

## Изменчивость числа дней с градом в Грузии в 1941-1990 гг

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

В последние десятилетия в Грузии, как и в других регионах, происходит антропогенное изменение климата [ 1 - 7 ], в частности изменение температурного и радиационного режима в атмосфере, имеющего прямое отношение к возникновению и развитию конвективных процессов. Антропогенные загрязнения атмосферы, помимо прямых и косвенных воздействий на изменение радиационного режима в атмосфере, могут непосредственно влиять на микрофизические и электрические свойства облаков, обуславливающих интенсивность грозовых и градовых процессов. Это влияние во многом зависит от физико-химических характеристик воздействующих примесей. Поэтому в различных регионах Земли эффект воздействия может быть самым различным. В данной работе рассмотрены особенности изменчивости числа дней с градом в теплое полугодие в условиях Грузии в период с 1941 по 1990 гг.

При анализе были использованы данные 123 метеостанций, расположенных примерно равномерно по территории Грузии, за исключением высокогорных и малонаселенных районов. Так как при анализе подобного рода редко происходящих событий необходимо иметь как можно большее число пунктов измерения и длительный ряд наблюдений, выбор указанного периода времени был ограничен тем, что максимальное количество станций, имеющих непрерывный ряд одновременных наблюдений, имело 50-летний ряд наблюдений. В табл. 1 представлены статистические данные о среднем на одну метеостанцию числе дней с градом в Грузии за три периода времени: 1 - 1941-1990; 2 - 1941-1960; 3 - 1971 - 1990.

Табл. 1

Статистические характеристики числа дней с градом в теплый сезон года в Грузии в 1941-1990; 1941-1960; и 1971 - 1990 гг.

	Период	Среднее	Станд. откл.	Макс.	Коефф. вар. %
Зап. Грузия	1941-1990	0.97	1.84	19	190
Вост. Грузия.	1941-1990	1.84	2.15	20	117
Грузия	1941-1990	1.27	2	20	157
Зап. Грузия	1941-1960	1.2	2	16	167
Вост. Грузия.	1941-1960	2.23	2.19	15	98
Грузия	1941-1960	1.55	2.13	16	137
Зап. Грузия	1971-1990	0.7	1.58	15	226
Вост. Грузия.	1971-1990	1.35	1.93	20	143
Грузия	1971-1990	0.92	1.74	20	189

Два последних 20-летних периода времени взяты нами для оценки трендов числа дней в Грузии в целом, а также в ее Восточной и Западной частях. Разделение на указанные части осуществлено по станциям Сурами и Хашури. При этом, Сурами отнесена к Западной Грузии, а Хашури – к Восточной. При таком разделении на территории Западной Грузии оказались расположенными 81 станция, а Восточной - 42. Соответственно, для всей территории Грузии за 50 –летний ряд наблюдений в табл. 1 фигурирует массив из 6150 данных о числе дней с градом в теплое полугодие, в Западной – 4050, а в Восточной – 2100. За 20-летний период количество данных этого массива составляет соответственно: 2460, 1620 и 840. В табл. 1 отсутствует графа минимум, так как это значение для всех станций одинаково и равно 0.

Из табл. 1 следует, что, в целом, по всей исследуемой территории, за 50-летний период времени, среднее на одну метеостанцию число градобитий в теплое полугодие составляет 1.27, при этом для Западной Грузии это число составляет 0.97, а для Восточной – 1.84. Для всех периодов времени и частей территории Грузии количество дней с градом имеет достаточно высокие вариации, от 98 до 226 %. Поэтому для сравнения средних, представленных в табл. 1, нами были использованы двусторонние критерии Стьюдента и Хи-квадрат для редких событий [8,9], которые дали практически одинаковые результаты. В соответствие с обоими критериями с достоверностью 90 % и выше можно утверждать следующее:

- На территории Западной Грузии среднее в теплое полугодие число градобитий меньше, чем в Восточной для всех указанных выше периодов времени.
- Сравнение двух 20-летних периодов времени 1941-1960 и 1941-1990 гг. показало, что в общем имеется отрицательный тренд числа дней с градом как для всей территории Грузии в целом, так и для ее Восточной и Западной частей.

