

УДК 546.214:551.51

## ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В ТБИЛИСИ В 1984-2012 ГГ.

Харчилаვა Д.Ф., Чихладзе В.А., Чочишвили К.М., Чхаидзе Г.П.

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

### Введение

Исследованиям концентрации приземного озона (КПО) в последние годы в разных странах уделяется особое внимание. Это, прежде всего, связано с тем, что озон является токсичным загрязнителем атмосферы, концентрация которого часто превышает максимальный допустимый стандарт, из-за чего Всемирная Организация Здравоохранения включила этот газ в список пяти основных загрязнителей воздуха, содержание которых должно быть регулярно контролироваться для определения качества воздушного бассейна [1-5]. Регулярные исследования концентрации приземного озона в Тбилиси проводятся в Институте геофизики им. М. Нодиа с 1980 по настоящее время. С 1984 года имеются данные непрерывного ряда наблюдений за КПО [6-10]. Это позволило изучить динамику изменчивости концентрации приземного озона для различных промежутков времени [3,9,11], оценить роль приземного озона в формировании фотохимического смога в Тбилиси [3,6,8,12], определить эффекты воздействия КПО на здоровье людей [3-5,8] и др. В этой работе представлены некоторые новые результаты статистического анализа данных о средних полугодовых (октябрь-март, холодное полугодие; апрель-сентябрь, теплое полугодие) и годовых значениях концентрации приземного озона в Тбилиси в период с 1984 по 2012.

### Методика

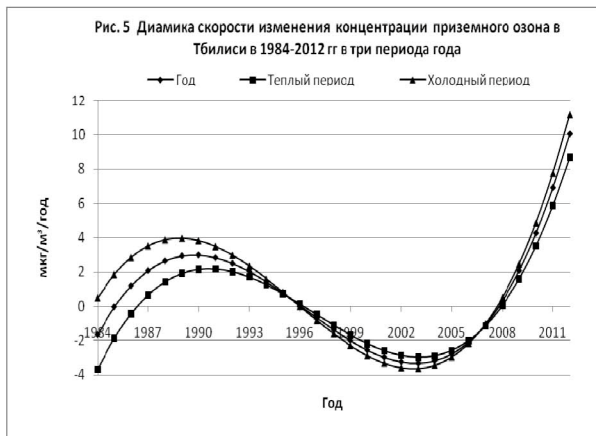
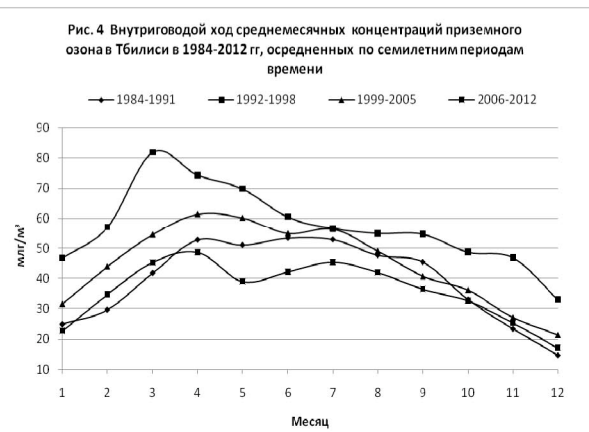
Измерения концентрации приземного озона проводились с помощью электрохимического озонметра типа OMI-200 на территории Института геофизики им. М. Нодиа. Анализ данных выполнен с использованием стандартных статистических методов анализа случайных событий и методов математической статистики для неслучайных временных рядов наблюдений [13,14]. В работе представлены данные измерений на 15 часов местного времени (максимальная концентрация озона). Ниже размерность КПО мкг/м<sup>3</sup> в некоторых местах опущена.

### Результаты

Результаты работы представлены в таблице и на рис. 1-6.

**Таблица. Коэффициенты уравнения регрессии тренда концентрации приземного озона в Тбилиси в 1984-2012 гг.**

Параметр	Уравнение регрессии $Y = a \cdot X^4 + b \cdot X^3 + c \cdot X^2 + d \cdot X + e$						
	Коэфф. множ. детерминации	Критерий Дарбина-Уотсона	a	b	c	d	e
Год	0.783	1.89	0.001392	-0.074	1.116	-3.666	31.33
Теплое полугодие	0.579	1.45	0.001329	-0.0736	1.218	-5.908	46.68
Холодное	0.811	2.17	0.0014	-0.0734	0.997	-1.312	7.71



Как показал анализ данных, тренды КПО для указанных трех периодов года имеют вид полинома четверной степени. В таблице представлены значения коэффициентов уравнения регрессии тренда, а на рис. 1-3 изображены кривые реальных данных, тренда+фона и случайных компонент. Как следует из этих рисунков максимальных значений КПО достигала в 1998 году (реальные данные). Средние за 1984-1912 гг. значения КПО для указанных периодов года равны: год – реальные данные – 44.1, тренд+фон – 36.8, случайная компонента – 7.3; теплое полугодие – реальные данные – 52.0, тренд+фон – 41.7, случайная компонента – 10.4; холодное поудогие – реальные данные – 36.2, тренд+фон – 23.8, случайная компонента – 12.3. Доля компонент тренд+фон и случайных составляющих для различных периодов года соответственно равна: год – 83.4 % и 16.6%, теплое полугодие – 80.1 % и 19.9 %, холодное полугодие – 65.6 % и 34.1 % .

