

ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В СЕЛЕ РУИСПИРИ В ГРОВОЗОВЫЕ И ГРАДОВЫЕ ДНИ

Дж.Ф. Харчилава, В.А. Чихладзе

*Институт геофизики им. Михаила Нодиа Тбилисского государственного университета им. Иванэ Джавахишвили,
0171, Тбилиси, ул. М. Алексидзе, 1*

Регулярные измерения концентрации приземного озона (КПО), в течение ряда лет проводимые Институтом геофизики как в городских условиях (Тбилиси), так и в сельской местности (с. Руиспири Телавского района) позволяют сделать вывод, что на территории Грузии, так же, как и во всем мире, концентрация приземного озона является величиной, претерпевающей значительные изменения как во времени, так и в пространстве. При этом надо отметить, что изменения, происходящие в городской среде, несколько отличаются от явлений, происходящих в сельской местности, что очевидно надо отнести на счёт отличного характера загрязнения приземного слоя воздуха и следовательно, интенсивности фотохимических процессов, являющихся одним из основных факторов, определяющих образование приземного озона [1 - 6]. Несколько отличная картина наблюдается при грозовых процессах, когда концентрация приземного озона претерпевает значительные изменения. В это время одновременно действуют несколько факторов: усиленная конвекция, процессы турбулентного перемешивания, которые создают благоприятные условия для переноса озона из верхних слоёв в нижние; происходит образование озона в нижней тропосфере и в приземном слое воздуха вследствие молниевых разрядов и разрядов с острых предметов (ток с острия) в условиях воздействия сильных электрических полей. Действие указанных факторов создаёт достаточно сложную зависимость между молниевыми разрядами и изменением КПО [7].

Ряд авторов отмечают рост КПО во время грозовых процессов. Васси [8] показал, что летом наблюдается хорошая корреляционная связь между резким ростом КПО и грозовыми процессами. По его мнению, образование озона в атмосфере происходит до появления грозового облака и во время его развития. Лабораторное исследование этого вопроса показало, что во время молниевых разрядов образуется не озон, а окислы озона. Васси [9] также установил, что во время грозового процесса концентрация озона повышается в 3-10 раз. В труде Орвилла [10] представлены два возможных механизма роста концентрации озона: образование озона во время коронного разряда с равномерным распределением его в грозовом облаке и локальное образование озона в районе канала молниевых разрядов. Шланта и Мур [11] провели в полевых условиях специальные опыты с целью изучения эффекта слабых разрядов с острых предметов и с поверхности земли, где растёт трава. Пробы воздуха брались вблизи острых поверхностей. При приближении грозы они зафиксировали рост концентрации озона не более чем на 30%, а во время грозы, когда градиент потенциала электрического поля менял знак и с острых поверхностей исходил отрицательный потенциал, концентрация озона выросла в 3 и более раза, по сравнению с озоном хорошей погоды. Было отмечено, что с точки зрения образования озона положительный разряд менее эффективен. Лабораторные исследования показали, что при давлении 860 мб каждый электрон при точечном отрицательном разряде создаёт в воздухе 42 молекулы озона, тогда как каждый элементарный положительный разряд создаёт 5,8 молекулы озона. Те же авторы установили, что точечный отрицательный разряд излучает ультрафиолетовую радиацию, интенсивность которой в 7 раз выше интенсивности положительного разряда. Это указывает на фотохимический механизм образования озона. Проведённые авторами измерения концентрации озона внутри грозового облака дали

возможность сделать вывод о том, что озон в облаках образуется при точечных разрядах с поверхности капель воды при воздействии на них электрического поля.