Обозначим ежегодное среднее на одну метеостанцию число дней с градом в теплое полугодие для Восточной Грузии через  $Y$ , а для Западной - через  $X$ . В табл. 2 представлены значения коэффициентов корреляции между  $Y$  и  $X$ , и коэффициенты уравнений линейной регрессии  $Y = aX + b$  для трех указанных выше периодов времени.

Табл. 2

Значения коэффициентов корреляции между  $Y$  и  $X$ , и коэффициенты уравнений линейной регрессии  $Y = aX + b$  для трех периодов времени

Период времени	Коефф. корр.	Коефф. а	Коефф. b
1941-1990	0.55	1.114	0.901
1941-1960	0.78	1.367	0.519
1971-1990	0.7	0.937	0.691

Как следует из табл. 2, корреляционная связь между  $X$  и  $Y$  для всех периодов времени достаточно высокая. Иными словами, территория Западной Грузии в целом, где уровень антропогенных загрязнений атмосферы значительно ниже, чем в Восточной, при исследованиях эффектов воздействия этого загрязнения на градовые процессы вполне может быть использована в качестве контрольной для последней.

Исходя из данных, представленных в табл. 1, отношение числа дней с градом в Восточной Грузии к числу дней с градом в Западной Грузии составляет для 1941-1990 гг. 190 %, 1941-1960 гг. – 186 %, 1971-1990 гг. – 193 %. То есть, в Восточной Грузии по отношению к Западной Грузии произошел некоторый рост числа дней с градом в 1971-1990 гг. по сравнению с 1941-1960 гг. Этот факт также наглядно иллюстрируется рис. 1 и 2, на которых представлены линейные тренды ежегодного среднего на метеостанцию числа дней с градом

в Западной и Восточной Грузии в 1941-1990 гг. и тренд отношения ежегодного среднего на метеостанцию числа дней с градом в Восточной Грузии к той же величине в Западной Грузии. Из этих рисунков также следует, что несмотря на то, что по абсолютному значению градобитий в Восточной Грузии скорость его убывания выше чем в Западной, числ градобитий в Восточной Грузии по отношению к Западной растет.

**Тренд среднего на метеостанцию числа дней с градом в Западной и Восточной Грузии в 1941-1990 гг**

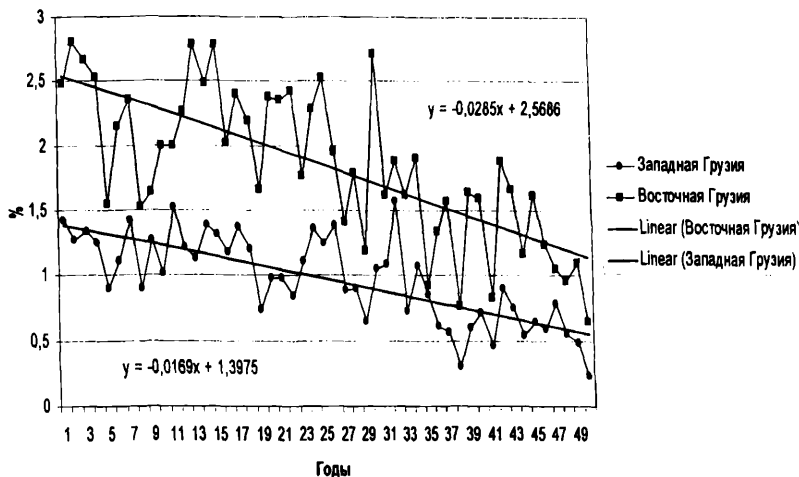


Рис. 1

**Тренд отношения среднего на метеостанцию числа дней с градом в Восточной Грузии к числу дней с градом в Западной Грузии в 1941-1990 гг**

