

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЕКОВЫХ ВАРИАЦИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ТБИЛИСИ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ И ЕЕ СРЕДНЕГЛОБАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ

Амиранашвили А. *, Картвелишвили Л. **, Трофименко Л. ***, Хуродзе Т. ****

* *Институт геофизики им. М. Нодиа Тбилисского государственного университета им И. Джавахишвили*

** *Институт гидрометеорологии Грузинского технического университета*

*** *ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации— Мировой центр данных»*

**** *Институт прикладной математики им. Н. Мухелишвили Грузинского технического университета*

Введение

В последнее время особую актуальность приобрела проблема наблюдаемых и ожидаемых изменений климата на Земле. Эта проблема имеет большое значение как для Грузии, с многообразием климатических зон на ее территории [1], так и для России, с разнообразием природно-климатических условий на ее обширной территории [2].

В наших последних исследованиях с использованием различных статистических моделей [3,4] были проведены оценки ожидаемых изменений температуры воздуха на ближайшие десятилетия в Тбилиси и других районах Грузии [5-7]. На основании 100-летнего (1907-2006 гг.) и 163-летнего (1850-2012 гг.) рядов наблюдений был проведен анализ динамики изменчивости среднегодовой температуры воздуха в Тбилиси и Санкт-Петербурге, с использованием 100-летнего ряда наблюдений оценено ожидаемое изменение температуры воздуха в этих городах до 2056 г. [8-10].

В частности было получено, что автокорреляция в рядах наблюдений с 1907 по 2006 гг. для Санкт-Петербурга проявляется в первых двух лагах (лаг = 1 году), а также в 11-ом и 14-ом лаге. Для Тбилиси автокорреляция в температурном ряде практически отсутствует. Пики периодичности для Тбилиси приходятся примерно на 20 и 5 лет, тогда как для Санкт-Петербурга – 14 и 8 лет [9]. В отличие от указанного 100-летнего ряда измерений, автокорреляция в 163-х летнем ряде наблюдений для Санкт-Петербурга проявляется в первых 11 лагах и в 14-ом лаге; в Тбилиси - в первых 6 лагах, а также в 8-ом и 9-ом лагах. Пики периодичности для Тбилиси приходятся примерно на 40, 23, 12, 5 и 4 лет, а для Санкт-Петербурга – 12, 8, 5 и 2 лет [10]. То есть имеется существенное несовпадение периодичности процессов в этих городах.

Прогнозирование изменений температуры воздуха для этих городов было проведено тремя методами: 1- линейная экстраполяция и ее доверительных интервалов; 2 – экстраполяция сглаженных функций и их доверительных интервалов с учетом двух периодичностей в ряде наблюдений; 3 - линейная экстраполяция и ее доверительных интервалов с учетом одной периодичности в ряде наблюдений [3,4]. Было показано, что реальный и прогностический процесс потепления в Санкт-Петербурге более интенсивный, чем в Тбилиси [9,10].

В данной работе, являющейся продолжением указанных исследований [9,10], представлен сравнительный анализ вековых вариаций температуры воздуха в Тбилиси, Санкт-Петербурге и ее среднеглобальных значений.

Используемые данные и методика исследования

Использованы данные Гидромет департамента Грузии (Тбилиси), Мирового Центра ВНИИ гидрометинформации (Санкт-Петербург) и NASA (глобальная температура воздуха - <http://www.giss.nasa.gov>).

Анализ данных (1907-2006 гг.) проводился с помощью статистических методов обработки динамических рядов наблюдений. Прогнозирование изменений температуры воздуха было проведено путем линейной экстраполяции данных измерений и их доверительных интервалов [3,4,8,9].

Аномалии температуры воздуха рассчитывались по отношению к их средним значениям с 1986 по 2005 гг. Ниже использованы следующие сокращения и обозначения: Тср. – среднегодовая температура воздуха; С.П. – Северное полушарие, С.Ш. – северная широта; Ниж., Вер. – соответственно 95%-й уровень нижнего и верхнего доверительного интервала; Тб. – Тбилиси; С-П – Санкт-Петербург.

