

ВАРИАЦИИ ПОВТОРЯЕМОСТИ СРЕДНЕЧАСОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА (КПО) В ТБИЛИСИ

¹Чихладзе В.А., ²Хазарадзе К.Р., ³Челидзе Л.Т.

¹Институт геофизики им М.З. Нодиа, 0193, Тбилиси, ул. М. Алексидзе, 1, E-mail:
victor.chikhladze@yandex.ru

²Министерство труда, здравоохранения и социальной защиты Грузии

³Министерство по охране окружающей среды и природных
ресурсов Грузии

Систематические исследования концентрации приземного озона в Тбилиси начались ещё в 1980 году. Первые результаты этих исследований представлены в работе [15], в которой приведены данные о суточном ходе КПО в Алазанской долине и Тбилиси. В дальнейшем эти работы значительно расширились, что нашло отражение в большом количестве публикаций [1, 7, 18 - 21]. В этих работах были подробно проанализированы годовые, полугодовые, сезонные и суточные вариации концентрации приземного озона в г. Тбилиси. В данной работе рассмотрим вопрос изменчивости повторяемости среднечасовых значений КПО в Тбилиси в 1980 – 2003, 1980 – 1991 и 1992 – 2003 гг. за год, тёплое и холодное полугодия. В таблице 1 приведены данные о повторяемости среднечасовых КПО в Тбилиси с 11 до 19 часов в 1980 – 2003, 1980 – 1991 и 1992 – 2003 гг. за год, тёплое и холодное полугодия по всем имеющимся данным наблюдений. Как следует из этой таблицы, в 1980 – 2003 годах по годовым данным, наибольшая повторяемость КПО приходится на диапазон (>40 - 50) мкг/м³ и составляет 14,63%, для тёплого периода наибольшая повторяемость КПО приходится на тот же диапазон и составляет 18,72%, а для холодного периода – на диапазон (>0 - 10) мкг/м³ и составляет 23,87%.

В 1980 – 1991 гг. по годовым данным наибольшая повторяемость КПО приходится на диапазон (>0 - 10) мкг/м³ и составляет 15,95%, для тёплого периода наибольшая повторяемость КПО приходится на диапазон (>40 - 50) мкг/м³ и составляет 18,56%, а для холодного периода – на диапазон (>0 - 10) мкг/м³ и составляет 28,63%.

В 1992 – 2003 гг. по годовым данным наибольшая повторяемость КПО приходится на диапазон (>50 - 60) мкг/м³ и составляет 16,39%, для тёплого периода наибольшая повторяемость КПО приходится также на диапазон (>50 - 60) мкг/м³ и составляет 20,42%, а для холодного периода – на диапазон (>0 - 10) мкг/м³ и составляет 18,33%.

Рассмотрим динамику повторяемости КПО, негативно действующих на здоровье человека, а также на растения, в Тбилиси в 1992 – 2003 гг. по сравнению с 1980 – 1989 гг. для значений КПО, выше предельно допустимых, действующих в разных странах [2, 3, 12]. Для России, США и Евросоюза этими концентрациями являются: КПО >30 мкг/м³ (суточная) и КПО >160 мкг/м³ (часовая) для России, КПО >160 мкг/м³ (средняя за 8 часов) и КПО >240 мкг/м³ (часовая) для США, КПО >120 мкг/м³ (средняя за 8 часов) и КПО >180 мкг/м³ (часовая) для Евросоюза. Для растений КПО >80 мкг/м³ считаются вредными.

В соответствии с этими градациями, по сравнению с 1980 – 1991 гг., в 1992 – 2003 гг. в среднем за год, повторяемость КПО >30 мкг/м³ выросла с 32,7% до 51,2%. Повторяемость КПО >80 мкг/м³ в 1992 – 2003 гг. по сравнению с 1980 – 1991 гг. по годовым данным выросла с 2,91% до 6,41%, в тёплое полугодие с 5,44% до 8,7%, в холодное полугодие с 0,45% до 3,53%. Повторяемость КПО >120 мкг/м³ в 1992 – 2003 гг., по сравнению с 1980 – 1991 гг. по годовым данным выросла с 0,14% до 0,87%, в тёплое полугодие с 0,27% до 1,1%, в холодное полугодие с 0,02% до 0,58%. Повторяемость КПО >160 мкг/м³ в 1992 – 2003 гг., по сравнению с 1980 – 1991 гг. по годовым данным выросла с 0,025% до 0,133%, в тёплое полугодие с 0,05% до 0,107%, в холодное полугодие с 0% до 0,164%.

