузии связана не только с простой фиксацией этого явления природы, климатологией градобитий, но и с созданием первой в Мире противоградовой службы Грузии. В Кахетии и в других регионах Восточной и Южной Грузии наряду с детальным изучением климатологии града в этих районах 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. Большое внимание уделялось исследованиям радиолокационных параметров конвективных облаков с целью определения радиолокационных критериев их градоопасности, картированию территории Кахетии по распределению конвективной облачности, а также грозо- и градоопасности с использованием этих критериев [1,4-9,11,13,15].

Негативные последствия градобитий обычно связаны с повреждением растений (в особенности сельскохозяйственных культур), зданий, транспортных средств, различных коммуникаций и даже гибелью животных и людей.

В США от града погибает в среднем от 1 до 2% посевов. В некоторых районах эта цифра достигает 6%. Ущерб составляет 1-1,5 млрд долларов США [2]. Экстремально большой ущерб от града в Северной Америке был отмечен в мае 1995 г в Техасе (около 2 млрд долларов США) [3].

14 мая 2001 года в Ставропольском крае России от града пострадало 4500 жилых домов, погибли посевы сельскохозяйственных культур на площади 1000 кв км и многолетние насаждения на площади 30 кв км, ущерб достигал 17 млн долларов США. Местами слой выпавшего града достигал 50 см [55]. 6-7 июля 2003 года на Северном Кавказе в Карачаево повреждения от града составили 21500 кв км. [14].

В период проведения противогорадовых работ в Грузии ущерб от градобитий составлял в среднем 18-20 млн. долларов США. В Кахетии доля предотвращенных от града площадей (в пересчете на 100%), в сопоставлении с общей площадью защищаемой территории, составила: до начала противогорадовых работ – около 2 %, в период проведения противогорадовых работ (1967-1989 гг) - 0,48%, и за последний период без проведения работ (1990-2000) – 2,6% . В целом ежегодный мировой ущерб в сельском хозяйстве от градобитий оценивается в 6 млрд долларов США, в том числе в Грузии в последние годы от 6 до 58, а на Северном Кавказе – около 300 млн долларов США [4].

Изучение климатологии града с использованием результатов наблюдений за числом дней с градом в год (ЧДГ) не потеряло актуальность и в настоящее время, так как для исследований многолетних вариаций ЧДГ и причин этих вариаций необходимы длительные ряды наблюдений, которые имеются во многих странах. Кроме того, этот параметр универсален для всех пунктов наблюдения и результаты, полученные различными авторами, легко сопоставимы друг с другом.

В предыдущих исследованиях при изучении градобитий в Грузии использовалась база данных до 1990 г. [5,6,11,13,15 и др.]. Исследования были, в основном, привязаны к климатическим районам Грузии. В предлагаемой работе рассмотрены характеристики градовой активности для территории Грузии в целом и для ее отдельных административных регионов (12 краев) с использованием всего имеющегося материала.

## Методика

В работе использованы данные Гидрометеорологической службы Грузии за числом дней с градом в год на 160 метеорологических станциях Грузии в период с 1891 г. по 2006 г. Основной исследуемый параметр - среднее ЧДГ в год для всего периода наблюдений на каждой метеорологической станции. Используется также такая характеристика, как периодичность градовых явлений ( $\Pi$ ), равная обратной величине среднегодового количества градобитий, и являющейся временным интервалом, в течение которого бывает один день с градом (в нашем случае этот временной интервал кратен году).

Анализ данных производился с использованием стандартных статистических методов [10]. Статистическая обеспеченность для среднего числа дней с градом в год проверялась наличием высокой корреляционной связи между ЧДГ и стандартным отклонением [12]. Для условий Грузии минимально приемлемым периодом наблюдений оказалось 30 лет. Таким образом период наблюдений для каждой метеостанции находится в пределах от 30 до 104 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  $R^2 = 0,894$  с достоверностью  $\alpha$  не хуже 0,001). Коэффициенты уравнения линейной регрессии представлены в нижней правой части рис. 1.