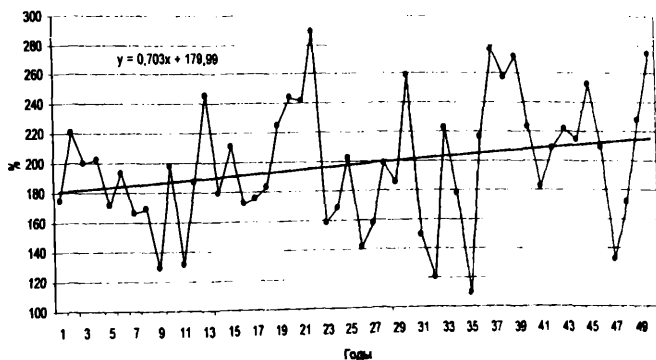


Рис. 2

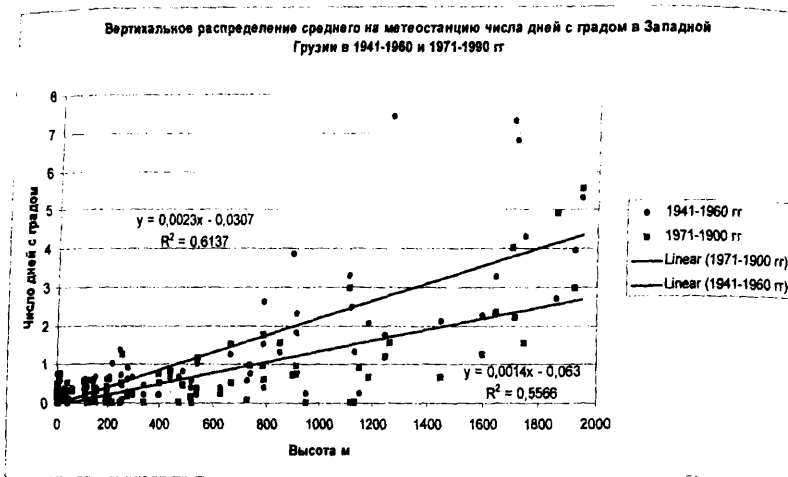


Рис. 3

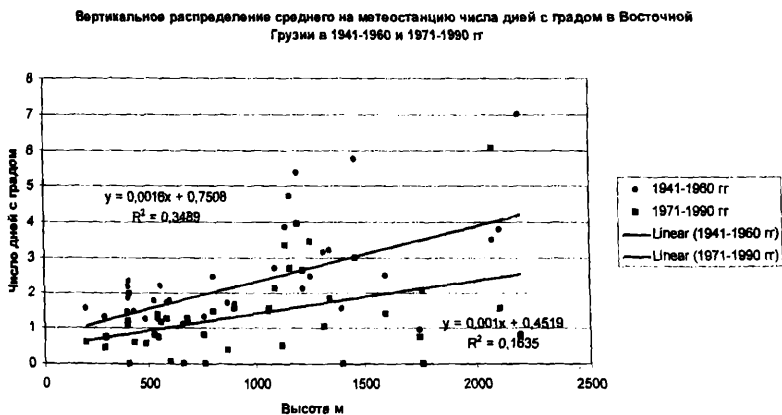


Рис. 4

Наконец рассмотрим особенности вертикального распределения числа дней с градом в обеих указанных выше частях Грузии в 1941-1960 и 1971-1990 гг. На рис. 3 и 4 представлены эти вертикальные распределения и соответствующие уравнения линейной регрессии, связывающие среднее на метеостанцию число дней с градом с высотой местности. Как

