

УДК 546.214:551.51

АЭРОСИНОПТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В КАХЕТИИ ПРИ ГРОЗО - ГРАДОВЫХ ПРОЦЕССАХ

Харчилаვა Д.Ф.*, Чихладзе В.А.*, Картвелишвили Л.Г.**

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

**Институт гидрометеорологии Грузинского технического университета

Атмосферный озон играет существенную роль в существовании жизни на Земле. Поэтому исследованиям его пространственно-временных вариаций уделяется особое внимание. В Грузии имеются давние традиции исследований атмосферного озона, которые были начаты в Абастуманской Астрофизической Обсерватории АН Грузии в 1957 году и продолжаются в настоящее время [1-4]. С 1980 г по сей день Институтом геофизики в Тбилиси ведутся регулярные исследования концентрации приземного озона (КПО), а в Руиспири и других районах Грузии – экспедиционные работы.

Результаты этих исследований представлены в четырех монографиях, а также более чем в 100 научных статьях [1-7]. При этом изучены самые различные аспекты атмосферного озона: вариации общего содержания озона и его вертикального распределения при различных условиях атмосферы [1], климатические эффекты атмосферного озона [2,3], роль озона в образовании фотохимического смога и его влияние на здоровье людей [1, 4], особенности вариаций КПО в сельской местности [7] и др. Отдельно следует отметить регулярное слежение за многолетней динамикой КПО в Тбилиси как одного из важнейших факторов загрязнения воздуха [4,5].

Одним из климатических эффектов атмосферного может являться его способность при окислении инактивных (с точки зрения льдообразующей способности) ядер в активные [1,2,8,9]. Этот эффект может проявляться в изменчивости градовой активности облаков. Проще говоря, чем выше концентрация озона в атмосфере, тем меньше должен быть ущерб от града. Обычно градовые процессы сопровождаются грозовыми. Во время молниевых разрядов происходит интенсивное образование озона, повышенные концентрации которого наблюдаются не только внутри и окрестностях конвективных облаков, но и у поверхности земли [1,10,11]. В том случае, когда в облаках и в окружающей атмосфере наблюдается недостаток озона, тогда в них можно ожидать и недостаток льдообразующих ядер. Всё это будет способствовать росту существующих в облаке кристаллов за счет незамёрзших капель воды и образованию града.

В работе была исследован характер изменчивости КПО в селе Руиспири в условиях, когда над Алазанской долиной наблюдались грозы без града и с градом. При этом была рассмотрена особенность изменчивости КПО при градобитиях на большой площади (ГБП) и градобитиях на малой площади (ГМП) (таблица 1).

Таблица 1. Средние значения КПО в Руиспири во время грозовых и градовых процессов над Кахетией

Вид процесса	Количество случаев	мкг/м ³
Гроза без града	153	60
Град на малой площади	20	50
Град на большой площади	26	36

Как следует из этой таблицы, во время гроз без града (153 случая) среднее значение КПО составляло 60 мкг/м³, тогда как при процессе ГМП средняя величина КПО составляет 50 мкг/м³, а во время процесса ГБП - 36 мкг/м³. Для исследования приведенных фактов была рассмотрена аэросиноптическая ситуация для Кахетинского региона для тех дней, когда наблюдались грозы без града, грозы с градом на большой площади и грозы с градом на малой площади. Были рассмотрены: виды «фронтов» воздуха, барические образования на разной высоте и месторасположение «струйных» течений относительно точки наблюдения за КПО. Такой анализ был проведён для дней с ГБП и дней с ГМП.

Анализ показал, что для дней первого типа в основном (84% случаев) характерно влияние «холодных» фронтов воздуха, а для дней второго типа – ситуация без «фронтов» (55% случаев). Во время процесса ГБП на земной поверхности в основном (88% случаев) наблюдаются циклонические барические образования, а в дни с процессом типа ГМП наблюдаются в основном (55% случаев) антициклонические барические образования (таблица 2).

Таблица 2. Синоптическая ситуация над Алазанской долиной во время грозо-градовых процессов

Вид процесса	Число случаев	Число случаев, когда пункт наблюдения за КПО находится под следующими циклоническими процессами				
		Холодный фронт	Тёплый фронт	Без фронта	Поле циклона	Поле антициклона
ГБП	26	22 (84%)	1 (5%)	3 (11%)	23 (88%)	3 (12%)
ГМП	20	9 (45%)	0	11 (55%)	9 (45%)	11 (55%)

Анализ высотных барических образований на изобарической поверхности 500 мб показал, что во время процесса ГБП в 81% случаев наблюдается ложбина и только в 19% случаев – левая сторона гребня. Для дней с процессом ГМП в 75% случаев наблюдается ложбина и только в 20% случаев – гребень (таблица 3).

