



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ТБИЛИСИ И КУТАИСИ

Блиадзе Т.Г., Киркитадзе Д.Д., Чанкветадзе А.Ш., Чихладзе В.А.

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

Аннотация: Представлен статистический анализ среднемесячных значений содержания в воздухе пыли, диоксида азота, диоксида серы и окиси углерода в Тбилиси и Кутаиси в 2014-2015 гг. В среднем, уровень загрязненности воздуха пылью и окисью углерода в Тбилиси выше, чем в Кутаиси. Содержание в воздухе диоксидов азота и серы в обоих городах одинаковое. Содержание указанных примесей в обоих городах (кроме окиси углерода в Кутаиси) выше установленных для них в Грузии суточных норм предельно допустимых концентраций. Проведен корреляционный анализ связи между концентрациями указанных примесей, а также изучены особенности их изменчивости во времени.

Ключевые слова: загрязнение воздуха, пыль, диоксид азота, диоксид серы, окись углерода.

Введение

Исследования аэрозольного и газового загрязнения атмосферы имеют важное значение не только для экологического контроля окружающей среды [1-4], но и для изучения их прямого и косвенного влияния на изменение локального и глобального климата [5-10]. В данной работе представлены предварительные результаты сравнительного анализа загрязнения воздуха в Тбилиси и Кутаиси твердыми аэрозолями, диоксидами азота и серы, а также окисью углерода.

Место исследования, материал и методы

В работе использованы данные агентства по охране окружающей среды Грузии о среднемесячных значениях весовой концентрации аэрозолей (пыли), диоксида азота, диоксида серы и окиси углерода в воздухе городов Тбилиси (ул. Г.Квинитадзе) и Кутаиси (проспект И.Чавчавадзе) в 2014-2015 гг. (<http://www.moe.gov.ge/ka/haeris-monitoringi/>).

Среднесуточные значения предельно допустимых концентраций (ПДК) для исследуемых примесей в соответствии с нормативами Грузии составляют: пыль – 0.15 мкг/м³, NO₂, SO₂ и CO – 0.04, 0.05 и 3.0 мкг/м³ соответственно [4].

При анализе данных использованы стандартные методы математической статистики. Ниже, кроме общепринятых, использованы следующие обозначения и сокращения: σ – стандартное отклонение, C_v - коэффициент вариации – 100% σ /Среднее, R – коэффициент линейной корреляции, R^2 – коэффициент детерминации, α - уровень значимости. Сравнение средних значений производилось с использованием t критерия Стьюдента.

Для 24-месячного ряда наблюдений критические значения R и R^2 с соответствующими уровнями значимости следующие: $R=0.37$, ($R^2=0.14$) – $\alpha=0.1$; $R=0.40$, ($R^2=0.16$) – $\alpha=0.05$; $R=0.51$, ($R^2=0.26$) – $\alpha=0.01$, $R=0.63$, ($R^2=0.40$) – $\alpha=0.001$.

Результаты и обсуждение

Результаты работы приведены в таблице и на рис. 1-4.

Как следует из таблицы, в среднем за год концентрация пыли в Тбилиси была выше, чем в Кутаиси (0.80 и 0.67 мг/м³ соответственно, $t=2.8$, α не хуже 0.01), концентрации диоксида азота и диоксида серы были одинаковыми (около 0.1 и 0.14 мг/м³ соответственно), концентрация окиси углерода в Тбилиси была выше, чем в Кутаиси (4.2 и 2.7 мг/м³ соответственно, $t=5.3$, $\alpha \approx 0$).

Таблица

Статистические характеристики загрязненности воздуха в Тбилиси и Кутаиси в 2014-2015 гг.

