

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В ГОРОДСКИХ И СЕЛЬСКИХ УСЛОВИЯХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕЗОНА И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

Харчилава Дж.Ф.

Институт геофизики им. М.Нодиа

Согласно современным представлениям, Земля окружена озоновым слоем, толщина которого составляет в среднем около 3 мм (эта толщина соответствует температуре 0°C и давлению 760 мм.рт.столба). Толщина слоя может меняться в пределах от 1.5 до 4.5 мм в зависимости от места, сезона и метеорологических условий. Концентрация озона меняется в зависимости от широты и метеорологических условий.

Атмосферный озон (O_3) возникает вследствие диссоциации молекулярного кислорода (O_2) при поглощении им коротковолнового излучения короче 200 нм и последующей рекомбинации с атомарным кислородом (O). Соотношение между атомарным кислородом и молекулярным с высотой растёт и наилучшие условия для возникновения озона создаются на высоте порядка 50 км над поверхностью Земли. Одновременно с возникновением, происходит и процесс разложения озона – а это в основном происходит при поглощении озоном той части ультрафиолетового излучения (максимум – 255 нм), которая не проникает ниже уровня 20 км. Озон быстро расходуется при взаимодействии с парами воды и атмосферными аэрозолями, в результате чего ближе к поверхности Земли содержание озона в воздухе падает и оптимальная высота, на которой фиксируется максимальная концентрация озона, составляет в среднем 20 – 22 км.

Содержание озона в атмосфере, по сравнению с основными газовыми составляющими, очень незначительно (приведённая толщина слоёв азота и кислорода составляет соответственно 6200 и 1560 м). Несмотря на это, значение озона трудно переоценить. В частности, озон ограничивает доступ коротковолновой части спектра Солнечного излучения к поверхности Земли и полностью поглощает Солнечное излучение короче 290 нм, которое могло привести к уничтожению всего живого на планете. Биологически активное излучение Солнца в диапазоне 290 – 330 нм отфильтровывается озоном.

Озон также обладает способностью поглощать излучение в инфракрасной области спектра (с максимумом 9.5 мкм), которое близко к максимуму излучения Земли. Вследствие этого, примерно 20% излучения Земли поглощается озоновым слоем. Это оптическое свойство озона и определяет активную роль озона в радиационном балансе и определяет тепловой режим стратосферы на высотах 30 – 60 км [7].

За миллионы лет развития, жизнь на Земле приспособилась к определённому уровню озона в атмосфере. Однако, во второй половине двадцатого века обнаружилось, что определённые области человеческой деятельности могут вызвать загрязнение стратосферы и, вследствие этого, значительное сокращение содержания озона.

Содержание озона в атмосфере и его вертикальное распределение тесно связано с метеорологическими параметрами. В частности, при вторжении «холодного» фронта, приближении «струйного» течения, при нисходящих потоках, во время сильных ветров и гроз в атмосфере возрастает количество озона, а при «тёплых» фронтах, при восходящих потоках, при задерживающих слоях вертикального перемещения воздуха, загрязнение воздуха аэрозолями вызывает уменьшение количества озона в атмосфере. Эти данные об озоне можно применить для прогнозирования погоды [1. 2. 3].

Кроме вышеперечисленных причин, озон в атмосфере образуется и распадается в результате химических реакций между различными малыми газовыми примесями. Поэтому процессы его образования и распада определяются их концентрациями. Большое влияние на распад озона оказывают реакции с соединениями, содержащими водород, азот и хлор. Особо надо отметить тот факт, что в результате деятельности человечества, в последние десятилетия резко возросло количество выбросов в атмосферу таких веществ, которые в большом количестве содержат вышеупомянутые соединения. Из антропогенных веществ, самыми опасными для распада озонового слоя являются окись и двуокись азота (которые попадают в атмосферу в результате действия авиации и применения азотных удобрений); соединения хлора, основным поставщиком которого являются фреоны, широко применяемые в холодильном деле и в аэрозольных упаковках.