На рис. 4 представлены кривые внутригодового хода среднемесячных значений КПО в 1984-2012 гг, осредненных по четырем семигодовым периодам времени (первый период – 8 лет). Как следует из этого рисунка, второй период (1992-1998 гг) резко отличается от остальных трех максимумом КПО в марте месяце. Последний период (2006-2012 гг) характеризуется двумя экстремумами КПО, в апреле и июле. Значения КПО для указанных периодов времени в среднем в год составляли: 1 период – 39.2, 2 период – 57.1, 3 период – 44.8,

4 период – 36.8. То есть, в последние семь лет, несмотря на рост в последние годы, значения КПО в Тбилиси самые низкие по сравнению с предыдущими периодами.

Наконец, на рис. 5-6, представлены кривые динамики (скорость и ускорение) изменчивости КПО в Тбилиси в разные периоды года. Как следует из рис. 5, с наибольшей скоростью и ускорением концентрация озона в Тбилиси растет в последние три года. Длительный период с отрицательными скоростями изменения КПО в Тбилиси наблюдался в 1997-2007 гг. В целом, судя по характеру изменчивости КПО в Тбилиси, долговременное прогнозирование этой изменчивости будет весьма проблематичным. Поэтому весьма важно продолжение мониторинга концентрации приземного озона с целью накопления новых данных, а также контроля качества воздуха в Тбилиси.

### ლიტერატურა-REFERENCES- ЛИТЕРАТУРА

1. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), National Air Pollutant Emissions Trends, 1900-1995, EPA-454/R-96-007, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, N.C., 1996.
2. Amiranashvili A., Chikhladze V., Bliadze T. - Contemporary State of a Question About the Action of Photochemical Smog and Surface Ozone on Human Health. Transactions of Mikheil Nodia Institute of Geophysics, vol. LXII, ISSN 1512-1135, Tbilisi, 2010, pp. 177-188, (in Russian).
3. ამირანაშვილი ა., ბლიაძე თ., ჩიხლაძე ვ. – ფოტოქიმიური სმოგი თბილისში. მონოგრაფია, ი. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდის გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, ISSN 1512-1135, ტ. LXIII, თბილისი, 2012, 160 გვ.
4. Kharchilava D., Amiranashvili A., Amiranashvili V., Chikhladze V., Gabedava V. - Long-term Variations of Atmospheric Ozone in Georgia and Their Connection with Human Health. Proc. 1<sup>st</sup> Int. Conf. on Ecology and Environmental Management in Caucasus, Tbilisi, Georgia, October 6-7, 2001, pp. 80-82.
5. Amiranashvili A.G., Gogua R.A., Matiashvili T.G., Kirkidze D.D., Nodia A.G., Khazaradze K.R., Kharchilava J.F., Khurodze T.V., Chikhladze V.A. - The Estimation of the Risk of Some Astro-Meteo-Geophysical Factors for the Health of the Population of the City of Tbilisi. Int. Conference “Near-Earth Astronomy 2007” Abstract, Terskol, Russia, 3-7 September 2007.
6. Харчилава Д.Ф., Амиранашвили А.Г. – Исследование вариаций атмосферного озона в Грузии, Результаты исследований по международным геофизическим проектам, Москва, МГК, 1988, 114 с.
7. Amiranashvili A.G. – National Report on Existing and Planned Activities Relating to Ozone Research and the Monitoring. Calibration and Archiving of Measurements; and on UV-B Monitoring and Initiatives Aimed at the Prevention of UV-B and Sun-Related Injuries in Georgia. Report of the 6<sup>th</sup> Meeting of the Ozone Research Managers of the Parties to the Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer, Vienna, Austria, September 19-21, 2005, ISBN 92-63-10992-3, 48, pp. 129-133.
8. Amiranashvili A.G., Amiranashvili V.A., Gzirishvili T.G., Kharchilava J.F., Tavartkiladze K.A. - Modern Climate Change in Georgia. Radiatively Active Small Atmospheric Admixtures. Institute of Geophysics, Monograph, Trans. of M. Nodia Institute of Geophysics of Georgian Acad. of Sci., ISSN 1512-1135, Vol. LIX, Tbilisi, 2005, 128 p.
9. Amiranashvili A., Amiranashvili V., Gzirishvili T., Gunia G., Intskirveli L., Kharchilava J.- Variations of the Weight Concentrations of Dust, Nitrogen Oxides, Sulphur Dioxide and Ozone in the Surface Air in Tbilisi. Proc. 15<sup>th</sup> Int. Conf. on Nucleation and Atmospheric Aerosols, Rolla, Missouri, USA, 2000, August, 6-11, AIP, Conference Proc., vol. 535, Melville, New York, 2000, pp. 793-795.
10. Amiranashvili A.G., Chikhladze V.A., Kharchilava J.F., Buachidze N.S., Intskirveli L.N. - Variations of the Weight Concentrations of Dust, Nitrogen Oxides, Sulphur Dioxide and Ozone in the Surface Air in Tbilisi in 1981-2003. Proc. 16<sup>th</sup> International Conference on Nucleation & Atmospheric Aerosols, Kyoto, Japan, 26-30 July 2004, pp. 678-681.
11. Amiranashvili A., Amiranashvili V., Chikhladze V., Kharchilava J., Kartvelishvili L. - The statistical analysis of average seasonal, semi-annual and annual values of surface ozone concentration in Tbilisi in 1984-2003. Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, ISSN 1512-1127, vol. 12B, Tbilisi, 2008, pp. 45 – 48.
12. Amiranashvili A., Bliadze T., Kirkidze D., Nikiforov G., Nodia A., Kharchilava J., Chankvetadze A., Chikhladze V., Chochishvili K., Chkhaidze G. - Some Preliminary Results of the Complex Monitoring of Surface Ozone Concentration (SOC), Intensity of Summary Solar Radiation and Sub-Micron Aerosols Content in Air in Tbilisi in 2009-2010. Transactions of Mikheil Nodia Institute of Geophysics, vol. LXII, ISSN 1512-1135, Tbilisi, 2010, pp. 189-196, (in Russian).