Город	Тбилиси				Кутаиси			
Параметр	Пыль	NO ₂	SO ₂	CO	Пыль	NO ₂	SO ₂	CO
Мин	0.40	0.073	0.11	1.6	0.40	0.048	0.10	1.9
Макс	1.17	0.139	0.15	6.9	0.96	0.126	0.19	4.1
Среднее	0.80	0.097	0.14	4.2	0.67	0.100	0.14	2.7
σ	0.18	0.016	0.011	1.26	0.14	0.019	0.026	0.60
Cv, %	22.5	16.2	8.3	30.4	21.1	19.3	18.8	22.4
Корреляционная матрица					Корреляционная матрица			
Пыль	1	-0.17	0.01	0.02	1	0.58	0.57	0.61
NO ₂	-0.17	1	0.25	-0.39	0.58	1	0.85	0.59
SO ₂	0.01	0.25	1	-0.17	0.57	0.85	1	0.69
CO	0.02	-0.39	-0.17	1	0.61	0.59	0.69	1

Линейная корреляция концентрации пыли с содержанием в воздухе NO₂, SO₂ и CO в Тбилиси практически отсутствует, тогда как в Кутаиси эта связь имеет высокую значимость. В целом, в Кутаиси между всеми исследуемыми характеристиками загрязненности воздуха отмечается высокая прямая корреляционная связь, тогда как в Тбилиси лишь между NO₂ и CO имеется значимая корреляция, но отрицательная. Объяснения причин несоответствия указанных корреляционных связей в Тбилиси и Кутаиси требуют дальнейшего анализа.

Содержание указанных примесей в обоих городах (кроме окиси углерода в Кутаиси) выше установленных для них в Грузии суточных норм предельно допустимых концентраций [4]. Для сравнения отметим, что в Тбилиси в 1981-1991 и 1992-2000 гг., соответственно, среднегодовое содержание в воздухе пыли изменялось в пределах 0.1÷1.0 (среднее – 0.41) и 0.1÷0.6 (среднее – 0.32) мг/м³, NO₂ – 0.03÷0.14 (среднее – 0.057) и 0.02÷0.06 (среднее – 0.043) мг/м³, SO₂ – 0.003÷0.23 (среднее – 0.10) и 0.04÷0.22 (среднее – 0.082) мг/м³ [1,2]. Таким образом, в среднем в год содержание указанных исследуемых малых примесей в воздухе г. Тбилиси в 2014-2015 гг. возросло по сравнению с советским (1981-1991 гг.) и началом постсоветского (1992-2000 гг., спад экономического развития страны) периодами времени. Этот рост, соответственно, следующий: содержание пыли – почти в два и 2.5 раза, NO₂ – в 1.7 и 2.25 раза, SO₂ – в 1.4 и 1.7 раза.

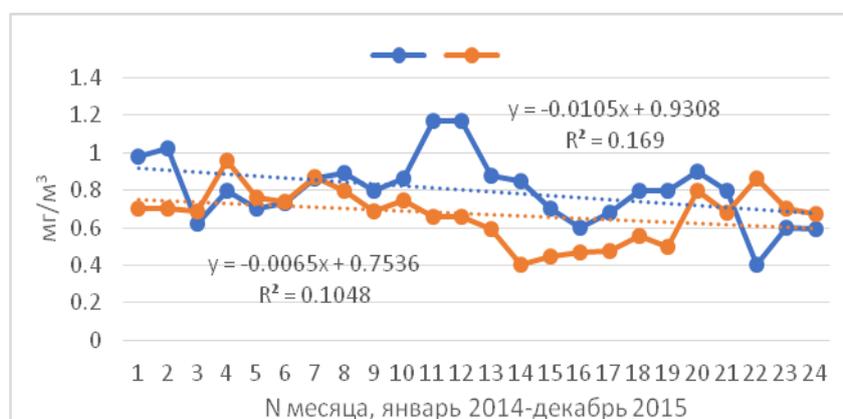


Рис. 1. Изменчивость среднемесячных значений содержания пыли в воздухе в Тбилиси и Кутаиси.

