

## СУТОЧНАЯ И ГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В СЕЛЕ РУИСПИРИ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ПОГОДЫ

Харчилава Дж. Ф., Кекенадзе Э., Багашвили Н.

*Институт геофизики им. М.З. Нодиа, 0193, Тбилиси, ул. М. Алексидзе, 1*

Атмосферный озон ( $O_3$ ) возникает вследствие диссоциации молекулярного кислорода ( $O_2$ ) и поглощения радиации с длиной волны менее 200 нм и последующей рекомбинации с атомарным кислородом (O). Соотношение атомарного и молекулярного кислорода растёт с высотой и наилучшие условия (когда имеется достаточное количество атомарного и молекулярного кислорода) возникают на высоте порядка 50 км. Одновременно с возникновением озона происходит и процесс его распада. А это происходит в основном при поглощении той ультрафиолетовой части спектра (максимум – 255 нм), которая не проникает ниже 20 км. Озон быстро расходуется при взаимодействии с водяным паром и атмосферным аэрозолем, вследствие чего содержание озона по направлению к земле уменьшается и оптимальная высота, где может быть зафиксирована максимальная концентрация, составляет в среднем 20 – 22 км. Толщина слоя озона в атмосфере составляет около 3 мм (приведённая толщина при  $O^\circ C$  и давления 760 мм рт. столба). В зависимости от места, сезона и метеорологических условий толщина слоя может меняться от 1,5 до 4,5 мм.

Содержание озона в атмосфере, по сравнению с основными составляющими газами, сравнительно малое (приведённая толщина азота и кислорода составляет соответственно 6200 и 1560 м). Несмотря на это, значение озона очень велико. В частности, озон препятствует проникновению коротковолновой части спектра солнечного излучения к поверхности земли и полностью поглощает спектр солнечного излучения короче 290 нм, существование которого уничтожило бы жизнь на Земле. Биологически активное излучение в диапазоне 290 – 330 нм фильтруется атмосферой. Озон обладает также способностью поглощать радиацию в инфракрасной области спектра (максимум – 9,5 мкм), которая близка к максимуму земного излучения. Вследствие этого примерно 20% земного излучения поглощается озоновым слоем. Это свойство озона определяет его активную роль в радиационном балансе Земли и определяет тепловой режим стратосферы на высоте 30–60 км [1].

Содержание озона в атмосфере тесно связано с метеорологическими параметрами, с атмосферными процессами. В частности, при вторжении холодных фронтов, при приближении струйных течений, при сильных ветрах и грозах в атмосфере растёт содержание озона, а при прохождении тёплых атмосферных фронтов, восходящих потоках воздуха, при наличии задерживающих вертикальные перемещения слоёв, загрязнение атмосферы аэрозолями вызывает уменьшение содержания озона. Эти данные об озоне могут быть использованы для прогноза погоды [2-4].

Кроме вышеуказанных причин, озон в атмосфере образуется и распадается вследствие химических реакций между разными малыми газовыми примесями, поэтому эти процессы зависят от концентрации этих газов. Большое влияние на процессы распада озона оказывают реакции с соединениями азота и хлора. Особо надо отметить то явление, что в последние десятилетия резко возрос выброс в атмосферу таких веществ, которые в значительном

количестве содержат вышеупомянутые элементы. Из загрязнителей атмосферы наиболее опасны для озона окись и двуокись азота (выделяются авиацией и при использовании азотных удобрений), а также соединения хлора, в основном фреоны (применяются в холодильном деле и в аэрозольных упаковках).