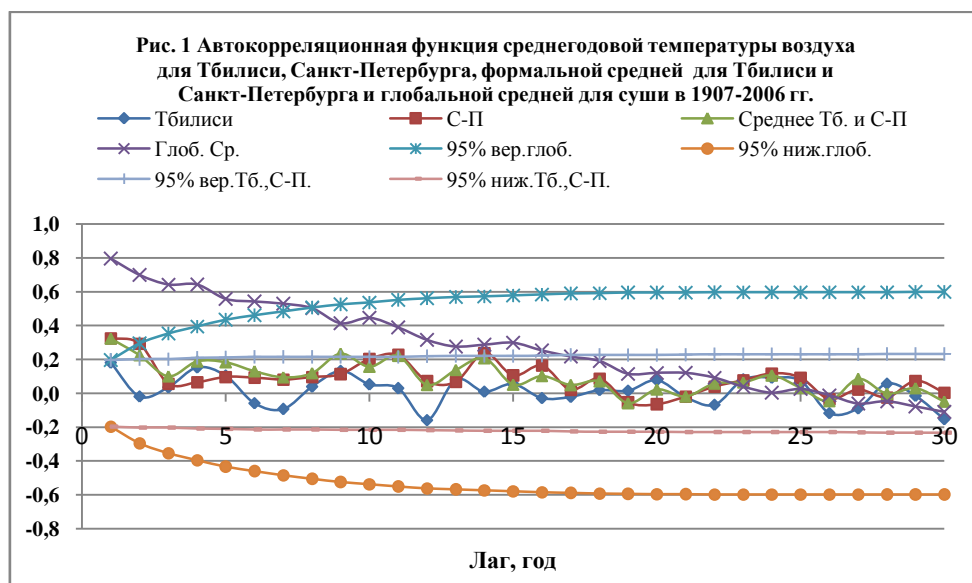
Результаты

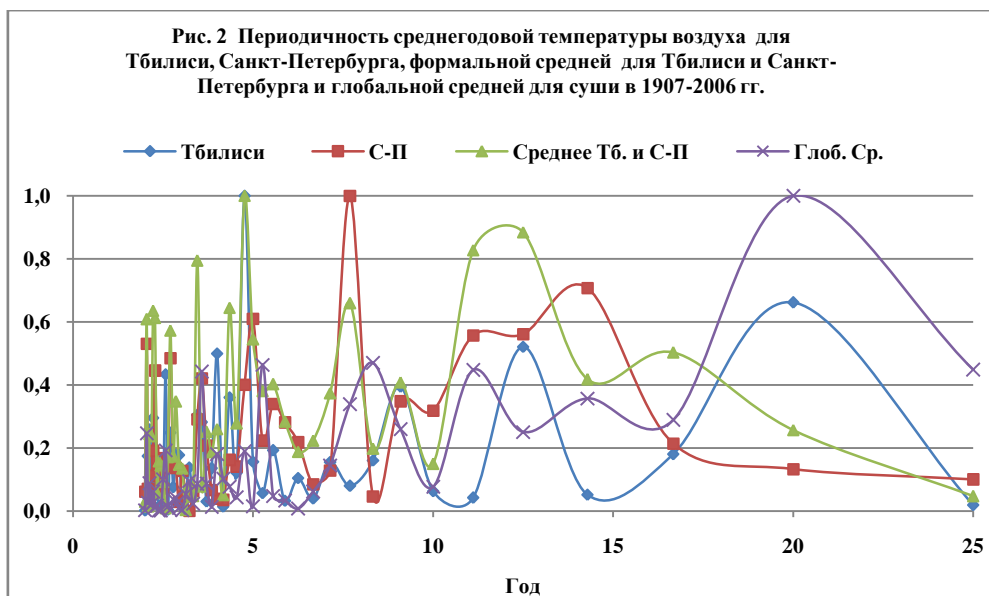
Результаты анализа представлены на рис. 1-2 и в табл. 1-2.

Как следует из рис. 1 автокорреляция в ряде среднеглобальной температуры воздуха наблюдается в первых 7-и лагах, против первых 2-х лагов, 11-го и 14-го лага для Санкт-Петербурга и отсутствие автокорреляции в рядах наблюдений для Тбилиси. Автокорреляция в ряде формальной средней температуры воздуха для Тбилиси и Санкт-Петербурга отмечается в первых 2-х лагах, 9-ом, 11-ом и 14-ом лаге. Расчеты показывают также, что автокорреляция в рядах среднеглобальной температуры воздуха для суши СП и зоны 24°-64° С.Ш. наблюдается соответственно в первых 7-и и 6-ти лагах.

Пик периодичности в ряде среднеглобальной температуры воздуха приходится примерно на 20 лет, против 5 и 20 лет для Тбилиси и 8 и 14 лет для Санкт-Петербурга. Пики периодичности в ряде формальной средней температуры воздуха для Тбилиси и Санкт-Петербурга приходятся на 5, 12.5 и 11 лет (рис. 2). По расчетам пики периодичности в рядах среднеглобальной температуры воздуха для суши СП и зоны 24°-64° С.Ш. приходятся на 20 лет.