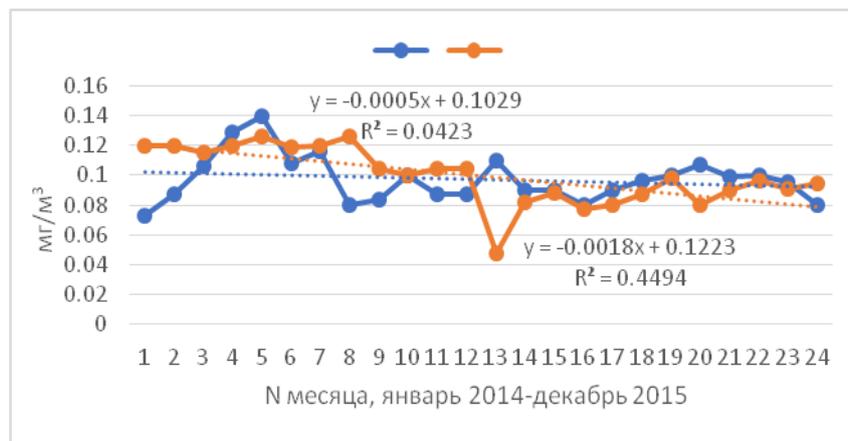


Рис. 2. Изменчивость среднемесячных значений содержания диоксида азота в воздухе в Тбилиси и Кутаиси.

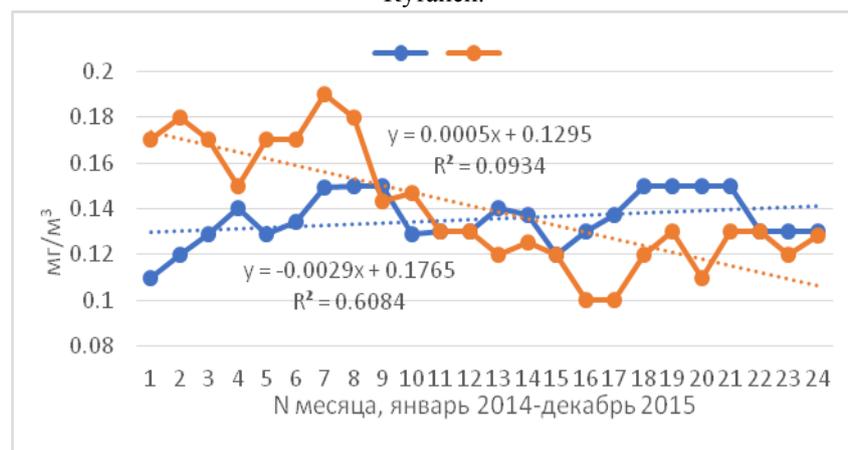


Рис. 3. Изменчивость среднемесячных значений диоксида серы в воздухе Тбилиси и Кутаиси.

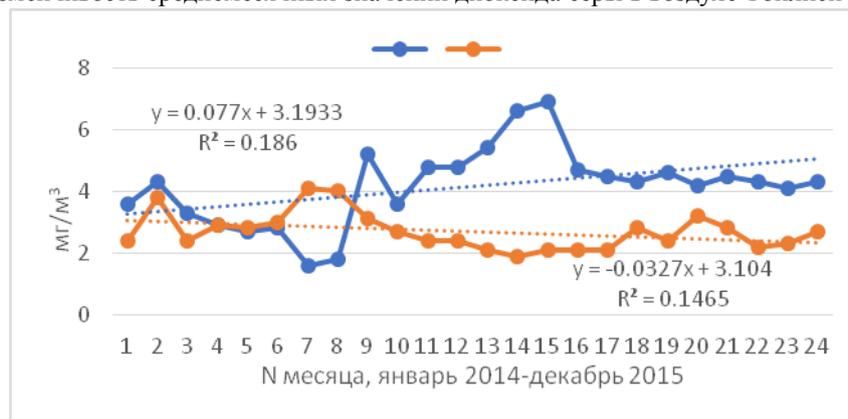


Рис. 4. Изменчивость среднемесячных значений окиси углерода в воздухе Тбилиси и Кутаиси.

Результаты анализа изменчивости во времени с января 2014 г. по декабрь 2015 г. среднемесячных значений исследуемых характеристик загрязнения воздуха в указанных городах наглядно представлены на рис. 1-4. Здесь же приведены значения соответствующих коэффициентов линейной регрессии и коэффициентов детерминации (верхняя часть рисунка – Тбилиси, нижняя- Кутаиси).

Как следует из рис. 1, концентрация пыли в указанный период времени в Тбилиси линейно убывала, тогда как в Кутаиси эта изменчивость была незначимой. В Тбилиси линейных трендов содержания в воздухе NO_2 и SO_2 не наблюдалось, тогда как в Кутаиси эти тренды были отрицательными (рис. 2,3). Наконец, концентрация CO в Тбилиси росла, тогда как в Кутаиси – убывала (рис. 4).