13. Kobisheva N., Narovlianski G. - Climatological processing of the meteorological information, Gidrometeoizdat, Leningrad, 1978, 294 p., (in Russian).
14. Kendall M.G. - Time-series, Moscow, 1981, 200 p., (in Russian).

უკ 546.214:551.51

**მიწისპირა ოზონის კონცენტრაციის ცვალებადობის თავისებურებები თბილისში 1984-2012 წწ.** / ხარჩილავა ჯ., ჩიხლაძე ვ., ჩოჩიშვილი კ., ჩხაიძე გ./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2013. -ტ. 119. - გვ.100-103- რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.  
გამოკვლეულია მიწისპირა ოზონის კონცენტრაციის (მოკ) საშუალო წლიური, ნახევარწლიური და თვიური მნიშვნელობების ცვალებადობის სტატისტიკური სტრუქტურა თბილისში 1984-2012 წწ. გამოყოფილია მოკ-ის საშუალო წლიური და ნახევარწლიური მნიშვნელობების დროითი რიგების ტრენდები (მეოთხე რიგის პოლინომები) და შემთხვევითი მდგენელები. ჩატარებულია დროის აღნიშნულ პერიოდში მოკ-ის საშუალო წლიური და ნახევარწლიური მნიშვნელობების ცვლილების ყოველწლიური სინქარის ანალიზი. შესწავლილია მოკ-ის საშუალოთვიური მნიშვნელობების ცვალებადობის თავისებურებები შეიღწევიანი პერიოდებისათვის.

UDC 546.214:551.51

**SPECIAL FEATURES OF THE CHANGEABILITY OF SURFACE OZONE CONCENTRATION IN TBILISI IN 1984-2012** /Kharchilava J., Chikhladze V., Chochishvili K., Chkhaidze G./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2013. - т.119. – pp.100-103 . - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The statistical structure of the changeability of the mean annual, half year and monthly values of the surface ozone concentration (SOC) in Tbilisi in 1984-2012 is investigated. Trends (polynomials of the fourth power) and random components of time series of mean annual and half year values of SOC are eliminated. The analysis of yearly rates of change of speed of a mean annual and half year values SOC in the indicated period of time is carried out. The special features of the changeability of average monthly values of SOC on the seven-year-old periods of time are studied.

УДК 546.214:551.51

**ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В ТБИЛИСИ В 1984-2012 ГГ.** / Харчилава Д.Ф., Чихладзе В.А., Чочишвили К.М., Чхаидзе Г.П./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2013. – т.119. – с.100-103 . – Рус .; Рез. Груз., Англ., Рус.

Исследована статистическая структура изменчивости средних годовых, полугодовых и месячных значений концентрации приземного озона (КПО) в Тбилиси в 1984-2012 гг. Выделены тренды (полиномы четвертой степени) и случайные составляющие временных рядов среднегодовых и полугодовых значений КПО. Проведен анализ ежегодных скоростей изменения средних годовых и полугодовых значений КПО в указанный период времени. Изучены особенности изменчивости среднемесячных значений КПО по семилетним периодам времени.