Концентрация озона в тропосфере незначительна и составляет примерно 8 – 15 % от общего количества. Несмотря на это, изучение тропосферного озона имеет большое практическое и научное значение, т.к. тропосфера представляет собой составной элемент среды, где обитает человек и развивается живая природа. В тропосфере озон, в основном, перетекает из стратосферы, где возникает благодаря солнечной ультрафиолетовой радиации. Во второй половине прошедшего столетия было установлено, что в тропосфере существуют и другие источники озона. В частности интенсивное развитие промышленности и транспорта в городах вызывает сильное загрязнение, в котором участвует и озон. Было установлено, что в выхлопных газах, при действии солнечной радиации, происходят разнообразные фотохимические реакции, в результате которых образуется и озон. В крупных городах, при определённых метеорологических условиях образуется, так называемый, фотохимический смог – плотный дым, который содержит до 1 мг/м<sup>3</sup> озона при наличии солнечной радиации. Если в чистой атмосфере, в хорошую солнечную погоду, концентрация озона составляет примерно 30 -40 мкг/м<sup>3</sup>, то при смоге концентрация озона может повышаться примерно в 30 раз, что является опасной для жизни концентрацией. Она раздражает органы зрения и дыхания, наносит большой вред растениям и животным, оказывает вредное влияние на промышленность, вызывает коррозию, разрушает резиновые изделия и т.д. Впервые такой смог был зафиксирован в Америке, в Лос-Анжелесе, однако к настоящему времени замечен в ряде городов Европы и Азии [5-7].

Сравнительно высокий, по сравнению с нормальным, уровень озона наблюдается над поверхностью земли, даже в непромышленных районах при разных метеорологических условиях (грозовые процессы, холодные фронты, сильные ветры). Такая высокая концентрация озона отрицательно влияет почти на все сельскохозяйственные культуры, особенно в вегетационный период и вызывает значительное снижение урожайности. К примеру, во Флориде (США) установили, что повышенная во время грозовых процессов концентрация озона наносит серьёзный вред плантациям сигарного табака, пшенице, помидорам и т.п. Для снижения ущерба подбирали такие сорта растений, период вегетации которых опережает или запаздывает по отношению к периоду весенних гроз.

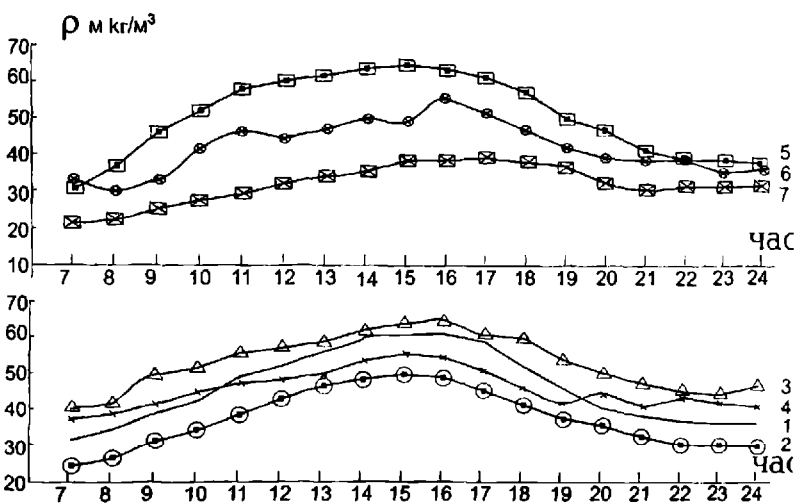
Для живых организмов вредна как повышенная, так и пониженная концентрация озона. Дело в том, что озон обладает сильным дезинфицирующим эффектом, поэтому при низком уровне озона в воздухе, проявляется ряд болезней как людей, так и животных и растений. Пониженная концентрация озона наблюдается в тропосфере при температурной инверсии в тропосфере, когда вертикальные процессы обмена воздуха ослаблены или полностью блокированы. В этих условиях перенос озона из стратосферы не происходит, концентрация озона резко падает и иногда становится равным нулю.