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

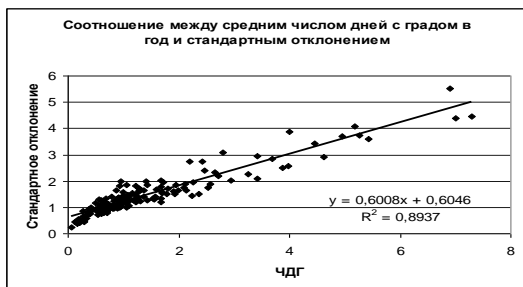


Рис. 1 Линейное корреляционное и регрессионное соотношение между средним значением ЧДГ и стандартным отклонением

## Результаты

Результаты исследования представлены на рис. 2,3 и в таблице.

Как следует из рис. 2 распределение градовой активности на территории Грузии имеет весьма неравномерный характер. Ниже приведен перечень метеостанций, на которых наблюдается периодичность градобитий в соответствие с градациями, указанными на этом рисунке.

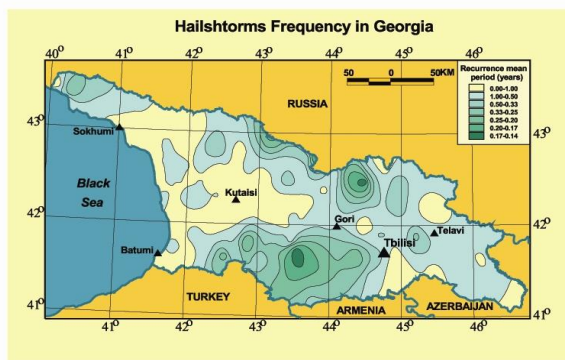


Рис. 2 Распределение среднегодовой периодичности градобитий на территории Грузии

П - (выше 1,00): Адзубга, Ажара, Алазани, Анаклия, Анасули, Артана, Ацана, Бабушера, Бурсачили, Вани, Гагра (город), Гашперди, Дабла Цихе, Дарьял, Джава, Джгарди, Джиханджири, Джоколо, Диди Вани, Диди Чкони,

Земо Хета, Зестафони, Казбеги, Карданахи, Карсани, Каспи, Кведа Дими, Кеда, Кобулет, Кодори, Корбоули, Крестовый перевал, Кутаиси, Ланчути, Лата, Лентехи, Марнеули, Мартвили, Махинджаури, Набеглави, Накадули, Напареули, Наразени, Новый Афон, Орпири, Очамчире, Очамури, Рока, Рустави, Садахло, Сакара, Самгори, Самтрედия, Сачхере, Синатле, Сиони, Скра, Супса, Сурами, Сухуми, Ткибули, Торса, Удбно, Урави, Хаиши, Харагаули, Хета, Цагери, Цаленджиха, Ципа, Цнори, Цхалтубо, Чохатаури, Чребало, Шрома, Элдари;

П - (1,00-0,50): Адигени, Амбролаури, Ахалгори, Ахмета, Ахути, Батуми, Бичвинта, Болниси, Вакиджвари, Гали, Гори, Гудаури, Гурджаани, Дедоплис Цкаро, Дурипши, Душети, Зегаани, Зугдиди, Икалто, Карданахи, Кварели, Квезани, Лагодехи, Лаилаши, Леселидзе, Местия, Мта Сабуети, Мухрани, Мухури, Омало, Они, Пасанаури, Пот, Саирме, Тбилиси, Хашури, Хони, Хуло, Цеми, Цинандали, Цхинвали, Чаква, Ширази, Шулавери;

П - (0,50-0,33): Аспиндза, Ахалцхе, Барисахо, Боржом, Дагва, Коби, Коджори, Лебарде, Псху, Сагареджо, Сенаки, Сигнахи, Телави, Тианети, Шови;

П - (0,33-0,25): Бахмаро, Гомбори, Дманиси, Ормоци, Тетри Цкаро, Цалка, Шкмери;

П - (0,25-0,20): Карцахи, Манглиси, Ниноцминда;

П - (0,20-0,17): Абастумани, Ахалкалаки, Эрмани;

П - (0,17-0,14): Бакуриани, Гудаури, Паравани.