В тропосфере концентрация озона низкая и составляет примерно 8 – 16 % от общего содержания озона. Несмотря на это, изучение тропосферного озона представляет значительный практический и научный интерес, т.к. он представляет составную часть той среды, в которой живёт человек и развивается жизнь. Согласно современным данным, тропосферный озон в основном перетекает из стратосферы (где он образуется в результате воздействия Солнечной радиации). Во второй половине минувшего века выяснилось, что в тропосфере существуют также другие источники образования озона. В частности, развитие промышленности и автотранспорта в городах вызывает особенно сильное загрязнение атмосферы, в котором принимает участие и озон. Установлено, что в выхлопных газах при воздействии солнечного излучения происходят разнообразные фотохимические реакции, в процессе которых происходит образование озона. При определённых условиях в крупных городах образуется так называемый фотохимический смог – густой дым, в котором концентрация озона при наличии солнечной радиации составляет 1 мг/м^3 . Если в чистой атмосфере при яркой солнечной погоде концентрация приземного озона (КПО) составляет в среднем 30 – 40 мкг/м^3 , то во время смога величина КПО возрастает примерно в 30 раз, что является опасной для жизни. Такая концентрация повреждает дыхательные органы и глаза человека, наносит значительный ущерб растительности и животному миру, оказывает вредное воздействие на промышленность – вызывает коррозию, разрушает резиновые изделия и т.п. Впервые такие смоги были замечены в США, в Лос-Анджелесе, а в настоящее время отмечаются и во многих других городах Европы и Азии [4, 5, 6]. В нормальных условиях сравнительно высокая концентрация озона наблюдается в наземных слоях, а в неиндустриальных районах, при определённых метеорологических условиях (грозовая деятельность, холодные полярные «фронты», сильные ветры). Такая высокая концентрация озона отрицательно действует почти на все сельскохозяйственные культуры, особенно в период вегетации и вызывает резкое падение урожайности. К примеру, во Флориде (США) установили, что повышенная концентрация озона во время грозовых процессов причиняет значительный ущерб сигарным сортам табака и плантациям других культур (пшеница, томаты и т.д.). С целью предотвращения ущерба подбирали такие сорта растений, период вегетации которых приходился на сроки до или после сезона гроз.

Для живых организмов вредна не только высокая концентрация озона, но и низкая. Дело в том, что озон обладает выраженными дезинфицирующими свойствами (уничтожает бактерии), поэтому, во время низкой его концентрации в воздухе, проявляются различные заболевания, как у людей, так и у растений и животных. Концентрация ниже нормальной встречается в тропосфере в условиях существования температурной инверсии, когда вертикальные обменные процессы в воздухе ослаблены или полностью прекращены. В таких условиях перенос озона из стратосферы в нижние слои атмосферы не происходит. Его концентрация резко падает и иногда даже достигает нулевого значения.

Получение озона можно и искусственным путём: при помощи электрических разрядов, облучением ультрафиолетом, лазерным излучением и химическими реакциями. Искусственный озон применяется в медицине, промышленности (металлургия), в водоснабжении (для дезинфекции питьевой воды), в сельском хозяйстве (для сохранения продуктов) и т.д.

Изучение отдельных вопросов, связанных с озоном, в Институте геофизики АН ГССР началось с 1964 года и продолжается до настоящего времени.

Целью данной работы является установление характера изменчивости КПО в двух районах г. Тбилиси (Делиси и Академгородок) и в селе Руиспири (Телавский район) в разные сезоны и в условиях различной погоды. Измерение КПО проводились в Академгородке (на десятом этаже здания Института геофизики), в Делиси (на шестом этаже здания на территории отдела космических лучей) и в селе Руиспири, на территории экспериментального полигона Института геофизики, на втором этаже. Измерения проводились в период 2003 – 2006 годов.

На этих трёх пунктах было проведено исследование изменчивости КПО в разные сезоны и в условиях семи типов погоды. Типы погоды следующие: 1 – полностью или преимущественно безоблачное небо, штиль; 2 - полностью или преимущественно закрытое облаками небо, штиль; 3 - полностью или преимущественно безоблачное небо, северо-западный ветер; 4 - полностью или преимущественно закрытое облаками небо, северо-западный ветер; 5 - преимущественно или полностью безоблачное небо, юго-восточный ветер; 6 - полностью или преимущественно закрытое облаками небо, юго-восточный ветер; 7 – полная облачность, дождь (обложной), туман, снег, штиль или слабый веторок. Были изучены изменения КПО всех типов погоды в разные сезоны года (весна, лето, осень, зима).

На рис. 1 представлено изменение КПО во время всех четырёх сезонов для всех семи типов погоды для Тбилиси (Делиси). Как видно из этого рисунка, наибольшие значения КПО в Делиси наблюдаются весной, а самые низкие значения – осенью. Из этого рисунка видно также, что во время ясной, безоблачной погоды, КПО всегда выше, чем во время облачной погоды. Наибольшее значение КПО наблюдалось весной во время погоды третьего типа, когда среднее значение КПО достигает величины 50 мкг/м^3 . Самое низкое значение КПО наблюдалось во время погоды второго типа и составляет величину порядка 4 мкг/м^3 .