Таким образом, осреднение данных многолетних наблюдений различных метеорологических станций без учета анализа автокорреляции и периодичности в рядах каждой из них может дать искаженное представление о динамике осредненного ряда наблюдений и значительные неопределенности при экстраполяции дальнейшей изменчивости этого ряда. Поэтому, статистическое прогнозирование глобальной температуры воздуха с учетом периодичности не будет корректным. Некоторое представление об изменчивости в будущем среднеглобальной температуры воздуха, на наш взгляд, может дать линейная интерполяция (хотя и с большим приближением). Отметим также, что исходя из вышеуказанного, к самому понятию «среднеглобальная температура воздуха» нужно относиться с осторожностью.





В табл. 1 представлены данные об аномалиях температуры воздуха в 2025 и 2050 г.г. по сравнению с 1986-2005 гг. в Тбилиси, Санкт-Петербурге, на Земной суше, Земной суше в Северном полушарии и территории в зоне 24°-64° С.Ш., рассчитанные путем линейной экстраполяции данных. Для сравнения в табл. 2 представлены данные об изменении средней глобальной температуры воздуха для суши в 2046-2065 гг. по сравнению с 1986-2005 гг. в соответствии с различными сценариями [11].

Таблица 1

Аномалии температуры воздуха в 2025 и 2050 г.г. по сравнению с 1986-2005 гг. в Тбилиси, Санкт-Петербурге, на Земной суше, Земной суше в Северном полушарии и территории в зоне 24°-64° С.Ш. Линейная экстраполяция.

Год	2025			2050		
	Ниж.	Тср.	Вер.	Ниж.	Тср.	Вер.
Тбилиси	-1.2	0.1	1.4	-1.0	0.3	1.7
Санкт-Петербург	-1.9	0.3	2.4	-1.5	0.7	2.8
Глобальная суша	0.2	0.7	1.2	0.0	1.3	2.5
Глобальная суша С.П.	0.2	1.0	1.8	0.0	1.9	3.8
Зона 24° - 64° С.Ш.	0.4	1.2	2.0	0.0	2.2	4.3

Таблица 2

Изменение средней глобальной температуры воздуха для суши в 2046-2065 гг. по сравнению с 1986-2005 гг. в соответствии с различными сценариями [11].

Сценарий	Ниж.	Тср.	Вер.
RCP 2.6	0.4	1.0	1.6
RCP 4.5	0.9	1.4	2.0
RCP 6.0	0.8	1.3	1.8
RCP 8.5	1.4	2.0	2.6

Как следует из этих таблиц, рост температуры воздуха к 2050 г. в Тбилиси и Санкт-Петербурге ниже, чем средней глобальной температуры воздуха для суши в соответствии со всеми сценариями [11]. Рост средней глобальной температуры воздуха для суши, рассчитанный

с помощью линейной экстраполяции (табл. 1), неплохо согласуется с прогностическими сценариями RCP4.5 и RCP6.0 (табл. 2).

Отметим, что в соответствие со вторым методом прогнозирования аномалия температуры воздуха в 2052-2056 гг. по отношению к 1986-2005 гг. в Тбилиси предположительно составит: -0.5°C с доверительным интервалом от -2.4 до 1.4°C , а в Санкт-Петербурге: -1.2°C с доверительным интервалом от -4.8 до 2.5°C . В соответствие с третьим методом прогнозирования аномалия температуры в 2052-2056 гг. в Тбилиси составит: 0.0°C с доверительным интервалом от -1.2 до 1.3°C , а в Санкт-Петербурге: 0.9°C с доверительным интервалом от -1.7 до 3.6°C [9]. Таким образом,

В дальнейшем предусмотрено исследование широтных особенностей периодичности временных рядов температуры воздуха. Отметим, что прогнозирование температуры воздуха лучше проводить для отдельных пунктов, либо для осредненных данных метеостанций с одинаковыми динамическими характеристиками в рядах наблюдений (автокорреляция, периодичность и др.).