Таблица 3. Высотное барическое образование на уровне 500 мб над Алазанской долиной во время грозо-градовых процессов

Процесс	Общее число случаев	Число случаев, когда пункт наблюдения за озоном находится под влиянием нижеприведённых барических полей							
		Циклон	Антициклон	Ложбина			Гребень		
				Слева	Справа	В центре	Слева	Справа	В центре
ГБП	26	0	0	0	16 (62%)	5 (19%)	5 (19%)	0	0
ГМП	20	1 (5%)	0	0	12 (60%)	3 (15%)	3 (15%)	0	1 (5%)

Аналогичная картина наблюдается и на уровне 300 мб изобарической поверхности. Было рассмотрено положение пункта наблюдения за концентрацией приземного озона относительно струйного течения (таблица 4). Оказалось, что во время процесса ГБП в 69% случаев пункт наблюдения за озоном располагался в центральной и правой части струйного потока, а во время процесса ГМП – в 85% случаев. Соответственно, во время процесса ГБП в 31% случаев пункт наблюдения за озоном располагался в левой части струйного потока, а во время процесса ГМП – в 15% случаев.

Таблица 4. Расположение струйного течения над Алазанской долиной во время грозо-градовых процессов

Процесс	Общее число случаев	Число случаев, когда пункт наблюдения за КПО находится:		
		В левой части зоны струйного течения	Под зоной струйного течения	В правой части зоны струйного течения
ГБП	26	8 (31%)	14 (54%)	4 (15%)
ГМП	20	3 (15%)	15 (75%)	2 (10%)

Было также проведено сравнение скорости ветра вдоль оси струйного течения во время процессов ГБП и ГМП. Оказалось, что во время первого процесса средняя скорость ветра составляла 40 м/сек, а во время второго процесса – 30 м/сек. На рисунке приведена гистограмма повторяемости максимальной скорости ветра вдоль оси струйного течения для процессов ГБП (а) и ГМП (б).



Как видно из этого рисунка, для процесса ГБП нижняя граница скорости ветра составила 20 м/сек, а верхняя – 60 м/сек. В то же время для процесса ГМП нижняя граница скорости ветра составила 15 м/сек, а верхняя – 45 м/сек. Это означает, что процесс ГБП характеризуется большей скоростью ветра на оси струйного течения, чем во время процесса ГМП.

Проведённые исследования показали значимую зависимость, существующую между концентрацией приземного озона и градовыми процессами:

1. На Алазанской долине во время процесса ГБП преимущественно наблюдается влияние холодного «фронта», а во время процесса ГМП в основном наблюдается «бесфронтное» положение, т.е. в этом случае градовые процессы, в основном носят внутримассовый характер.
2. Во время процессов ГБП и ГМП высотные барические образования для обоих процессов преимущественно одинаковы – высотная ложбина (левая часть).
3. Во время всех вышерассмотренных градовых процессов над Алазанской долиной наблюдается струйное течение. Максимальная скорость струйного течения на его оси во время процесса ГБП выше, чем во время процесса ГМП.
4. Во время грозовых процессов без града над пунктом наблюдения за озоном струйное течение почти не наблюдается или оно очень слабое.
5. Во время процесса ГБП величина КПО намного ниже, чем во время грозы без града и процесса ГМП.

Основываясь на результатах проведённых исследований, было установлено: при существовании над территорией Кахетии в атмосфере струйного течения, будут господствовать восходящие потоки воздуха, которые уменьшают содержание озона в тропосфере. Большие скорости ветра создают благоприятные условия для развития в тропопаузе или выше высоких облаков, достигающих высоты 15 и более километров. Габариты таких облаков могут достигать несколько десятков километров. Количество таких облаков – единицы.

Так как содержание озона в тропосфере в это время незначительно и принимая во внимание то обстоятельство, что озон способен превратить неактивные частицы в активные, тогда количество ядер кристаллизации в атмосфере (тропосфере) и в облаках будет малым. Поэтому создаются благоприятные условия для образования града. В том случае, когда над пунктом наблюдения за озоном струйного течения не наблюдается и существуют условия для развития грозового облака, в тропосфере образуется большое количество грозовых зон (облаков), которые не способны достигать тропопаузы в следствии недостаточной энергии (струйное течение помогает конвективным облакам в прорыве тропопаузы, иногда струйное течение само достигает тропопаузы [12] и тем самым способствует росту грозового облака в высоту до размеров градового облака) поэтому ниже тропопаузы создаётся большое количество грозовых ячеек, наблюдаются частые молниевые разряды, создающие в тропосфере большое количество молекул озона. Этот озон создаёт такое количество ядер кристаллизации, что существующая в облаке влажность недостаточна для увеличения роста ледяных кристаллов до градин опасных размеров. В грозовых облаках получаем так называемый самозасев ядрами кристаллизации.

Возникшим грозовым облакам, которые достигают тропопаузы, очевидно, кроме струйного течения, помогает также и специфика орографии (для создания вдоль склонов вертикальных потоков).