Рис.1 Изменение КПО для Тбилиси (Делиси)

На рис.2 представлено изменение КПО во время всех четырёх сезонов для всех семи типов погоды для Тбилиси (Академгородок). Из этого рисунка видно, что во время всех семи типов погоды, наибольшее значение КПО наблюдается весной, а минимальные значения – осенью. Весной наибольшее значение КПО наблюдается во время погоды первого типа и составляет величину порядка 58 мкг/м^3 , а наименьшее значение наблюдается во время погоды седьмого типа осенью и составляет 4 мкг/м^3 .



Рис.2 Изменение КПО для Тбилиси (Академгородок)

На рис. 3 представлено изменение КПО во время всех четырёх сезонов для всех семи типов погоды для села Руиспири. Из этого рисунка также следует, что для всех семи типов погоды, наибольшее значение КПО наблюдается весной, а минимальные значения – осенью. Весной наибольшее значение КПО наблюдается во время погоды третьего типа и составляет величину порядка 73 мкг/м³, а наименьшее значение наблюдается во время погоды седьмого типа осенью и составляет 24 мкг/м³.

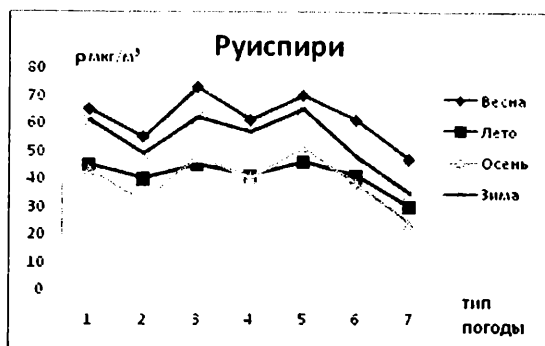


Рис.3 Изменение КПО для села Руиспири

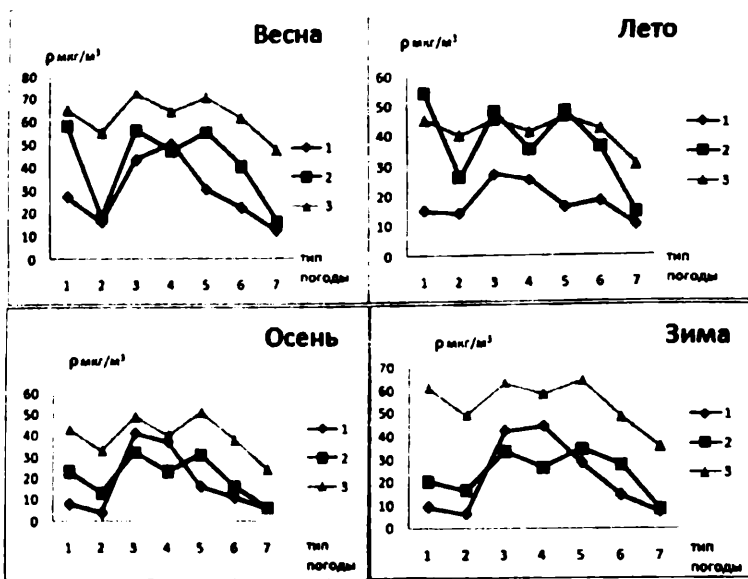
Сравнение рис.1 и рис.2 с графиками на рис. 3 показало, что весной для всех семи типов погоды, значение КПО в Руиспири выше, чем в Тбилиси (и Делиси, и Академгородок). Это объясняется тем, что воздух в Руиспири для всех семи типов погоды чище, чем в Тбилиси и поэтому озон, перенесённый турбулентностью из стратосферы и образовавшийся во время грозных процессов, тратится здесь менее интенсивно, чем в городе. В Тбилиси (Академгородок) в летний сезон для всех типов погоды величина КПО больше, чем в Делиси или Руиспири, что указывает на то, что в Академгородке в летний период происходит образование озона в результате фотохимических реакций ввиду высокого уровня загрязнённости воздуха.