следует из этих рисунков в Западной Грузии линия регрессии для 1971-1990 гг. проходит ниже линии регрессии для 1941-1960 гг. Иными словами уменьшение числа дней с градом в Западной Грузии в общем произошло для всех высот. Коэффициенты корреляции между средним на метеостанцию числом дней с градом и высотой местности в 1941-1960 гг и 1971-1990 гг. изменились незначительно ( 0.78 и 0.75 соответственно). То есть можно полагать что эффект уменьшения количества градобитий для различных высот происходил примерно равномерно. Что касается Восточной Грузии (рис. 4) , то здесь также линия регрессии для 1971-1990 гг проходит ниже линии регрессии для 1941-1960 гг. Однако в 1971-1990 гг по сравнению с 1941-1960 гг прошло значительное понижение уровня корреляционной связи между средним на метеостанцию числом градобитий и высотой местности (коэффициент корреляции, соответственно, равны 0.59 и 0.4). Этот факт также подтверждает, что в Восточной Грузии эффект антропогенного воздействия на количество градобитий носит более ярко выраженный характер, чем в Западной.

В заключение отметим, что предусмотрена оценка трендов числа дней с градом за указанный период времени для каждой метеостанции в отдельности, а также по климатическим районам Грузии.

#### Лიტერატურა

1. Давитая Ф.Ф., Таварткиладзе К.А. – Проблема борьбы с градобитием, морозами субтропиках и некоторыми другими стихийными процессами, Тбилиси, Мецниереба. 1982, 1-220.
2. Georgia's Initial National Communication on Under the United Nations Framework Convection on Climate Change, Project GEO/96/G31, Tbilisi, 1999,1-105.
3. Амиранашвили А.Г., Амиранашвили В.А., Блиадзе Т.Г., Нодия А.Г., Чихладзе В.А. Бахсолиани М.Г., Хуродзе Т. В.- Особенности многолетней изменчивости градобитий в Кахетии, Тр. Ин-та географии им. Вахушти Багратиони АН Грузии, том 21, USSR. 1512-1224, Тбилиси, 2003, 58-79, ( на грузинском языке)
4. Changnon S.A. – Urban-industrial effects on clouds and precipitation. Proc. Workshop on Inadvertent Weather Modification, Utah State U., Logan, Utah, Aug., 1973, 111-139.
5. Аэрозоль и климат, под ред. Кондратьева К.Я., Л., Гидрометеиздат, 1991, 1-542.
6. Aerosol-Clouds-Climate Interactions, Edited by Hobbs P.V., Academic Press, INC., 1993, 1-233.
7. Dessens J., Fraile R., Sanchez J.L. – Weekly distribution of hailfalls and hailstone size distributions in Southwestern France, Proc.13th Int. Conf. on Clouds and Precipitation Reno, Nevada,USA, August 14-18, vol.2, 2000, 1061-1064.
8. Ван дер Варден Б.Л. – Математическая статистика, М., ИЛ, 1960, 1-434.
9. Мюллер П., Нойман П., Шторм Р. – Таблицы по математической статистике, М. Финансы и статистика, 1982, 1-267.

## საქართველოში სეკვიანი დღეების რიცხვის ცვალებადობა 1941-1990 წწ

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

### რეზიუმე

ჩატარებულია საქართველოში სეკვიანი დღეების რიცხვის ცვალებადობის შეფასება 1941-1990 წლების პერიოდის თბილისის სეზონისათვის. მთლიანად საქართველოს მთელი გერეოკლიმატის, ასევე მისი დასავლეთი და აღმოსავლეთ ნაწილში აღინიშნება სეკვიანი დღეების რიცხვის უარყოფითი

ტრენდები. უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოს ტერიტორიის აღმოსავლეთ ნაწილში, დასავლეთის მუდარებით, შეიმჩნევა სეკუიანობის ზრდა.

## **The changeability of the number of days with the hail in Georgia in 1941-1990**

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

### **Abstract**

The estimation of the changeability of the number of days with the hail into the warm half-year in Georgia in the period from 1941 through 1990 is carried out . The negative trend of the number of days with the hail was noted as a whole in the entire territory of Georgia, and also in its Western and Eastern parts. Herewith in East its part in comparison with West, occurred an increase of days with the hail.