Таким образом, для условий Алазанской долины, если в атмосфере возникает струйное течение и уровень КПО находится на уровне концентрации приземного озона хорошей погоды или ниже этого уровня, в условиях, когда возможно возникновение конвективных облаков, с большой долей вероятности можно ожидать выпадения града.

ლიტერატურა-REFERENCES- 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.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 Sc., ISSN 1512-1135, vol. LIX, Tbilisi, 2005, 128 p.
3. 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, ISBN 99928-885-4.7, Tbilisi, 2006, 177 p. (in Georgian).
4. 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.
5. 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 Spase Plasma, ISSN 1512-1127, vol. 12B, Tbilisi, 2008, pp. 45 – 48.
6. 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, vol. 13B, Tbilisi, 2009, pp. 55 – 64.
7. 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, vol. LXII, Tbilisi, 2010, pp. 189-196, (in Russian).
8. Hosler C.L. - On the crystallization of supercool clouds. Journal of Meteorology, vol. 8, №5, 1951, pp. 326-331
9. Амиранашвили А.Г., Гзиришвили Т.Г. - Аэрозоли и ледяные кристаллы в атмосфере. Тбилиси, Мецниереба, 1991, 1-113.
10. Бритаев, А.С., Фарапонова Г.П. - Особенности распределения концентрации озона в нижних слоях атмосферы. В кн.: Рабочее совещание по исследованию атмосферного озона, Тбилиси, 23-27 ноября 1981. Материалы док. Тбилиси, Мецниереба, 1982, с. 252-260.
11. Sreedharan C.R., Tivari V.S. - Short-term grand ozone fluctuations at Poond. Pure Applied Geophysics, 1973, vol. 103-106, №5-7, pp. 1097-1105.
12. Кварацхелия И.Ф. - Аэрологические исследования в Закавказье. Л., Гидометеоиздат, 1964, 246 с.

უკ 546.214:551.51

აეროსინოკტიკური ფაზომარეობა და მიწისპირა ოზონის კონცენტრაციის ცვალებადობა კახეთში ელჭამ-სეტყვიანობის პროცესების მიმდინარეობისას / ხარჩილავა ჯ., ჩიხლაძე ვ., ქართველიშვილი ლ./ სა-ქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2013. -ტ. 119. - გვ.125-129- რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ჩატარებულია მიწისპირა ოზონის კონცენტრაციის (მოკ) ცვალებადობის ანალიზი რუისპირში დიდ და პატარა ფართობებზე (შესაბამისად სდფ და სპვ) სეტყვიანობის დროს. გამოვლენილია, რომ იმ შემთხვევებში, როდესაც სეტყვა არ მოდის ელჭექის პროცესების დროს, დაკვირვების პუნქტის თავზე, სადაც იზომება მოკ, ჭავლეური ნაკადი არ დაიკვირვება. სდფ პროცესების დროს მოკ ბევრად ნაკლებია ვიდრე ელჭექის დროს სეტყვის გარეშე და სპვ დროს. ალაზნის ველის პირობებში, თუ ატმოსფეროში წარმოიქმნა ჭავლეური ნაკადი და ამავე დროს მოკ არის კარგი ამინდის დონეზე ან მასზე ნაკლები, უნდა ველოდოთ სდფ.

UDC 546.214:551.51

AEROSYNOPTIC STATE AND CHANGEABILITY OF THE SURFACE OZONE CONCENTRATION IN KAKHETI DURING THE THUNDERSTORM - HAIL PROCESSES / Kharchilava J., Chikhladze V., Kartvelishvili L./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2013. - т.119. – pp. 125-129. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The analysis of the changeability of surface ozone concentration (SOC) with the hail damages in the large and small territory (respectively HDL and HDS) in Ruispiri is carried out. It is revealed, which during the thunderstorm processes without the hail, above the point of SOC measurement the jet streams is not observed. With HDL the surface ozone concentration considerably is less than during the thunderstorms without the hail with HDS. If under the conditions of Alazani valley with the formation of jet stream SOC is equal or below SOC of a good weather, with the great probability one should expect HDL.

УДК 546.214:551.51

АЭРОСИНОПТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В КАХЕТИИ ПРИ ГРОЗО - ГРАДОВЫХ ПРОЦЕССАХ / Харчилава Д.Ф., Чихладзе В.А., Картвелишвили Л.Г./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2013. – т.119. – с.125-129. – Рус.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Проведен анализ изменчивости концентрации приземного озона (КПО) при градобитиях на большой и малой территории (соответственно ГБП и ГМП) в Руиспире. Выявлено, что при грозовых процессах без града, над пунктом измерения КПО струйных течений не наблюдается. При ГБП концентрация приземного озона намного меньше, чем во время гроз без града при ГМП. Если в условиях Алазанской долины при образовании струйного течения КПО равно или ниже КПО хорошей погоды, с большой вероятностью следует ожидать ГБП.