Изучение вариаций концентрации приземного озона в Институте геофизики им. М. С. Нодия началось в 1964 году и продолжается по настоящее время. Целью данной работы является изучение суточных и годовых вариаций концентрации приземного озона (КПО) в сравнительно чистой среде, в селе Руиспири Телавского района при разных погодных условиях. Для установления причин вариации КПО в 2003 – 2005 годах были проведены измерения концентрации озона, для чего был использован озонометр типа OMG-200 производства ГДР. Измерения проводились ежедневно с 7 утра до 24 часов. Параллельно проводились наблюдения за характеристиками погоды (облачность, осадки, скорость и направление ветра). По характеристикам погоды было выделено семь типов погоды:

- 1) полностью или преимущественно чистое небо, штиль или слабый ветерок ;
- 2) полностью или преимущественно облачное небо, штиль или слабый ветерок;
- 3) полностью или преимущественно чистое небо, северо-западный ветер;
- 4) полностью или преимущественно облачное небо, северо-западный ветер;

5) полностью или преимущественно чистое небо, юго-восточный ветер;  
 6) полностью или преимущественно облачное небо, юго-восточный ветер;  
 7) сплошная облачность, обложной дождь, снег, туман. При подборе указанных типов погоды было учтено, что преобладающее направление ветров в Восточной Грузии северо-западное и юго-восточное. Были рассмотрены суточные (7 – 24 ч) и годовые вариации КПО в условиях всех семи типов погоды.

На рис. 1 показана изменчивость средних суточных (7 – 24 ч) значений КПО для семи типов погоды за 2003 – 2005 годы в селе Руиспири. Как видно из этого рисунка, для всех типов погоды наблюдается максимальное значение в 15 - 16 часов и минимальное значение утром и ночью. КПО при первом типе погоды всегда выше, чем при втором типе. Причиной этого является высокая влажность, которая вызывает расход озона. КПО при третьем типе погоды всегда выше, чем при четвертом типе. И здесь причиной является высокая влажность при которой расходуется озон. Аналогично, при погоде пятого типа КПО выше, чем при погоде шестого типа. При погоде седьмого типа КПО меньше, чем при погодах всех других типов. Здесь также главной причиной является повышенная влажность.



Ри

с. 1. Изменчивость средних суточных (7 – 24 ч) значений КПО для семи типов погоды за 2003 – 2005 годы в селе Руиспири. Типы погоды: (см. в тексте)

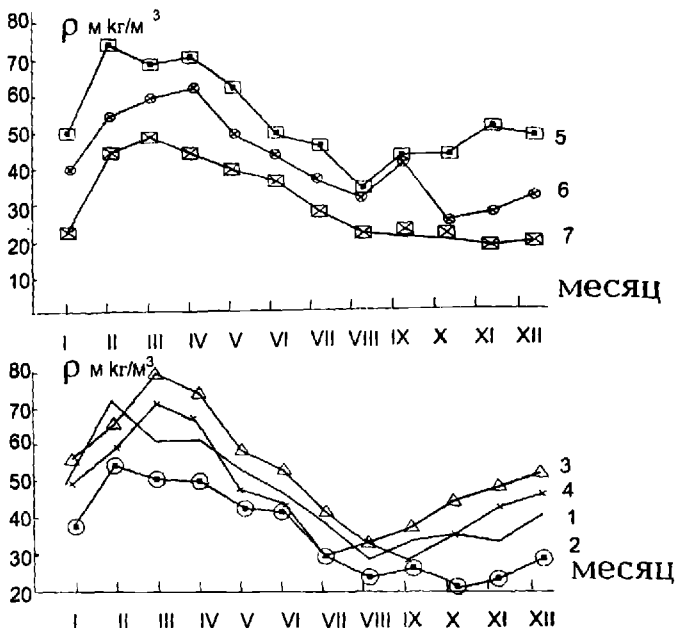


Рис. 2. Изменчивость средних годовых значений КПО для семи типов погоды за 2003 – 2005 годы в селе Руиспири. Типы погоды: (см. в тексте).

Из рассмотренных типов погоды наибольшее значение КПО отмечается при третьем и пятом типах погоды. Причиной этого, в основном, является скорость ветра и связанное с ним турбулентное перемещение воздуха, во время которого из верхних слоёв атмосферы переносится озон. При этом, воздух чист и менее влажен по сравнению с безветренной погодой, вследствие чего расход озона меньше. Максимум суточного хода КПО в 15 – 16 часов вызван ростом атмосферной циркуляции в указанные часы, во время которого перенос озона из верхних слоёв становится интенсивнее. С помощью рис. 1, если будем знать прогноз погоды, можем предсказывать прогноз КПО для данного региона по часам, что имеет большое практическое значение для биосферы.