Высокое значение КПО в весенний период в Делиси и Руиспири наблюдается во время погоды третьего типа, когда озон интенсивно перекачивается турбулентностью из верхних слоёв. В Академгородке высокое значение КПО наблюдается во время погоды первого типа, когда в приземном слое наблюдается интенсивное образование озона посредством фотохимических реакций. Кроме этого, весной в Академгородке наблюдается высокое значение КПО во время погоды третьего и пятого типов, когда концентрация растёт в результате турбулентного переноса озона из верхних слоёв. Из рис. 2 видно, что во время погоды первого и второго типов, разница величин КПО довольно значительна, что обусловлено тем, что во время погоды первого типа в Академгородке происходит образование озона посредством фотохимических реакций, тогда, как во время погоды второго типа происходит интенсивный распад из-за высокой влажности и высокой загрязнённости воздуха.

В летний сезон величина КПО в Делиси и Руиспири намного ниже, чем в Академгородке, что обусловлено как турбулентным переносом, так и фотохимическими реакциями на фоне высокой загрязнённости воздуха.

Величина КПО в Руиспири осенью, почти для всех типов погоды выше, чем в Академгородке и Делиси, что обусловлено тем, что воздух в Руиспири намного чище, чем в Тбилиси и расход перенесённого турбулентностью озона намного меньше, чем в приземном слое в Тбилиси. В Тбилиси, в Академгородке озон фотохимическим путём не образуется из-за низкого уровня Солнечной радиации, а в результате высокого уровня загрязнённости воздуха происходит его интенсивный распад.

В зимний период в Тбилиси (Делиси, Академгородок) почти для всех семи типов погоды величина КПО ниже, чем в Руиспири, что обусловлено большим уровнем загрязнённости воздуха и низким уровнем солнечной радиации.



На рис.4 представлена изменчивость величины КПО в Тбилиси (Делиси и Академгородок) и Руиспири весной для всех семи типов погоды. Как видно из этого рисунка, наибольший уровень концентрации приземного озона для всех семи типов погоды наблюдается в Руиспири, а наименьший – в Делиси. Весной турбулентный перенос озона из высоких слоев значителен. Вследствие того, что воздух в Руиспири чище, чем в Тбилиси, расход озона там меньше. В Академгородке, во время погоды первого типа, величина КПО примерно в два раза ниже, чем в Делиси. Причиной этого считаем образование озона в результате фотохимических реакций на фоне смогового загрязнения воздуха. Во время погоды второго типа, в Делиси и Академгородке КПО низкая и величина их почти одинакова. В это время, из-за недостаточности солнечной радиации, образование озона в результате фотохимических реакций не происходит. Во время погоды третьего и пятого типов величина КПО в Академгородке опять выше благодаря фотохимическому озону.

Зимой, во время погоды первого, третьего и пятого типов, величина КПО в Академгородке выше, чем в Руиспири и Делиси. Основной причиной этого является образование фотохимического озона в Академгородке. Величина КПО в Делиси намного ниже, чем в Руиспири, так как в Делиси приземный воздух намного более загрязнен и расход озона там происходит интенсивнее. Образование фотохимического озона в Делиси не происходит ввиду низкого уровня загрязнённости воздуха.

Осенью наибольшая концентрация озона наблюдается в Руиспири, т.к. воздух там чище, чем в Делиси и Академгородке, вследствие чего расход озона ниже. Также во время погоды третьего и четвертого типов величина КПО в Делиси выше, чем в Академгородке, так как уровень загрязнённости воздуха в Делиси ниже, чем в Академгородке, а там фотохимический озон не образуется ввиду недостатка солнечной радиации.

На рис 4 представлена также изменчивость величины КПО во всех трёх пунктах в зимний период для всех семи типов погоды. Как видно из этого рисунка, величина КПО в Делиси и Академгородке, вследствие высокого уровня загрязнения и недостаточного уровня солнечной радиации, значительно меньше, чем в Руиспири для всех семи типов погоды. Аналогично осени, зимой, во время погоды третьего и четвертого типов, величина КПО в Делиси выше, чем в Академгородке.

Из рис.4 видно также, что зимой и осенью для первого, второго, пятого и шестого типов погоды уровень КПО в Академгородке выше, чем в Делиси. Возможно, это вызвано образованием фотохимического озона в Академгородке, на фоне высокого уровня загрязнённости воздуха.

Из рассмотрения вышеуказанных рисунков видно, что во время ясной безоблачной погоды (первый, третий и пятый типы погоды), уровень КПО во всех трёх пунктах выше, чем во время облачной погоды (погоды второго, четвёртого, шестого и седьмого типов).