Таблица Характеристики градовой активности в различных регионах Грузии

Регион (край)	Площадь км <sup>2</sup>	К-во станций	Высота мин	Высота макс	П средн макс	П средн мин	П 95% верх уров	П 95% ниж уров
Абхазия	8725	21	4	952	0,41	6,00	0,32	3,30
Самерело-Земо Сванети	7520	18	1	1491	0,29	4,92	0,24	2,97
Гурия	2057	10	7	1926	0,46	5,09	0,34	2,92
Аджария	2900	11	2	946	0,25	5,75	0,20	1,98
Рача-Лечхуми	5073	11	474	1750	0,58	7,50	0,45	3,43
Имерети	6515	18	28	1242	0,14	0,93	0,12	0,68
Месхети	6438	11	790	2100	0,14	6,29	0,12	3,48
Мцхета-Мтианети	6782	13	550	2194	0,18	3,00	0,15	1,85
Шида Каргли	4705	10	598	2240	0,22	4,67	0,19	2,68
Квемо Каргли	6446	11	300	1458	0,27	15,00	0,22	6,29
Хакети	11309	22	223	1870	0,65	1,24	0,55	0,91
Тбилиси	335	4	403	766	0,41	6,00	0,32	3,30

В таблице представлены данные о диапазоне изменения средних значений периодичности градобитий, а также пределах изменения нижнего и верхнего уровня 95%-го доверительного интервала среднегодового количества града 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 в соответствие со значениями верхнего уровня 95%-го доверительного интервала для П наиболее высокие значения градоопасности в отдельных местах регионов Грузии отмечаются в Аджарии, Имерети, Месхети, Мцхета-Мтианети, Шида Картли (П меньше 0,2).

Наконец отметим, что зависимость градовой активности от высоты местности в целом для территории Грузии имеет высокую положительную корреляцию (рис. 2).

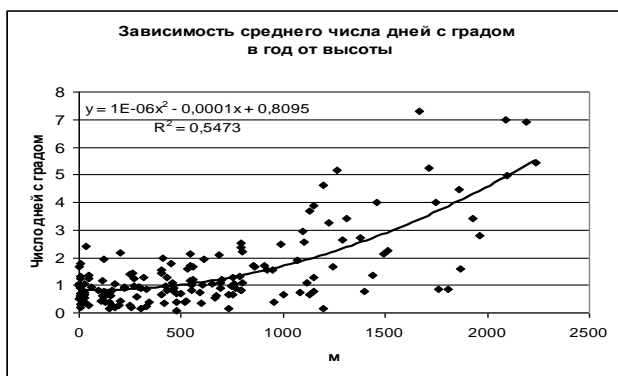


Рис. 2

Связь эта имеет нелинейный характер и описывается полиномом второй степени (значения коэффициентов детерминации и коэффициентов уравнения регрессии представлены в верхней правой части рис. 2, достоверность  $\alpha$  не хуже 0,001).

## Заключение

На основании анализа данных 160 метеорологических станций Грузии о числе дней с градом в период с 1891 г. по 2006 г. получены значения среднего числа дней с градом в год для каждой метеостанции, построена карта распределения периодичности среднегодовой величины количества градобитий на территории Грузии, определены диапазоны изменения градовой активности для 12 административных регионов Грузии, изучена зависимость среднегодового числа дней с градом от высоты местности.