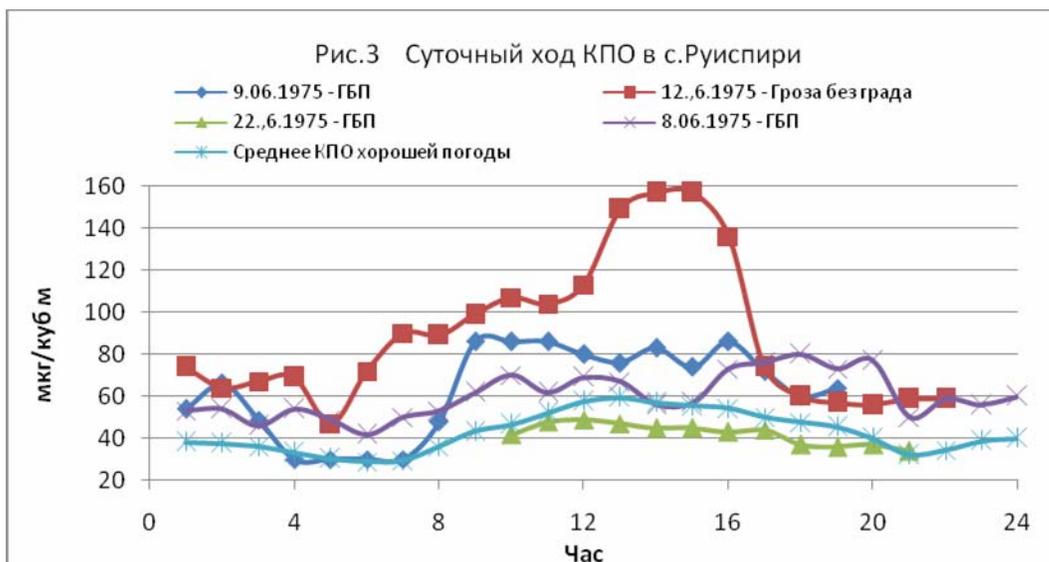
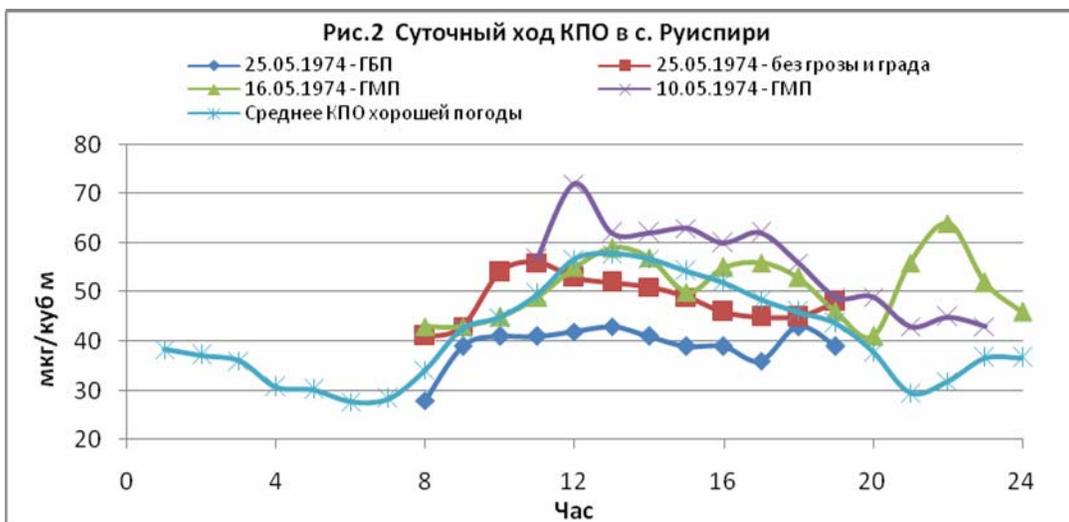
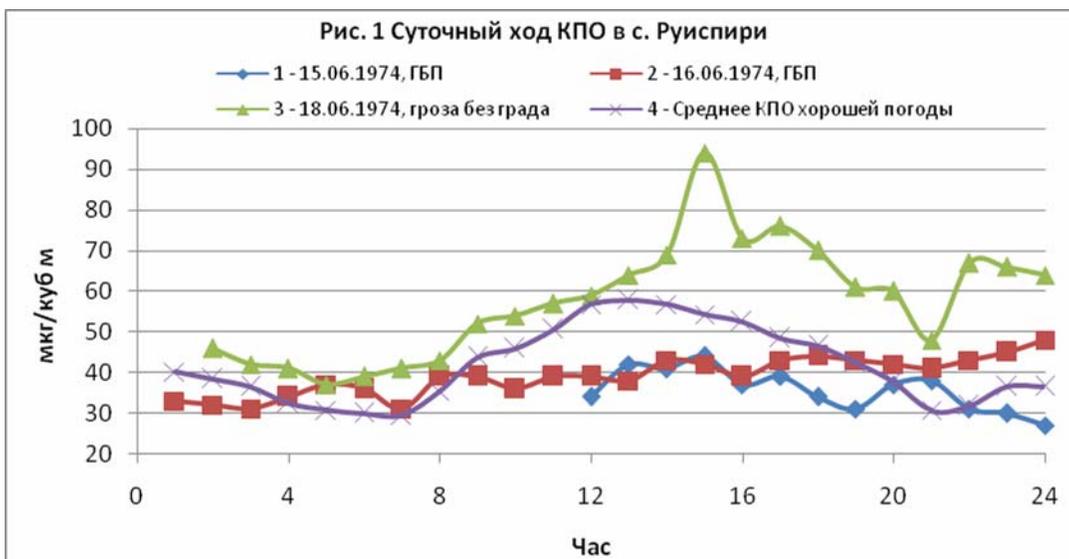
Установлено, что при температуре -15°C только примерно один из 10^9 частиц атмосферного аэрозоля обладает свойствами активного льдообразующего ядра. На основе вышеупомянутой гипотезы естественно допустить, что при грозовом состоянии атмосферы произойдёт существенное перераспределение количества инактивных и активных ядер в сторону роста числа активных ядер. Подтверждением этого считаются полевые измерения, проведённые Хобсом [12], который установил, что в слоистых облаках при температуре -6°C концентрация ледяных ядер в 10^6 раз превышает количество ледяных кристаллов, а при температуре -22°C только в 10^3 раз. При этом, в мощных кучевых облаках не наблюдается столь существенная разница между количеством ледяных ядер и кристаллов. Вспомним при этом, что содержание озона в кучевых облаках значительно выше по сравнению со слоистыми облаками [13]. Резкое увеличение концентрации ядер замерзания должно вызвать кристаллизацию переохлаждённой зоны облака, что, согласно современным представлениям об образовании града, эквивалентно искусственному воздействию льдообразующими реагентами на мощные кучевые облака с целью предотвращения градобитий. Кроме этого, было установлено, что озон [14-16] является газом, способствующим процессу льдообразования. Эксперименты в холодной камере, где был создан искусственный туман, показали, что при воздействии на него озоном при температуре -14°C началась кристаллизация, а при температуре -20°C была отмечена полная кристаллизация тумана. Таким образом, можно допустить, что кроме гетерогенной нуклеации, когда в облаках под воздействием озона льдообразующая активность аэрозолей растёт, в облаках между изотермами $-14^{\circ}\text{C} \div -20^{\circ}\text{C}$ работает и другой механизм – замерзание насыщенных озоном водяных капель. В том случае, когда в облаках и в окружающей атмосфере наблюдается недостаток озона, тогда в них можно ожидать недостаток льдообразующих ядер и недостаточно насыщенных озоном капель. Всё это будет способствовать росту существующих в облаке кристаллов за счет незамёрзших капель воды и образованию града.