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующее заключение:

1. в изменчивости КПО главными факторами являются уровень загрязнённости атмосферы, влажность воздуха и уровень солнечной радиации;
2. из рассмотренных трёх пунктов самым загрязнённым является слой приземного воздуха в Академгородке, а самым чистым – в Руиспири;
3. образование озона фотохимическими реакциями происходит только в слое приземного воздуха на территории Академгородка.

Литература

1. Гущин Г.П. Озон и аэросиноптические условия в атмосфере. – Л.: Гидрометеиздат, 1964, 341 с.
2. Харчилава Дж.Ф. Об изменениях содержания озона в приземном слое в Тбилиси в связи с некоторыми метеорологическими процессами. – I Республиканская научно-техническая конференция в области охраны окружающей среды: Тез.докл. – Тбилиси, 2-4 июня 1983, с.28.
3. Хргиан А.Х. Физика атмосферного озона. – Л.: Гидрометеиздат, 1973, 291 с.
4. Elichegara Christian. Problemes lies a l ozone tropospherique effect de serre pluies acides etc-pollutatmos, 1990. 32. № 128, p. 427-430.
5. Janach Walter E. Surface ozone trend details seasonal variation and interpretation. S. Geophys. Res. D. 1989 – 94 №15. p.18289–18295.
6. Rley Diter. Ozon als klimafaktor. - AGF Forschungsten Fusion. 1989. №2 p. 8-9.
7. Manabe S., Stickler. Atmos. Sci. 1964, 21, № 4. p. 361.

**მიწისპირა ოზონის კონცენტრაციის ცვალებადობა ძალაძსა და სოფელში
სხვადასხვა ამინდისა და სეზონის პირობებში**

ხარჩილავა ჯ.

რესიუმე

ჩატარებულია მიწისპირა ოზონის კონცენტრაციის ცვალებადობის გამოკვლევა ქალაქისა და სოფლის მიწისპირა პაერში სხვადასხვა ამინდისა და სეზონის პირობებში. დადგენილია, რომ მიწისპირა ოზონის კონცენტრაციის ცვალებადობაში მთავარი ფაქტორებია ატმოსფეროს გაჯუჭვიანების დონე, პაერის სინოტივე და შის რადიაციის სიდიდე. ყველაზე ძლიერად გაჯუჭვიანებულია აკადემქალაქის პაერი, ხოლო ყველაზე სუფთაა რუისპირში. ფოტოქიმიური ოზონი წარმოიქმნება მხოლოდ აკადემქალაქში გაზაფხულზე და ზაფხულში რუისპირში, მაღალი კონცენტრაციის ოზონი გაზაფხულზე და ზამთარში. მოღრუბლული ამინდის დროს ყველაზე მაღალი კონცენტრაციის ოზონი დაიკვირება რუისპირში გაზაფხულზე, ხოლო ყველაზე დაბალი აკადემქალაქში).

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В ГОРОДСКИХ И СЕЛЬСКИХ УСЛОВИЯХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕЗОНА И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

Харчилава Дж.Ф.

Реферат

Проведено исследование изменчивости концентрации приземного озона (КПО) в приземном воздухе в городе и в сельской местности при разных погодных условиях в разные сезоны. Установлено, что основными факторами являются: уровень загрязнённости атмосферы, влажность воздуха и уровень солнечной радиации. Самый загрязнённый воздух в Академгородке, а самый чистый – в Руиспири. Фотохимический озон образуется только на территории Академгородка и только в весенний и летний сезоны. В Руиспири сравнительно высокая концентрация озона наблюдается весной и зимой. При облачности самая высокая концентрация озона наблюдается в Руиспири весной, а самая низкая в Академгородке

CHANGING SURFACE OZONE CONCENTRATION IN CITY AND COUNTRY IN DEPENDENCE ON SEASON AND WEATHER CONDITIONS

Kharchilava J.

Abstract

Investigation of ground ozone at the surface air in the city and country under different weather conditions for different seasons has been carried out. It has been established that the main factors are: atmosphere pollution's level, air humidity and level of solar radiation. The most polluted air is in Akademgorodok, the most pure air is in Ruispiri. Photochemical ozone is formed only at the territory of Akademgorodok and only in spring and summer seasons. In Ruispiri relatively high ozone concentration is watched in spring and winter. In cloudiness the most high ozone concentration is watched in Ruispiri in spring, but the most low in Akademgorodok.