Заклучение

Характер линейных корреляционных связей между среднемесячными значениями содержания в воздухе пыли, двуокси азота, диоксида серы и окиси углерода, а также временной изменчивости указанных параметров загрязненности воздуха в Тбилиси и Кутаиси существенно различен (степень и знак корреляции, направление тренда и др.). Эти эффекты могут быть обусловлены как особенностями источников загрязнения воздуха в указанных городах, так и местными орографическими и метеорологическими условиями, что требует дальнейших исследований.

Литература

1. 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. 15th Int. Conf. on Nucleation and Atmospheric Aerosols, Rolla, Missouri, USA, 2000, August, 6-1, AIP, Conference Proc., vol. 535, Melville, New York, 2000, pp. 793-795.
2. 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. 16th International Conference on Nucleation & Atmospheric Aerosols, Kyoto, Japan, 26-30 July 2004, pp. 678-681.
3. Amiranashvili A., Bliadze T., Kirkitadze D., Nikiforov G., Nodia A., Kharchilava j., Chankvetadze A., Chikhladze V., Chochishvili K., Chkhaidze G.P. 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. // Trans. of Mikheil Nodia Institute of Geophysics, ISSN 1512-1135, Tbilisi, 2010, vol. 62, pp. 189-196, (in Russian).
4. Amiranashvili A., Bliadze T., Chikhladze V. Photochemical Smog in Tbilisi. // Monograph, Trans. of Mikheil Nodia institute of Geophysics, ISSN 1512-1135, Tbilisi, 2012, vol. 63, 160 p., (in Georgian).
5. Stankevich S., Titarenko O., Amiranashvili A., Chargazia Kh. Determination of Atmospheric Aerosol Optical Depth over Territory of Georgia during Different Regimes of Cloudiness Using the Satellite and Ground-Based Measurements Data. // Bulletin of the Georgian National Academy of sciences, 2015, vol. 9, No. 3, pp. 91-95.
6. Amiranashvili A., Chargazia Kh. Intra-Annual and Seasonal Variations of Sub-Micron Aerosols Concentration and their Connection with Radon Content in Surface Boundary Layer of Tbilisi City. // Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, 2016, vol. 10, N 2, p. 72-78.
7. 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. // Monograph, Trans. of M. Nodia Institute of Geophysics of Georgian Acad. of Sci., ISSN 1512-1135, 2005, vol. LIX, 128 p.
8. Tavartkiladze K., Begalishvili N., Kharchilava J., Mumladze D., Amiranashvili A., Vachnadze J., Shengelia I., Amiranashvili V. Contemporary Climate Change in Georgia. Regime of Some Climate Parameters and their Variability. // Monograph, Tbilisi, ISBN 99928-885-4.7, Tbilisi, 2006, 177 p., (in Georgian).
9. Amiranashvili A.G., Gzirishvili T.G. Aerosols and Ice Crystals in the Atmosphere. // Tbilisi, Metsniereba, 1991, 113 p. (in Russian).
10. Amiranashvili A.G., Amiranashvili V.A., Bachiashvili L.L., Bibilashvili T.N., Supatashvili G.D. Influence of the Anthropogenic Pollution of the Atmosphere and Thunderstorms on the Precipitations Regime and their Chemical Composition in Alazani Valley Conditions. // Proc. 14th International Conference on Clouds and Precipitation, Bologna, Italy, 18-23 July 2004, 2_3_216.1-2_3_216.2.

COMPARATIVE ANALYSIS OF AIR POLLUTION IN TBILISI AND KUTAISI

Bliadze T.G., Kirkitadze D.D., Tchankvetadze A. Sh., Chikhladze V.A.

Summary: *The statistical analysis of the monthly average values of the content in air of dust, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide in Tbilisi and Kutaisi in 2014-2015 is represented. On the average, the level of air pollution by dust and carbon monoxide in Tbilisi is higher than in Kutaisi. The content in air of nitrogen and sulfur dioxides in both cities is identical. Content of the indicated admixtures in both cities (besides carbon monoxide in Kutaisi) higher than established for them in Georgia daily standards of the maximum permissible concentrations. The correlation analysis of the connection between the concentrations of the indicated admixtures is carried out, and the special features of their changeability in the time are studied also.*