Для оценки влияния грозы и процесса градообразования на КПО было выбрано среднесуточное значение КПО хорошей погоды, которое сравнивали со значением КПО, зафиксированным во время грозы в соответствующие часы. Осреднённый суточный ход КПО хорошей погоды был взят для следующих пар месяцев: май-июнь, июль-август и сентябрь-октябрь, т.е для тех пар месяцев, когда наблюдаются грозо-градовые процессы. При таком подборе влияние суточных и сезонных факторов на КПО незначительно.

На основе многолетних наблюдений за концентрацией приземного озона было подмечено [8, 13], что во время грозового процесса с градом, особенно во время сильных градобитий, КПО существенно меньше, чем во время грозового процесса без града. Для примера рассмотрим случаи, когда в районе Кахетии имели место градобития на большой площади, градобития на малой площади и грозы без градобития.

На рис.1 показан суточный ход КПО в селе Руиспири 15, 16 и 18 июня 1974 года (кривые 1, 2, 3). Для сравнения также показан среднесуточный ход КПО хорошей погоды данного сезона. 15 и 16 июня 1974 года в Кахетии (Телавский, Гурджаанский и Кварельский районы) наблюдалось градобитие на большой площади. А 18-го июня в Телавском районе наблюдался грозовой процесс без градобития. Как видно из рис 1, значения КПО 15 и 16 июня значительно ниже, чем 18-го июня. Значения КПО в дни с градобитиями, в целом, оказались очень незначительными, по сравнению с КПО хорошей погоды. 18-го июня наблюдался грозовой процесс с частыми разрядами, тогда как 15 и 16 июня во время грозо-градовых процессов частота молниевых разрядов не была высокой.

На рис.2 показан суточный ход КПО в селе Руиспири 10, 16 и 26 мая 1974 года во время следующих процессов: градобитие на малой площади (ГМП) (10 и 16 мая) и градобитие на большой площади (ГБП) (26 мая) для районов Кахетии. На этом рисунке также показан суточный ход КПО в селе Руиспири 25-го мая 1974 года, когда над территорией Кахетии грозовые и градовые процессы не наблюдались. Для сравнения также показана кривая среднесуточного хода КПО хорошей погоды. Из рисунка 2 видно, что во время процесса ГБП значение КПО ниже, чем во время процесса ГМП. Также во время процесса ГБП значение КПО значительно меньше, чем значения КПО хорошей погоды.



На рис.3 показан суточный ход КПО в селе Руиспири во время следующих процессов: градобитие на большой площади (ГБП) 9-го июня 1975-го года (1), гроза без града 12 июня 1975-го года (2), градобитие на большой площади (ГБП) 22-го июня 1975-го года (3) и градобитие на большой площади (ГБП) 8-го июня 1975-го года(4), а также показана кривая среднесуточного хода КПО хорошей погоды.

Как видно из рис.3, наибольшая КПО наблюдалась 12 июня 1975 года, когда над Алазанской долиной наблюдалась гроза без града. В это время в 13-15 часов максимальная величина КПО достигла величины 155 мкг/м^3 , когда происходил очень интенсивный грозовой процесс с частыми разрядами. Самый низкий уровень КПО наблюдался 22 июня 1975 года, когда на Алазанской долине наблюдалось градобитие на большой площади. Низкий уровень КПО был зафиксирован в селе Руиспири также 8-го и 9-го июня 1975 года, когда на Алазанской долине наблюдались градобития на большой площади. Аналогичная картина наблюдалась и в других случаях, представленных в таблице.

Таблица

Характер изменения концентрации приземного озона в селе Руиспири во время грозовых и градовых процессов над Алазанской долиной

Вид процесса	Ко-во случаев	$P_{\text{ср}}$ мкг/м ³	Количество случаев, когда $\Delta\rho$			$\Delta\rho > 0$		$\Delta\rho < 0$		$(\Delta\rho)_{\text{ср}}$
			> 0	< 0	$= 0$	Сред.	Макс.	Сред.	Макс.	
Гроза	153	60	97 63%	50 33%	6 4%	12 32%	46 124%	8 22%	31 84%	5 14%
Градобитие на малой площади	20	50	15 79%	5 25%	0	11 30%	21 57%	10 27%	17 46%	7 19%
Градобитие на большой площади	26	36	6 23%	19 73%	1 4%	11 30%	23 63%	7 19%	31 84%	-6 16%