ლიტერატურა-REFERENCES- ЛИТЕРАТУРА

1. თავართქილაძე კ., ბეგალიშვილი ნ., ხარჩილავა ჯ., მუმლაძე დ., ამირანაშვილი ა., ვაჩნაძე ჯ., შენგელია ი., ამირანაშვილი ვ. – ჰავის თანამედროვე ცვლილება საქართველოში. ჰავის განსაზღვრული ზოგიერთი პარამეტრის რეჟიმი და მისი ცვალებადობა. მონოგრაფია, საქ. მეცნ. აკადემია, თბილისი, ISBN 99928-885-4.7, 2006, 177 გვ.
2. Груза Г. В., Мещерская А. В. (вед. авторы) – Изменения климата России за период инструментальных наблюдений. <http://climate2008.igce.ru/v2008/v1/v1-3.pdf>.
3. Ферстер Э., Ренц Б. - Методы корреляционного и регрессионного анализа. Москва, Финансы и статистика, 1983. 303 с.
4. Мхитарян В.С., Бамбаева Н.Я., Балинтова Д. - Компьютерные исследования временных рядов и взаимосвязи показателей с использованием пакета Mesosaur. Москва, МЭСИ, 1996, 80 с.
5. Таварткиладзе К.А., Амиранашвили А.Г. – Ожидаемые изменения температуры воздуха в г. Тбилиси. Тр. Ин-та гидрометеорологии, том № 115, ISSN 1512-0902, Тбилиси, 2008, с. 57–65.
6. Amiranashvili A., Chikhladze V., Kartvelishvili L. - Expected Change of Average Semi-Annual and Annual Values of Air Temperature and Precipitation in Tbilisi. Journal of Georgian Geophysical Soc., Iss. (B), Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, ISSN 1512-1127, vol. 13B, Tbilisi, 2009, pp. 50 – 54.
7. Amiranashvili A., Matcharashvili T., Chelidze T. - Climate Change in Georgia: Statistical and Nonlinear Dynamics Predictions. Journal of Georgian Geophysical Soc., Iss. (A), Physics of Solid Earth, vol. 15A, Tbilisi, 2011-2012, pp. 67-87.
8. Амиранашвили А., Картвелишвили Л., Хуродзе Т. - Об использовании некоторые статистических методов для прогнозирования долговременных изменений температуры воздуха (на примере города Тбилиси). Trans. of the Int. Sc. Conf. Dedicated to the 90th Anniversary of Georgian Technical University “Basic Paradigms in Science and Technology Development for the 21th Century”, Tbilisi, Georgia, September 19-21, 2012, Part 2, ISBN 978-9941-20-098-4, Publishing House “Technical University”, Tbilisi, 2012, pp. 331-338.
9. Амиранашвили А.Г., Картвелишвили Л.Г., Трофименко Л.Т., Хуродзе Т.В. – Статистическая оценка ожидаемых изменений температуры воздуха в Тбилиси и Санкт-Петербурге до 2056 года. Тр. Ин-та Гидрометеорологии ГТУ, ISSN 1512 – 0902, том 119, Тбилиси, 2013, с. 58 - 62.
10. Амиранашвили А., Картвелишвили Л., Трофименко Л., Хуродзе Т. - Статистическая структура среднегодовой температуры воздуха в Тбилиси и Санкт-Петербурге в 1850-2012 гг. Proc. of Int. Conf. “Modern Problems of Geography”, Dedicated to the 80th Anniversary Since the Foundation of Vakhushiti Bagrationi Institute of Geography, Collected Papers New Series, N 5(84), ISSN 2233-3347, Tbilisi, 2013, pp. 160-163.
11. Stocker. T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. (eds.) – IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013, 29 p.

თბილისში და სანკტ-პეტერბურგში ჰაერის ტემპერატურის საუკუნოვანი ვარიაციების და მისი საშუალო გლობალური მნიშვნელობების შედარებითი ანალიზი

ამირანაშვილი ა., კართველიშვილი ლ., ტროფიშენკო ლ., ხუროძე თ.

რეზიუმე

ჩატარებულია თბილისში და სანკტ-პეტერბურგში ჰაერის ტემპერატურის საუკუნოვანი ვარიაციების და მისი საშუალო გლობალური მნიშვნელობების შედარებითი ანალიზი. მიღებულია კერძოდ, რომ სხვადასხვა მეტეოროლოგიური სადგურების მრავალწლიური დაკვირვებების მონაცემების გასაშუალოება უნდა წარმოებდეს ავტოკორელაციების და მათ რიგებში ყველა პერიოდულობის ანალიზის გათვალისწინებით.

Comparative Analysis of Secular Variations of Air Temperature in Tbilisi, St.-Petersburg and its Mean Global Values

Amiranashvili A., Kartvelishvili L., Trofimenko L., Khurodze T.

Resume

The comparative analysis of secular variations of air temperature in Tbilisi, St.-Petersburg and its mean global values is carried out. In particular it is obtained that the averaging of data of the long-term observations of different meteorological stations must be carried out taking into account the analysis of autocorrelation and periodicity in time-series of each of them.

Сравнительный анализ вековых вариаций температуры воздуха в Тбилиси, Санкт-Петербурге и ее среднеглобальных значений

Амиранашвили А., Картвелишвили Л., Трофименко Л., Хуродзе Т.

Резюме

Проведен сравнительный анализ вековых вариаций температуры воздуха в Тбилиси, Санкт-Петербурге и ее среднеглобальных значений. В частности получено, что осреднение данных многолетних наблюдений различных метеорологических станций необходимо проводить с учетом анализа автокорреляции и периодичности в рядах каждой из них.