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

## ლიტერატურა–References–Литература

1. Amiranashvili A., Amiranashvili V., Doreuli R., Khurodze T., Kolesnikov Yu., 2000, 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, pp. 1085-1087.
2. Changnon S.A., 1997, Climatology of hail risk in United States, CRR-40, Changnon Climatologist, Mahomet, Illinois, pp. 1-89.
3. Hill C., 1996, Mayday!. Weatherwise, June/July 25-28.
4. Амиранашвили А.Г., Бахсолиани М.Г., Бегалишвили Н.А., Берадзе Н.И., Бериташвили Б.Ш., Рехвиашвили Р.Г., Цинцадзе Т.Н., Рухадзе Н.П., 2002, О возобновлении работ по регулированию осадков в Восточной Грузии, Тр. Института гидрометеорологии, ISSN 1512-0902, том 108, с. 249-260. А
5. Амиранашвили А.Г., Нодия А.Г., Торонджадзе А.Ф., Хуродзе Т.В., 2003, Некоторые статистические характеристики числа дней с градом в теплое полугодие в Грузии в 1941-1990 гг, Труды Института геофизики, том 58, с.133-141.
6. Бартишвили И.Т., 1960, Географическое распределение градобитий по Восточной Грузии, Тр. ЗаКНИГМИ, вып. 16(22), Л., Гидрометеоздат, 1964, 71-79. Гигинейшвили В.М. – Градобития в Восточной Грузии, Л.: Гидрометеоздат, с.1-123.
7. Гигинейшвили В.М., Ломинадзе В.П. – Некоторые вопросы организации градовой службы в Алазанской долине, Тр. ЗаКНИГМИ, вып. 16(22), Л., Гидрометеоздат, 1964, 93-97.
8. Давитая Ф.Ф., Таваркиладзе К.А., 1982, Проблема борьбы с градобитием, морозами в субтропиках и некоторыми другими стихийными процессами, Тбилиси: Мецниереба, 220 с.
9. Карцивадзе А.И., Салуквадзе Т.Г., Лапинкас В.А., 1975, Некоторые вопросы методики воздействия на градовые процессы с использованием противорадовой системы “Алазани”, Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, т. 26, Тб.:”Мецниереба”, с.13-27.
10. Кобышева Н.В., Наровлянский Г.Я., 1978, Климатологическая обработка метеорологической информации, Л.: Гидрометеоздат, 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.: Гидрометеоздат, с. 134-139.
13. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе, 1980, под ред. Сванидзе Г.Г. и Цуцкиридзе Я.А., Л.: Гидрометеоздат, 288 с.
14. Пресс-Релиз Росгидромета, 2003, 8.07.
15. Сулаквелидзе Г.К., Сулаквелидзе Я.Г., 1989, Распределение градобитий на территории Закавказья, Тр. ВГИ, вып. 76, М.: Гидрометеоздат, с. 110-115.

**ა. ამირანაშვილი, ო. ვარაზანაშვილი, ა. ნოდია,  
ნ. წერეთელი, თ. ხუროძე**

**საქართველოში სეტყვის დღეთა წლიური რაოდენობის  
სტატისტიკური მახასიათებლები**

**ანოტაცია**

აგებულ იქნა სეტყვის რაოდენობის საშუალო წლიური მნიშვნელობების პერიოდულობის საქართველოს ტერიტორიაზე განაწილების რუკა. საქართველოს 12 ადმინისტრაციული რეგიონისათვის განსაზღვრულ იქნა სეტყვის აქტივობის ცვლილების დიაპაზონები. შესწავლილ იქნა სეტყვიანი დღეების საშუალო წლიური რიცხვის დამოკიდებულება ადგილის სიმაღლეზე.

**А.Г.Амиранашвили, О.Ш. Варазанашвили, А.Г.Нодия,  
Н.С.Церетели, Т.В.Хуродзе**

**Статистические характеристики числа дней с градом в год в  
Грузии**

**Аннотация**

Построена карта распределения периодичности среднегодовой величины количества градобитий на территории Грузии. Определены диапазоны изменения градовой активности для 12 административных регионов Грузии. Изучена зависимость среднегодового числа дней с градом от высоты местности.

**A.Amiranashvili, O.Varazanashvili, A.Nodia,  
N.Tsereteli, T. Khurodze**

**Statistical Characteristics of the Number of Days With Hail Per  
Annum in Georgia**

**Abstract**

The map of the distribution of mean periodicity of the number of days with the hale per annum on the territory of Georgia is obtained. The ranges of a change in the hail activity for 12 administrative regions of Georgia are determined. The dependence of hail activity on the height of locality is studied.