В этой таблице рассмотрено 153 случая грозовых процессов над Алазанской долиной без града, 20 случаев и 26 случаев градобития на большой площади. Оказалось, что во время грозы без града КПО в большинстве случаев (63% случаев) больше, чем КПО хорошей погоды. Во время градобития на малой площади КПО в 79% случаев больше, чем КПО хорошей погоды, тогда как в случае градобития на большой площади КПО в 73% случаев меньше КПО хорошей погоды. Наибольшая величина среднего значения КПО наблюдается во время процесса грозы без града ($\rho=60 \text{ мкг/м}^3$), а наименьшее значение ($\rho=36 \text{ мкг/м}^3$) во время процесса градобития на большой площади. Из данных таблицы также следует, что во время процессов градобития на малой площади и грозы без града КПО на 19% и 14% соответственно превышают КПО хорошей погоды. В то же время, во время процесса градобития на большой площади значение КПО на 16% ниже значения КПО хорошей погоды. Сравнение изменений значений КПО во время грозо-градовых процессов производилось с использованием выражения $\Delta\rho = \rho - \rho_{\text{х.п.}}$, где ρ - среднее значение КПО в течение 1 часа, $\rho_{\text{х.п.}}$ - соответствующее осредненное часовое значение КПО хорошей погоды, $\Delta\rho$ - среднее часовое отклонение КПО данного процесса от значения КПО хорошей погоды в соответствующие часы.

Из анализа проведенной работы следует, что наибольшее значение КПО наблюдается во время грозы без града, а наименьшее значение – во время процесса градобития на большой площади.

Литература

1. Харчилава Д.Ф., Амиранашвили А.Г. – Исследование вариаций атмосферного озона в Грузии. Результаты исследований по международным геофизическим проектам. Москва. МГК. 1988. 114 с.
2. 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.VI. 12B. Tbilisi. 2008 PP. 45 – 48.
3. Amiranashvili A., Kharchilava J., Chikhladze V. – Statistical Characteristics of Surface Ozone Concentration in Ruispiri in 2006-2009. Journal of the Georgian Geophysical Society, Issue B. Physics of Atmosphere, Ocean and Space Plasma, ISSN 1512-1127, V. 13B, Tbilisi. 2009. PP. 55 – 64.
 4. Amiranashvili A., Bliadze T., Kirkitadze 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 M. Nodia Institute of Geophysics, ISSN 1512-1135, V. 62. Tbilis., 2010. PP. 189-196. (in Russian).
 5. ამირანაშვილი ა., ბლიაძე თ., ჩიხლაძე ვ. – ფოტოქიმიური სმოგი თბილისში. მონოგრაფია, ი. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდია გეოფიზიკის ინსტიტუტის შრომები, ISSN 1512-1135, ტ. 63. 2012. 160 გვ.
 6. Харчилава Д.Ф., Чихладзе В.А., Чочишвили К.М., Чхаидзе Г.П. – Особенности изменчивости концентрации приземного озона в Тбилиси в 1984-2012 гг.. Тр. Ин-та Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. ISSN 1512 – 0902, Т.119, Тбилиси. 2013. С .100 - 103.
 7. Харчилава Д.Ф., Чихладзе В.А., Картвелишвили Л.Г. – Аэросиноптическое состояние и изменчивость концентрации приземного озона в Кахетии при грозо-градовых процессах. Тр. Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии, ISSN 1512 – 0902, Т.119. Тбилиси. 2013. С. 125 - 129.
 8. Vassy A.T. The formation of ozone by electrical discharges in the atmosphere: experimental results and the general aspects. Threshold of Space. Proc. Conf.Chem. Aeronomy. London, Pergamon Press, 1957. PP.75
 9. Vassy A.T. Concentracion de lair en ozone a la station scientifique du Jangfraujoeh; influence des fronts froids. C.R.Acad.Sci. 1958. v.247 №25. PP. 2409-2411.
 10. Orville R.E. Ozone production during thunderstorms, measured by the absorbtion of ultraviolet radiation from lightning. J. Geophys.Res.,1967. V.72. №14. PP. 3557-3561.
 11. Shlanta A., Moore C.B. Ozone and point discharge measurements under thunderclouds. J.Geoph. Res.. 1972.VI.77. №24. PP. 4500-4511.
 12. Hobbs P.V. The concentration of ice particles and ice nuclei in clouds. Contributions from the cloud physics group, University of Washington. Res. Rpt.. 1974. VIII. p.15.
 13. Харчилава Дж.Ф., Апхаидзе А.А. и др. Некоторые результаты самолётных исследований концентрации озона в слоистых и развивающихся конвективных облаках.-Труды Ин-та геофизики АН ГССР, Тбилиси, Мецниереба. 1980. Т.47. С.79-85.
 14. Hosler G.L., On the crystallization of Supercooled clouds, Journal of Meteorology. 1951. V.8. №5. PP. 326-331.
 15. Амиранашвили А.Г., Гзиришвили Т.Г. - Аэрозоли и ледяные кристаллы в атмосфере. Тбилиси, Мецниереба. 1991. 113 с.
 16. 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,V. LIX. 2005. 128 p.