На рис. 2 представлена изменчивость средних годовых значений КПО для семи типов погоды за 2003 – 2005 годы в селе Руиспири. Как видно из рис. 2, для всех рассмотренных типов погоды характерен годовой ход с максимумом весной и минимумом осенью. И в этом случае, наибольшие значения КПО наблюдаются при погодах третьего и пятого типов. Наибольшее значение КПО наблюдается в марте при погоде третьего типа, когда среднее значение КПО составляет  $75 \text{ мкг}/\text{м}^3$ . Для погоды пятого типа максимум наблюдается в феврале, когда среднее значение КПО составляет  $71 \text{ мкг}/\text{м}^3$ . Наименьшее значение КПО наблюдается при погоде седьмого типа, когда максимум среднего значения КПО наблюдается в марте и составляет  $48 \text{ мкг}/\text{м}^3$ , а минимум в ноябре –  $20 \text{ мкг}/\text{м}^3$ . С помощью рис. 2, если будем иметь прогноз погоды по месяцам, можем судить о прогнозе КПО для данного региона по месяцам, что имеет большое практическое значение для биосферы.

Из вышеприведённого исследования можно сделать вывод, что на вариацию КПО, в основном, действуют атмосферная радиация, турбулентность воздуха и влажность.

Полученные значения имеют большое практическое значение для биосферы, в частности для здоровья человека и сельского хозяйства.

### Литература

1. Manabe S., Stiekler. Atmos. Sci. 1964. 21. №4 PP. 361
2. Гушин Г.П. Озон и аэросиноптические условия в атмосфере – Ленинград, Гидрометеиздат. 1964. 341 с.
3. 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
4. Хргиан А.Х. Физика атмосферного озона. Ленинград, Гидрометеиздат. 1973. 291 с.
5. Elichegara Christian. Problemes lies a l ozone tropospherique effect de serre pluies acides ete – pollutatmos. 1990. 32. NO. 128. PP. 427 – 430.
6. Janach Walter E. Surface ozone trand detailseasonal variation and interpretation. J. Geophys. Res. D. 1989 – 94 NO. 15. PP. 18289 – 18295.
7. Kley Diter. Ozon als klimafaktor. AGF Forschungsten Fusion 1989. NO.2. PP. 8-9.

**მიწისპირა ოზონის კონცენტრაციის (მოკ) დღეღამური და წლიური ცვალებადობა სოფელ რუისპირში სხვადასხვა ამინდის პირობებში**

ხარჩილავა ჯ., კეკენაძე ე., ბაღაშვილი ნ.

### რეზიუმე

ჩატარებულია მიწისპირა ოზონის კონცენტრაციის დღეღამური და წლიური ცვალებადობის გამოკვლევა სოფელ რუისპირში სხვადასხვა ამინდის პირობებში. დადგენილია, რომ ყველა ტიპის ამინდების დროს მოკ-ის მაქსიმალური მნიშვნელობა დაიკვირვება 15-16 საათზე, ხოლო მინიმალური – დილით და საღამოს. ყველა განხილული ამინდის ტიპებისთვის დამახასიათებელია წლიური სვლა მაქსიმუმით გაზაფხულზე და მინიმუმით შემოდგომაზე. განხილული ამინდის შვიდი ტიპიდან მოკ-ის ყველაზე დიდი მნიშვნელობა დაიკვირვება ამინდის მესამე და მეხუთე ტიპის დროს, ხოლო მინიმალური მნიშვნელობა დაიკვირვება ამინდის მეშვიდე ტიპის დროს.

### **СУТОЧНАЯ И ГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В СЕЛЕ РУИСПИРИ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ПОГОДЫ**

Харчилава Дж. Ф., Кекенадзе Э., Багашвили Н.

### