

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ВАРИАЦИИ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В КУТАИСИ

Амиранашвили А.Г.¹, Картвелишвили Л. Г. ², Саакашвили Н.М.³, Чихладзе В.А.¹

¹ Грузия, Тбилиси, Институт геофизики им. М. Нодиа

² Грузия, Тбилиси, Гидрометеорологический департамент

³ Грузия, Тбилиси, Научно-практический центр по курортологии, физиотерапии, реабилитации и лечебному туризму

Введение

Оценка биоклиматических характеристик местности часто производится методом эквивалентной-эффективных температур (ЭЭТ) - сочетанием одновременно наблюдаемых температуры, относительной влажности воздуха и скорости ветра, выраженное условным значением температуры, которое создает то же теплоощущение, что и неподвижный воздух при 100% относительной влажности и определенной температуре [2, 5, 7].

Существует две шкалы ЭЭТ. Основная соответствует теплоощущению обнаженного человека, находящегося в тени и принимающего воздушные ванны. Нормальная шкала ЭЭТ соответствует теплоощущению одетого по сезону человека, совершающего небольшие прогулки. В соответствии с нормальной шкалой выделяются пять основных градаций ЭЭТ: 1-8 °С – *холодно*, 9-16 °С – *умеренно холодно*, 17-22 °С – *комфортно*, 23-27 °С – *тепло*, более 27 °С – *жарко* [2].

В связи с изменением климата важно выявить тенденцию изменчивости этой важной биоклиматической характеристики. В данной работе представлены результаты статистического анализа ЭЭТ в Кутаиси в период с 1957 по 2006 гг. Кутаиси является вторым по значимости историческим, культурным и промышленным центром Грузии. Вблизи этого города находятся знаменитые курорты, такие как Цхалтубо, Саирме и др. Поэтому проведение подобных исследований важно для развития туризма, курортов, оценки медико-биологического состояния региона в связи с глобальным изменением климата. К сожалению, в настоящее время количество действующих метеорологических станций в Грузии не позволяет провести детальное районирование территории страны по изменчивости их биоклиматических характеристик. Поэтому в первом приближении будем предполагать, что изменчивость ЭЭТ в Кутаиси характерна и для близлежащих курортов.

Методика

В работе использованы следующие статистические параметры (с соответствующими обозначениями): Mean – среднее, Max – максимум, Min – минимум, Interv – вариационный размах, Median – медиана, St Dev – стандартное отклонение, σ_m – стандартная ошибка среднего, C_v – коэффициент вариации (%), A_s – коэффициент асимметрии, K – коэффициент эксцесса, R^2 – коэффициент детерминации, R – коэффициент линейной корреляции, R_s – коэффициент ранговой корреляции Спирмэна, R_k – коэффициент ранговой корреляции Кэндэла, R_a – коэффициент автокорреляции с лагом 1 год, K_{dw} – критерий Дарбина-Уотсона, α –

уровень значимости, T – температура воздуха, U – относительная влажность воздуха, V – скорость ветра.

Доверительный интервал для среднего – $CONF$, а также его нижний $CONF_L$ и верхний $CONF_U$ уровни с заданной вероятностью определялись как без учета, так и с учетом автокорреляции в рядах наблюдений. В последнем случае для доверительного интервала вводилась поправка на значение коэффициента автокорреляции с лагом $L = 1$ год [3,4,6].

Временной ряд рассматривается как сумма двух компонент: тренда плюс случайной и осцилляционной составляющих. В последнюю составляющую входят остатки и возможные циклические или близкие к ним колебания. Подбор функций для тренда изучаемых параметров осуществлялся путем одновременного анализа коэффициента детерминации R^2 , определяющего близость этой функции эмпирическим данным, и критерия Дарбина-Уотсона для остатков и осцилляционной составляющей, определяющего степень случайности последних. В идеальном случае при статистически значимых величинах R^2 и критерия K_{dw} , указывающего на случайность остатков, можно утверждать, что тренд выделится удовлетворительно. В тоже время по характеру кривой тренда можно сделать вывод о наличие в нем циклической составляющей для проведения в дальнейшем дополнительного анализа. При незначимых величинах R^2 тренд не выделяется и можно говорить лишь об изменчивости или стационарности исследуемого параметра. При статистически значимых величинах R^2 и незначимых величинах критерия Дарбина-Уотсона для случайности остатков можно утверждать, что тренд имеет место, но следует провести дополнительный анализ остатков на цикличность и т.д.

Отметим, что для 50-летнего ряда наблюдений критическое значение коэффициента детерминации R^2 с уровнем значимости $\alpha = 0,05$ составляет 0,092, с уровнем значимости $\alpha = 0,01$ – 0,176. Автокорреляция остатков отсутствует с уровнем значимости $\alpha = 0,05$ при $1,6 \leq K_{dw} \leq 2,4$ [6].

В работе использованы данные гидрометеорологической сети Грузии.

Результаты

Результаты исследований представлены в таблице 1 и на рис. 1-4.

В таблице 1 представлен подробный статистический анализ среднегодовых значений эквивалентно – эффективной температуры воздуха в Кутаиси в период с 1957 по 2006 гг. и ее составляющих – T , U , V .

Как следует из этой таблицы, временные ряды T и U являются случайными не автокоррелированными, тогда как ряды V и ЭЭТ – неслучайными и автокоррелированными (коэффициенты R , R_k , R_s и R_a значимо выше предельных значений). Иными словами, величины T и U не зависят от времени, а V и ЭЭТ – зависят от времени.

Таким образом, тренды температуры и относительной влажности воздуха отсутствуют (рис. 1 и 2); тренды среднегодовых значений скорости ветра и эквивалентно-эффективной температуры воздуха удовлетворительно описываются полиномом второй степени (рис. 3 и 4). Отметим, что значения коэффициентов регрессии соответствующих уравнений и величин R^2 представлены на указанных рисунках.

Как следует из рис. 4 величины ЭЭТ вначале уменьшались (с ростом скорости ветра, рис. 3) а в последние годы – стали расти. В целом же за последние двадцать лет (1987-2006 гг) по сравнению с предыдущим двадцатилетием (1957-1976 гг) значение ЭЭТ несколько возросло.

Таблица 1

Статистические характеристики среднегодовых значений T, U, V и ЭЭТ

Параметр	T	U	V	ЭЭТ
Mean	14,6	72	5,4	5,7
Min	13,1	66	3,9	3,1
Max	16,5	77	7,4	8,4
Interv	3,5	12	3,5	5,3
Median	14,7	72	5,4	5,9
St Dev	0,72	2,37	0,82	1,29
σ_m	0,10	0,34	0,12	0,18
Cv (%)	4,9	3,3	15,3	22,4
A_s	0,13	-0,47	0,29	-0,06
K	-0,10	0,67	-0,38	-0,85
95%(+/-)	0,20	0,66	0,23	0,36
R	0,09	0,07	-0,52	0,31
α для R	незнач	незнач	0,01	0,05
R_k	0,08	0,06	-0,37	0,24
α для R_k	0,43	0,58	0,00	0,01
R_s	0,136	0,07	-0,52	0,34
α для R_s	0,34	0,62	0,00	0,02
R_a	0,03	0,21	0,42	0,37
99%(+/-) CONF	0,3	0,9	0,3	0,5
99% CONF _L	14,4	71,4	5,1	5,3
99% CONF _U	14,9	73,2	5,7	6,2
99%(+/-) CONF с уч. R_a	0,3	1,1	0,5	0,7
99% CONF _L с уч. R_a	14,4	71,2	4,9	5,1
99% CONF _U с уч. R_a	14,9	73,4	5,8	6,4
K_{dw}	1,92	1,60	2,07	1,94
α для K_{dw}	0,05	0,05	0,05	0,05



Рис.1

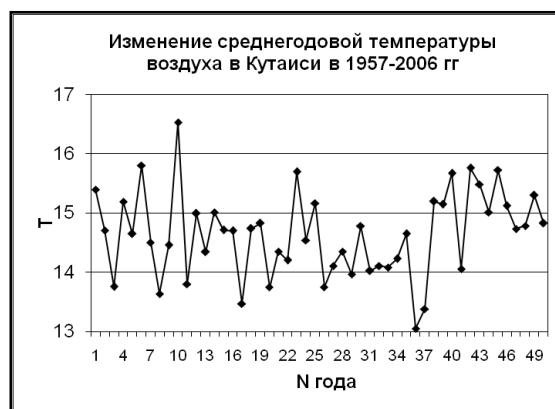


Рис. 2

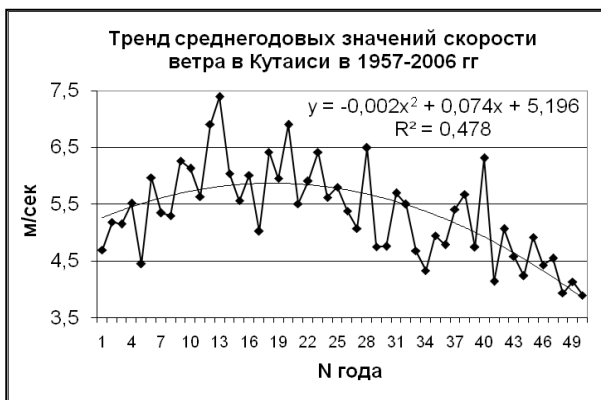


Рис. 3

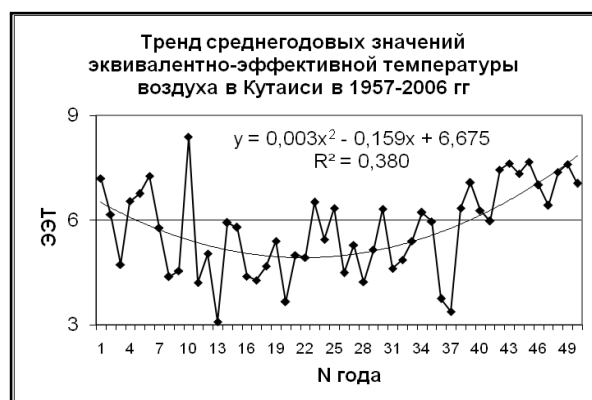


Рис. 4

В таблице 2 представлена повторяемость среднемесячных значений ЭЭТ за указанные два периода времени в соответствии с градациями по нормальной шкале (%).

Таблица 2

	Тепло	Комфорт	Умеренно холодно	Холодно
1957 - 1976	0	21,3	25,0	53,8
1987 - 2006	0,4	20,4	29,2	50,0

Как следует из таблицы 2 в последние два десятилетия в 0,4 % случаев среднемесячное значение ЭЭТ соответствует градации *тепло* (в 1957 – 1976 гг в эту градацию значение ЭЭТ не попадало). В 1987 – 2006 гг по сравнению с 1957 – 1976 гг уменьшилось количество *Комфортных* месяцев (20,4 % против 21,3 %); уменьшилось количество месяцев, соответствующих градации *Холодно* (50,0 % против 53,8 %); увеличилось количество месяцев, соответствующих градации *Умеренно холодно* (29,2 % против 25,0 %).

Отметим, что изменчивость ЭЭТ и ее составляющих в Кутаиси совершенно иная, чем в Тбилиси [8]. Так, в отличие от Кутаиси, в Тбилиси временные ряды всех составляющих ЭЭТ являются зависящими от времени. ЭЭТ в Тбилиси вначале имела рост (с уменьшением скорости ветра), а в последние годы – уменьшение (с ростом скорости ветра), что противоположно ходу ЭЭТ в Кутаиси. В целом же за последние двадцать лет (1987-2006 гг) по сравнению с предыдущим двадцатилетием (1957-1976 гг) значение ЭЭТ в Тбилиси, так же, как и в Кутаиси, возросло.

Заключение

Получено, что за последние два десятилетия отмечается некоторый рост эквивалентно-эффективной температуры воздуха в Кутаиси.

ლიტერატურა

1. Дуброва Т.А. - Статистические методы прогнозирования в экономике, М., Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права, 2003, 50 с.
2. Климат Тбилиси - под. Ред. Сванидзе Г.Г. и Папинашвили Л.К., Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 1992, 230 с.
3. Кобышева Н.В., Наровлянский Г.Я. - Климатологическая обработка метеорологической информации, Л., Гидрометеиздат, 1978, 296 с.
4. Кэндэл М. - Временные ряды, М., Финансы и статистика, 1981, 200 с.
5. Русанов В.И. - Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей, Томск, изд. Томского университета, 1981, 87 с.
6. Ферстер Э., Ренц Б. - Методы корреляционного и регрессионного анализа, М., Финансы и статистика, 1983, 303 с.
7. Шелейховский Г.В. - Микроклимат южных городов, М., 1948, 118 с.
8. Amiranashvili A, Kartvelishvili L. – Long – Term Variations of Air Effective Temperature in Tbilisi, Papers of the Int. Conference International Year of the Planet Earth “Climate, Natural Resources, Disasters in the South Caucasus”, Trans. of the Institute of Hydrometeorology, vol. No 115, ISSN 1512-0902, Tbilisi, 18 – 19 November, 2008, pp. 214 – 219 (in Russian).

რეზიუმე

ჰაერის ეფექტური ტემპერატურის გრძელვადიანი ვარიაციები ქუთაისში

ამირანაშვილი ა.¹, ქართველიშვილი ლ.², სააკაშვილი ნ.³, ჩიხლაძე ვ.¹

¹საქართველო, თბილისი, მიხეილ ნოდინას გეოფიზიკის ინსტიტუტი

²საქართველო, თბილისი, ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტი

³საქართველო, თბილისი, კურორტოლოგიის, ფიზიოტერაპიის, რეაბილიტაციის და სამკურნალო ტურიზმის სამეცნიერო-პრაქტიკული ცენტრი

ჩატარებულია ჰაერის ეფექტურ ტემპერატურის (ჰაერის ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობის და ქარის სიჩქარის კომბინაცია) ვარიაციების დაწვრილებითი სტატისტიკური ანალიზი თბილისში 1957 და 2006 წლამდე პერიოდისათვის.

Summary

LONG-TERM VARIATIONS OF AIR EFFECTIVE TEMPERATURE IN KUTAISI

Amiranashvili A.G.¹, Kartvelishvili L.G.², Saakashvili N.M.³, Chikhladze V.A.¹

¹Georgia, Tbilisi, Mikheil Nodia Institute of Geophysics

²Georgia, Tbilisi, Department of Hydrometeorology

³Georgia, Tbilisi, Practical-Scientific Center on the Health Resort, Physiotherapy, Rehabilitation and Therapeutic Tourism

The detailed statistical analysis of variations of air equivalent- effective temperature (combination of temperature, air relative humidity and wind speed) in Kutaisi in the period from 1957 through 2006 is carried out.

Резюме

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ВАРИАЦИИ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В КУТАИСИ

Амиранашвили А.Г.¹, Картвелишвили Л. Г.², Саакашвили Н.М.³, Чихладзе В.А.¹

¹Грузия, Тбилиси, Институт геофизики им. М. Нодиа

²Грузия, Тбилиси, Гидрометеорологический департамент

³Грузия, Тбилиси, Научно-практический центр по курортологии, физиотерапии, реабилитации и лечебному туризму

Проведен подробный статистический анализ вариаций значений эквивалентно-эффективной температуры воздуха (комбинация температуры, относительной влажности воздуха и скорости ветра) в Кутаиси в период с 1957 по 2006 гг.