მიწისპირა ოზონის კონცენტრაციის ცვალებადობა სოფელ რუისპირში ელჭექიან და სეტყვიან დღეებში

ხარჩილავა ჯ., ჩიხლაძე ვ.

რეზიუმე

სოფელ რუისპირში (თელავის რაიონი) ჩატარებული მიწისპირა ოზონის კონცენტრაციის (მოკ) გაზომვების დიდი სტატისტიკური მასალის საფუძველზე გამოკვლეულ იქნა მოკ-ის ცვალებადობის ხასიათი კახეთში მიმდინარე ელჭექიან და სეტყვა-ელჭექიან დღეებში. განხილულ იქნა მოკ-ის ცვალებადობის ხასიათი დღეებში სეტყვიანობით მცირე და დიდ ფართობზე და ელჭექიან დღეებში სეტყვიანობის გარეშე. მოკ-ის ცვალებადობა აღნიშნულ პროცესების დროს შედარებულ იქნა კარგი ამინდის მოკ-ის საშუალო მნიშვნელობასთან შესაბამის საათებში.

დადგენილი იქნა, რომ ელჭექიან და მცირე ფართობზე სეტყვიანობის პირობებში მოკ-ის საშუალო მნიშვნელობა მეტია კარგი ამინდის მოკ-ის საშუალო მნიშვნელობაზე, ხოლო დიდ ფართობზე სეტყვიანობის დროს მოკ-ის საშუალო მნიშვნელობა ნაკლებია კარგი ამინდის მოკ-ის საშუალო მნიშვნელობაზე.

Variability of Land Surface Ozone Concentration at Lightning, Thunder and Hail Days in Village Ruispiri

Kharchilava J., Chikhladze V.

Abstract

On the basis of a big statistic material of measuring of land surface ozone concentration (LSOC) in village Ruispiri (Telavi district) LSOC changeability feature has been investigated in Kakheti region in lightning and thunder days with hail. In the above work has been considered the feature of LSOC changeability in hail days on a small and big areas and in lightning and thunder days with out hail LSOC changeability at the mentioned processes had been compared with average value of LSOC in good weather in corresponding hours.

It has been stated, that in conditions of lightning, thunder and hail weather on a small area the average value of LSOC is more than the average value of LSOC in good weather, and in case of hail on a big area the average value of LSOC is less than the average value of LSOC in good weather.