Повторяемость КПО > 180 мкг/м³ в 1992 – 2003 гг., по сравнению с 1980 – 1991 гг. по годовым данным выросла с 0,018% до 0,023%, в холодное полугодие с 0% до 0,027%, в тёплое полугодие во второй период, по сравнению с первым, повторяемость этой КПО снизилась с 0,037% до 0,02%.

Таблица 1
Повторяемость среднечасовых значений концентрации приземного озона в Тбилиси с 11 до 19 часов в три периода времени по данным за год, теплое и холодное полугодие (% от числа случаев)

Годы	1980-2003 гг			1980-1991 гг			1992-2003 гг		
	Год	Тепл. период	Холод. период	Год	Тепл. период	Холод. период	Год	Тепл. период	Холод. период
0	2,64	0,06	5,66	3,84	0,05	7,60	1,37	0,07	3,38
>0-10	12,50	2,69	23,87	15,95	3,15	28,63	8,90	2,24	18,33
>10-20	10,47	5,87	15,57	12,51	7,48	17,44	8,39	4,31	13,55
>20-30	12,57	11,60	13,48	14,38	15,06	13,65	10,76	8,34	13,51
>30-40	13,80	15,29	11,97	14,63	18,03	11,25	13,02	12,81	12,91
>40-50	14,63	18,72	9,93	13,43	18,56	8,37	15,87	18,87	11,72
>50-60	13,26	17,34	8,64	10,25	14,05	6,49	16,39	20,42	11,03
>60-70	9,53	12,95	5,70	7,60	11,07	4,18	11,46	14,69	7,32
>70-80	5,95	8,36	3,27	4,50	7,10	1,94	7,43	9,55	4,71
>80-90	2,52	3,80	1,10	1,68	3,02	0,38	3,37	4,54	1,90
>90-100	1,04	1,75	0,26	0,80	1,61	0,01	1,29	1,91	0,53
>100-110	0,46	0,72	0,19	0,21	0,40	0,02	0,71	0,99	0,36
>110-120	0,12	0,15	0,08	0,08	0,14	0,01	0,17	0,17	0,16
>120-130	0,12	0,14	0,10	0,03	0,05	0,02	0,22	0,23	0,20
>130-140	0,12	0,17	0,06	0,04	0,08	0,00	0,19	0,25	0,12
>140-150	0,11	0,18	0,04	0,03	0,05	0,00	0,20	0,29	0,09
>150-160	0,07	0,13	0,01	0,02	0,04	0,00	0,13	0,22	0,01
>160-170	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,05
>170-180	0,04	0,03	0,04	0,01	0,01	0,00	0,07	0,05	0,09
>180-190	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01
>190-200	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02
>200-210	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
>210-220	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
>220-230	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
>230-240	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
>240-250	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
>250-260	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
>260-270	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
>270-280	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Count	32718	17334	15384	16570	8221	8349	16148	9113	7035

На рис.1 в графическом виде представлены данные, приведённые в таблице 1. В целом, функции распределения часовых и среднечасовых значений КПО не являются нормальными. Это наглядно демонстрирует и рис.1. В частности, в среднем в год, эти функции распределения имеют бимодальный вид, в тёплое полугодие – одномодальный с правой асимметрией, в холодное полугодие – λ -образное. Указанные функции распределения (а точнее эмпирические функции распределения с заданными бинами) достаточно удовлетворительно описываются полиномами степени n . Так, по годовым данным, для 1980 – 2003 гг. это полином восьмой степени, 1980 – 1991 гг. – полином десятой степени, 1992 – 2003 гг. – полином девятой степени. По данным для тёплого полугодия, для всех указанных периодов лет функции распределения среднечасовых значений КПО с 11 до 19 часов описываются полиномом девятой степени. Наконец, для холодного полугодия 1980 – 2003 и 1980 – 1991 гг. это полином девятой степени, а для 1992 – 2003 гг. – полином седьмой степени. Соответствующие значения коэффициентов уравнений регрессии, описывающих указанные выше повторяемости КПО, представлены в таблице 2. Здесь же приведены значения соответствующих коэффициентов детерминации. Расчётные и измеренные значения повторяемостей КПО настолько хорошо совпадают друг с другом, что на графиках рис.3 теоретические и экспериментальные точки практически неразличимы.

