

VIII Всероссийская конференция по атмосферному электричеству [с международным участием]: сборник трудов /отв. ред. Г.Г. Щукин. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2019. –213 с.

(Нальчик, 23–27 сентября 2019 года)

ISBN 978–5–6042484–6–1



**Санкт-Петербург
2019**

ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ЛЕГКИХ ИОНОВ В УСЛОВИЯХ СИЛЬНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ АТМОСФЕРЫ

А.Г. Амиранашвили

Институт геофизики им. М. Нодия Тбилисского государственного университета
им. И. Джавахишвили, Тбилиси, Грузия
avtandilamiranashvili@gmail.com

Как известно, образование легких ионов в атмосфере происходит в результате ионизирующего излучения (космические лучи, гамма излучение почвы, радон и короткоживущие продукты его распада). Исчезновения ионов происходит за счет их рекомбинации и присоединения к аэрозольным частицам (минеральные и так называемые вторичные аэрозоли, образующиеся по схеме газ → частица). В последние годы выявилось, что образование вторичных аэрозолей, как и легких ионов, также зависит от интенсивности ионизирующего излучения [1, 2]. Недавние исследования влияния ионизирующего излучения на образование вторичных аэрозолей в условиях города Тбилиси выявили наличие невозможной в естественных условиях обратной связи этого излучения с концентрацией легких ионов в воздухе, вызванной образованием вторичных аэрозолей в количестве, которое в совокупности с первичными частицами способно присоединять к себе больше ионов, чем их образуется при ионизации (Тбилисский тип смога) [3–6]. Предполагается, что Тбилисский тип смога может иметь место также и в других городах с сильно загрязненной атмосферой.

Данная работа является продолжением предыдущих исследований.

Измерения концентрации легких ионов (ниже, $N(+/-)$ – суммарная концентрация ионов, $см^{-3}$) проводились прибором типа Гердиена. Содержание радона (Rn , $Бк/м^3$) определялось методом отбора проб воздуха через фильтр с последующим счетом альфа-частиц короткоживущих продуктов его распада. Общее количество субмикронных аэрозолей диаметром ≥ 0.1 $мкм$ (N , $см^{-3}$) измерялось с помощью прибора ФАН, который работал в режиме счета. Указанные измерения проводились 4 раза в день на высоте 3 этажа здания облачной камеры Института геофизики (8 метров над уровнем почвы, 41.754° с.ш., 44.927° в.д., высота – 450 м над ур. моря), в 9, 12, 15 и 18 часов (в зимнее время – 17 часов) [5]. Анализ данных проводился с использованием методов математической статистики для случайных событий и неслучайных временных рядов. Ниже представлены результаты исследования особенностей вариации концентрации легких ионов и их связей с содержанием в воздухе радона и субмикронных аэрозолей в условиях сильно загрязненной местности на примере города Тбилиси по данным о среднедекадных значениях исследуемых параметров в период 2010–2011 гг. (72 декады, с 9 до 17–18 ч). Результаты работы приведены на рисунке 1 и в таблице 1 (размерности исследуемых параметров опущены).

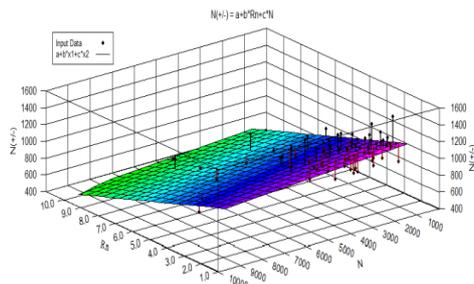


Рисунок 1. Связь суммарной концентрации легких ионов с содержанием в воздухе радона и субмикронных аэрозолей

Таблица 1

Статистические характеристики среднедекадных значений содержания в воздухе радона, субмикронных аэрозолей и легких ионов

Параметр	Rn	N	N(+/-)
Среднее	3,8	2691	991
Минимум	1,6	963	424
Максимум	10,6	9215	1449
Стандартное отклонение	1,78	1525	203
Стандартная ошибка	0,21	181	24
Коэффициент вариации, C_v , %	46,5	56,7	20,5
Коэффициент автокорреляции	Первые три лага	Первые два лага	Первые три лага
Пики периодичности	18 (основной), 12, 9	12 (основной), 18, 14, 4	18
Регрессия временного хода	Полином десятой степени		
Коэффициент детерминации, (R^2)	0,7256	0,4063	0,6367
Корреляционная матрица	Правая верхняя часть – реальные данные, Левая нижняя часть – остаточные компоненты,		
Rn	1	0,38	-0,71
N	0,35	1	-0,39
N(+/-)	-0,60	-0,47	1
Регрессия: $N(+/-) = f(Rn, N)$	$N(+/-) = 1326,927 - 74,3074Rn - 0,01902 \cdot N$, ($R^2 = 0,5186$)		

В частности, получено, что: наибольшие вариации наблюдаются для концентрации субмикронных аэрозолей, наименьшие – легких ионов ($C_v = 56,7$ и $20,5\%$ соответственно); автокорреляция в рядах наблюдений для радона и ионов отмечается в первых трех лагах, а для аэрозолей – в первых двух лагах (лаг – декада); для содержания радона и легких ионов основной пик периодичности приходится на 18 декад (полгода), тогда как для аэрозолей на 12 декад (4 месяца); временной ход всех исследуемых параметров удовлетворительно описывается полиномом десятой степени; линейная корреляция между реальными значениями исследуемых параметров, а также их остаточными компонентами, имеет сходный характер – положительная корреляция между содержанием в воздухе радона и вторичных аэрозолей и отрицательная зависимость концентрации ионов от содержания радона и аэрозолей.

Для наглядности на рисунке 1 представлен график двумерной линейной зависимости суммарной концентрации легких ионов от содержания в воздухе радона и субмикронных аэрозолей.

Литература

1. Muraleedharan T.S., Subba Ramu M.S. Vohra K.G. Experimental Studies of the Formation of Aitken Nuclei in the Atmosphere // Proc. 11th Int. Conf. on Atmospheric Aerosols, Condensation and Ice Nuclei / Budapest, Hungary, (September 1984). Vol. 1. Budapest. 1984. P. 52–57.
2. Smirnov V.V., Savchenko A.V. Effect of Ionizing Radiation on the Formation of Nanoparticles in the Atmosphere // Chemistry for Sustainable Development. 2005. No 5. P. 649–654, (in Russian).

3. *Amiranashvili A.* Negative Correlation Between of Light Ions Content and Radon Concentration: Particularity of Tbilisi City Air Pollution, or Norm for the Urbanized Locality? // Proc. 14th Int. Conf. on Atmospheric Electricity / Rio de Janeiro, Brazil, (August 2011). <http://www.icae2011.net.br/>.
4. *Amiranashvili A.* Tbilisi Type of Smog as Attribute of Feedback Effect Between the Air Ionization Intensity and Small Ions Concentration. // Proc. 7th Asia-Pacific Int. Conf. on Lightning /Chengdu, China, (November 2011). P. 496–499. (http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=6110175, <http://www.apl2011.net/>.)
5. *Амиранашвили А.Г., Блиадзе Т.Г., Чихладзе В.А.* Фотохимический смог в Тбилиси // Моногр., Тр. Ин-та геофизики им. М. Нодиа. Тбилиси. 2012. Т. 63. 160 С., (на грузинском яз.).
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 // Bull. of the Georgian National Academy of Sciences. 2016. Vol. 10, No. 2. P. 72–78.