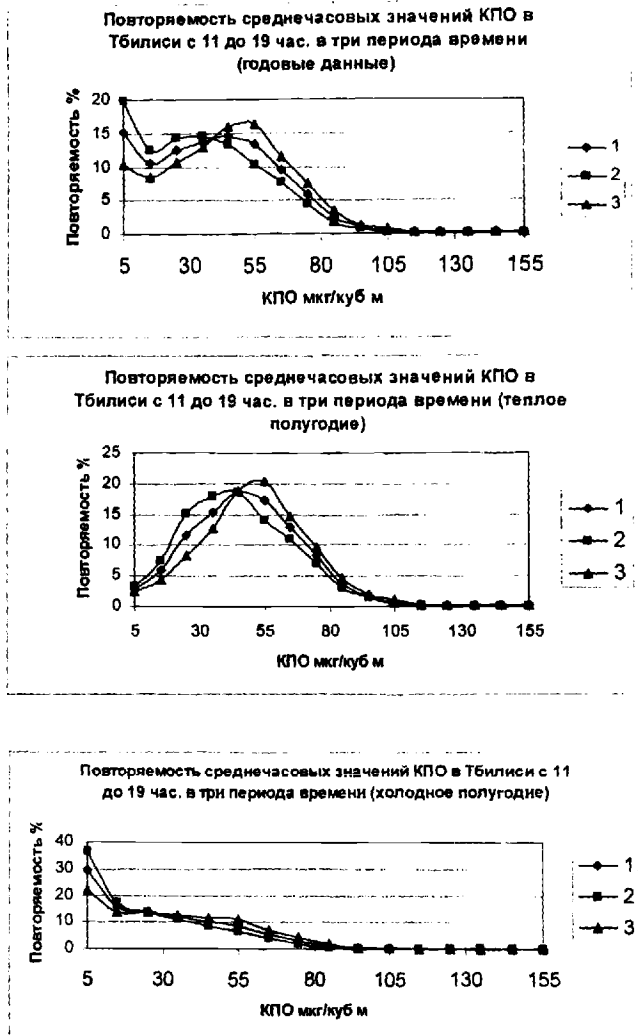


Рис 1. 1 – (1980-2003 гг.); 2 – (1980-1991 гг.); 3 – (1002-2003 гг.)

Для сравнения с нашими данными приведём данные о КПО в других регионах. Так, в г. Кисловодске диапазон изменений максимальных значений (дневных, с 12 до 16 часов) 9 – 157 мкг/м³. В городе встречаются также очень низкие значения КПО, иногда близкие к нулю. Низкие значения днём отмечались в плотном тумане и во время дождя, в частности, в результате интенсивных гетерогенных химических процессов, и ночью из-за сухого осаждения в условиях подавленного вертикального обмена с вышележащими слоями.

Значения коэффициентов уравнений регрессии, описывающих повторяемость среднечасовых величин концентрации приземного озона в Тбилиси с 11 до 19 часов в три периода времени по данным за год, теплое и холодное полугодие

Годы	Годовые данные					
	1980-2003		1980-1991		1992-2003	
Кoeffиц. полинома	Значения	CONF 95% (+/-)	Значения	CONF 95% (+/-)	Значения	CONF 95% (+/-)
a	-2,15E-14	3,78E-14	1,36E-17	3,07E-17	-7,95E-14	6,54E-14
b	1,31E-11	2,43E-11	-1,19E-14	2,46E-14	5,25E-11	4,19E-11
c	-3,02E-09	6,41E-09	4,46E-12	8,45E-12	-1,40E-08	1,11E-08
d	3,00E-07	9,00E-07	-9,52E-10	1,64E-09	1,93E-06	1,55E-06
e	-5,81E-06	7,23E-05	1,27E-07	1,95E-07	-0,00014	0,000125
f	-0,00113	0,003322	-1,11E-05	1,49E-05	0,005378	0,005742
g	0,07859	0,082318	0,000636	0,000723	-0,08485	0,142296
h	-1,63181	0,946355	-0,02352	0,021588	0,376861	1,635885
i	21,43732	3,438667	0,523224	0,368233	9,878343	5,94414
j			-6,01812	3,076251		
k			39,37631	8,619435		
R ²	0,9987		0,9995		0,9958	
Годы	Теплое полугодие					
Кoeffиц.	1980-2003		1980-1991		1992-2003	
	Значения	95% (+/-)	Значения	95% (+/-)	Значения	95% (+/-)
a	7,07E-17	1,63E-15	-5,62E-16	1,91E-15	6,85E-16	2,85E-15
b	-1,12E-13	1,18E-12	4,33E-13	1,38E-12	-6,35E-13	2,05E-12
c	5,50E-11	3,58E-10	-1,43E-10	4,18E-10	2,44E-10	6,24E-10
d	-1,29E-08	5,98E-08	2,66E-08	6,98E-08	-5,03E-08	1,04E-07
e	1,62E-06	5,96E-06	-3,07E-06	6,96E-06	6,04E-06	1,04E-05
f	-0,00011	0,000363	0,000226	0,000424	-0,00042	0,000633
g	0,003705	0,013171	-0,01029	0,015388	0,016714	0,022968
h	-0,05262	0,266	0,25163	0,310768	-0,33412	0,463851
i	0,624518	2,561285	-2,18532	2,99235	3,210738	4,466359
j	0,526269	7,996623	8,987469	9,342459	-7,2827	13,94448
R ²	0,9981		0,9976		0,9947	
Годы	Холодное полугодие					
Кoeffиц.	1980-2003		1980-1991		1992-2003	
	Значения	95% (+/-)	Значения	95% (+/-)	Значения	95% (+/-)
a	2,83E-17	2,54E-17	-1,63E-16	4,94E-16	-8,25E-13	1,79E-12
b	-2,39E-14	2,03E-14	1,01E-13	3,21E-13	6,58E-10	1,01E-09
c	8,67E-12	7,00E-12	-2,67E-11	9,00E-11	-2,07E-07	2,26E-07
d	-1,78E-09	1,35E-09	3,84E-09	1,42E-08	3,28E-05	2,58E-05
e	2,26E-07	1,62E-07	-3,24E-07	1,40E-06	-0,00276	0,001583
f	-1,86E-05	1,23E-05	1,57E-05	8,80E-05	0,117588	0,050303
g	0,000991	0,000599	-0,00036	0,003556	-2,37668	0,719777
h	-0,0338	0,017878	-0,00145	0,089474	30,90795	3,204017
i	0,704732	0,30495	0,282885	1,30647		
j	-8,28578	2,547583	-6,13257	9,569528		
k	56,99128	7,138143	60,17486	24,47538		
R ²	0,9998		0,9999		0,9976	

КПО = полином степени n. Последний коэффициент полинома – свободный член.

Изменчивость дневных значений выше, чем утренних, они хуже описываются Гауссовским распределением: прослеживается структура с двумя максимумами и наблюдается дефицит больших значений. Для города характерен более широкий интервал максимальной повторяемости значений $34 - 82 \text{ мкг/м}^3$; медиана всего на 1 мкг/м^3 меньше среднего арифметического, равного 59 мкг/м^3 . Четверть всех значений меньше 41 мкг/м^3 , 75% - меньше 75 мкг/м^3 [8, 9, 17].

В работе [11] проводились измерения концентрации озона спектральными приборами и электрохимическими анализаторами на территории г. Москвы в 20 точках, а также на Останкинской телебашне. Это позволило получать средние, «фоновые» и экстремальные значения КПО в городе, их вариации и особенности вертикального распределения. Оказалось, что КПО при наличии солнечного излучения в среднем составляет $60 - 70 \text{ мкг/м}^3$, максимум – $120 - 150 \text{ мкг/м}^3$, причём повышение концентрации наблюдалось, как правило, при малых скоростях ветра у поверхности земли, наличие инверсий в приземном слое атмосферы, а также при повышении содержания других загрязняющих компонентов (окислов азота и углерода). С увеличением средних значений КПО возрастает и вариация, достигающая значений 50 мкг/м^3 за 20 – 30 минут. Дисперсия величин концентраций озона больше при большем загрязнении воздуха, что косвенно свидетельствует о действии локальных источников и стоков озона, расположенных вблизи поверхности земли, связанных к примеру, с перемещением продуктов выбросов крупных промышленных предприятий. Синхронные измерения на большой территории позволили сделать вывод, что средняя величина КПО в основном зависит от метеорологических условий, характерных для данного дня и в пределах 30 – 40% сохраняется для всего города. Типичный суточный ход КПО в Москве в летний период – резкий подъём утром, примерно постоянные значения ($50 - 80 \text{ мкг/м}^3$) с вариациями до $10 - 20 \text{ мкг/м}^3$ за 10 – 20 минут в интервале 12 – 19 часов, резкое понижение около 20 часов и низкие значения после 22 часов до восхода Солнца [11].

Уровни озона, превышающие предельно допустимые концентрации, на территории Московской области отмечаются с девяностых годов прошлого века [10]. Измерения приземного озона проводились на базе Тарусского филиала ИОФ РАН. Здание института расположено в центре города на расстоянии 200 метров от берега Оки. Эта часть города расположена в низине. В Тарусе нет промышленности и интенсивного движения автотранспорта [16]. Самая высокая максимально-разовая концентрация приземного озона в июле наблюдалась 23 июля и составила 333 мкг/м^3 , а самая высокая дневная средняя наблюдалась 30 июля и составила 184 мкг/м^3 . Максимально-разовая концентрация приземного озона в этом месяце в г. Долгопрудном (Московская область) [121] составляла 245 мкг/м^3 8 июля, 226 мкг/м^3 13 июля, 181 мкг/м^3 20 июля, 175 мкг/м^3 22 июля и 222 мкг/м^3 31 июля. В августе самая высокая дневная средняя концентрация озона в Тарусе за время измерений достигала 222 мкг/м^3 1 августа, а максимально-разовая – 315 мкг/м^3 8 августа. В Долгопрудном 1 августа максимально-разовая концентрация озона составила 242 мкг/м^3 . Как отмечают авторы [10], высокие уровни озона в атмосфере Долгопрудного в июле – начале августа сопровождалась повышенной температурой воздуха и высоким уровнем солнечной радиации. В Тарусе в это время визуально отмечалась такая же погода. Концентрации озона, наблюдаемые в 2002 году в России, превышали аналогичные значения, полученные на станциях мониторинга в Западной Европе [5]. Резкий рост числа автомобилей в Москве и других городах уже привёл к превышению предельно допустимых концентраций приземного озона в 2-3 раза [6].

Многолетние наблюдения озона в Литве показывают, что обычно максимум КПО бывает днём в 15 – 17 часов, а минимум – ночью, что связано с особенностями вертикального перемешивания воздуха. Днём, при хорошо развитом вертикальном перемешивании, озон с верхних слоёв атмосферы попадает в приземный слой, а ночью, из-за уменьшения вертикального переноса, замедляется приток озона и доминирует фактор разрушения озона у земной поверхности. Иногда наблюдается второй максимум концентраций озона ночью, или даже суточный ход имеет противоположный вид, т.е. максимум бывает ночью, а минимум днём. В условиях Литвы случаи, когда наблюдаются оба пика, бывают сравнительно часто, особенно в прибрежной и пригородной зонах. Гораздо реже максимум наблюдается ночью. Авторами проанализировано три случая аномального суточного хода КПО и сделаны выводы, что аномальный суточный ход приземного озона – это следствие быстро меняющейся синоптической ситуации при прохождении через территорию серии холодных фронтов и фронтов окклюзии. Вторичные максимумы в суточном ходе приземного озона часто можно объяснить местными условиями. Ночные условия значительно разнятся как по месту (в прибрежных районах значительно выше), так и по высоте – на холме в 40 метров (Молетай) значение КПО не опускалось ниже 20 мкг/м^3 , хотя в других пунктах опускалось почти до нуля. Изменение концентраций аэрозоля в 10 – 20 раз вызывало рост КПО только в 1,3 – 1,6 раза. Изменения КПО

зависят не только от крупномасштабных изменений поля концентрации озона и метеорологических условий, но и в значительной мере и от географического местоположения пункта измерения. Условий для образования смога в Литве в начале 80-х годов прошлого столетия не было [13, 14]. Однако по данным последних лет, эти условия в Литве стали иметь место, и КПО в ряде случаев стал превышать уровень 180 мкг/м^3 [4]. Таким образом, характер вариаций КПО в Тбилиси во многом схож с вариациями КПО в указанных выше регионах (суточный и дневной ход, время наступления максимума, наличие положительного тренда и др.). В то же время, в указанных выше регионах (Москва, Литва и др.), в последнее время КПО фиксируется значительно выше, чем в Тбилиси. Возможно это связано с различной методикой измерений (оптические озонметры значительно чувствительнее электрохимических). Кроме этого, измерения в Тбилиси проводились в одном месте, на уровне 10-го этажа, в здании Института геофизики и по этим измерениям нельзя судить об абсолютных значениях КПО в различных районах города на уровне роста человека. Учитывая тот факт, что по данным Бритаева пространственные вариации в Москве достигали 30 – 40% [11], можно полагать, что такая же ситуация наблюдается и в Тбилиси. Поэтому, в дальнейшем было бы желательно провести картирование города Тбилиси и его окрестностей по уровням КПО и провести сравнительный анализ этих уровней с КПО, измеренными из здания Института геофизики. С учётом результатов работы [20], в которой были исследованы корреляционные связи между дневными значениями КПО в Тбилиси и Телави в 2002 году, с большой долей вероятности можно утверждать, что между указанными выше значениями КПО будет наблюдаться достаточно высокая корреляционная связь, и по данным измерений в одной точке, с учётом метеорологических условий, можно будет судить о содержании озона в различных районах города Тбилиси и его окраинах. Подобная работа была бы весьма полезна в плане экологического мониторинга негативно влияющих на биосферу уровней КПО.

Литература

1. ხარჩილავა ჯ., ჩიხლაძე ე., ხარჩილავა მ. მიწისძვრა ჰაერში ოზონის კონცენტრაციის ცვალებადობა თბილისისა და სოფლის პარკებში. პიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები. 2002. ტ. 108. გვ. 50 – 58.
2. Directive 2002/3/EC of the European Parliament and of the council of 12 February 2002 relating to ozone in ambient air. Official Journal of the European Communities. 2002. 9.3. L67/14-L67/30.
3. 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.
4. Girgzdene R., Girgzdis A. The Estimation of the Ozone Level in the Health-Resort and Recreation Areas of Lithuania During 1989-2002. Сб. докл. 3-ей Межд. конф. "Состояние и охрана воздушного бассейна и водно-минеральных ресурсов курортно-рекреационных регионов", Кисловодск, 21-24 апреля 2003. С. 20-21.
5. Hjellbrekke A.G., Solberg S. Ozone measurements 2000ю Norwegian Institute for Air Research: Kjeller. EMEP/CCC-Report 5. 2002
6. <http://www.epa.gov/airnow>.
7. Kharchilava D., Amiranashvili A., Amiranashvili V., Chikhladze V., Gabedava V. Long-term variations of atmospheric ozone in Georgia and their connection with human healthю Proc. I International conference on Ecology and Environmental management in Caucasus. Tbilisi, Georgia, 6 – 7 October 2001. Foundation "Caucasus Environment". Tbilisi. 2001. PP. 80 – 82.
8. Senik, I.A., Elansky, N.F. Surface Ozone Concentration Measurements at the Kislovodsk High-Altitude Scientific Station: Temporal Variations and Trend, ФАО. 2001. Vol. 37. Suppl. 1. PP. S110-S119.
9. Арабов А.Я., Белоглазов М.И., Еланский Н.Ф., Карпечко А.Ю., Кортунова З.В., Кузнецов Г.И., Поволотская Н.П., Сеник И.А., Тарасова О.А. Особенности вариаций концентрации приземного озона над европейской частью России/ «Физические проблемы экологии (экологическая физика)» . Сборник научных трудов. Москва, МАКС Пресс. 2002. №9. С.56-69
10. Беликов И.Б., Егоров В.И., Еланский Н.Ф., и др. Положительные аномалии приземного озона в июле-августе 2002 г. в Москве и её окрестностях. Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2004. Т.40. № 1. С. 75-86.
11. Бритаев, А.С., Фарапонова Г.П. Особенности распределения концентрации озона в нижних слоях атмосферы. Рабочее совещание по исследованию атмосферного озона Тбилиси, 23 – 27 ноября 1981 г. Тбилиси, Мецниереба. 1982.

12. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 (от 25.06.03) "Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест".

13. Гиргждене Р.В., Гиргждис А.Ю. Пространственно-временные изменения концентрации озона на территории Литвы. Атмосферный озон. Труды VI Всесоюзного симпозиума. Ленинград, 15 - 17 мая 1985. 1987. С.134- 139.

14. Гиргждене, Р.В., Шоплаускас К.К., Гиргждене А.И. О ночных максимумах озона в приземном слое атмосферы, Рабочее совещание по исследованию атмосферного озона. Тбилиси, 23 - 27 ноября 1981. Тбилиси, Мецниереба. 1982.

15. Грасник К.Х., Харчилава Дж.Ф. Измерение приземного озона в Алазанской долине и Тбилиси. Рабочее совещание по исследованию атмосферного озона Тбилиси, 23 - 27 ноября 1981. Тбилиси, Мецниереба. 1982.

16. Котельников С.Н., Милев В.А., Саханова В.В., Янгуразова Л.Р Проблема тропосферного озона в Москве и Московской области. Влияние озона на растения и здоровье человека, <http://ozon-opasno.narod.ru/Sci-ozon.htm>.

17. Сеник И. А. - Озон в атмосфере над горными районами Северного Кавказа, Автореферат диссертации на соискание. уч. степ. канд. физ.-мат. наук. Москва. ИФА РАН, 2004. С. 1-34

18. Харчилава Д.Ф., Амиранашвили А.Г. Исследование вариаций атмосферного озона в Грузии. Результаты исследований по международным геофизическим проектам. Москва, МГК. 1988. С. 1-114.

19. Харчилава, Дж.Ф., Амиранашвили А.Г., Локапишвили М.Г. Временная вариация концентрации приземного озона в городской и сельской местности . Труды симпозиума «Взаимосвязь региональных и глобальных процессов в атмосфере и гидросфере. Тбилиси, 15 - 18 ноября 1988. Тбилиси, Мецниереба. 1988.

20. Харчилава Дж.Ф., Амиранашвили А.Г., Чихладзе В.А. Некоторые результаты исследований концентрации приземного озона в Рунспირи и Тбилиси в 2002 году. Сб. докладов 3-ей Межд. конф "Состояние и охрана воздушного бассейна и водно-минеральных ресурсов курортно-рекреационных регионов". Кисловодск. 21-24 апреля 2003. С. 37 - 38.

21. Чихладзе В.А. Результаты исследований вариаций концентрации приземного озона в Тбилиси в 1984-2003 гг. Труды Ин-та геофизики АН Грузии. 2004.Т. 58 С. 182-186.

დ. თბილისში მიწისპირა ოზონის საშუალო საათობრივი კონცენტრაციის განმეორადობის ვარიაციები

ჩიხლაძე ვ., ხაზარაძე კ., ჭელიძე ლ.

რეზიუმე

განხილულია ქ. თბილისში 1980 - 2003, 1980 - 1991 და 1992 - 2003 წლებში მოკის საშუალო საათობრივი მნიშვნელობების განმეორადობის ცვალებადობის საკითხი წელიწადისთვის, ციე და თბილ ნახევარწლისთვის. განხილულია აგრეთვე ადამიანის ჯანმრთელობაზე და აგრეთვე მცენარეებზე ნეგატიურად მოქმედ მოკის განმეორადობის დინამიკა მოკის ისეთ მნიშვნელობებისთვის, რომელიც მოქმედ ზღვრულ დასაშვებზე მალალია.

ВАРИАЦИИ ПОВТОРЯЕМОСТИ СРЕДНЕЧАСОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА (КПО) В ТБИЛИСИ

Чихладзе В.А., Хазарадзе К.Р., Челидзе Л. Т.

Реферат

Изучена изменчивость повторяемости среднечасовых значений концентрации приземного озона (КПО) в Тбилиси в 1980 - 2003, 1980 - 1991 и 1992 - 2003 гг. за год, тёплое и холодное полугодия. Рассмотрена динамика повторяемости КПО выше предельно допустимых значений, негативно действующих на здоровье человека и растения.

CHANGEABILITY OF THE MEAN DIURNAL AND HOUR VALUES OF THE SURFACE OZONE CONCENTRATION IN TBILISI IN 1980 - 2003

Chikhladze V. , Khazaradze K., Chelidze L.

Abstract

The changeability of the repetition of average-hourly values of surface ozone concentration (SOC) in Tbilisi in 1980 - 2003, 1980 - 1991 and 1992 - 2003 in the year, the warm and cold half-years is studied. The dynamics of repetition SOC above the maximum permissible values, which negative act on the health of man and plant, it is examined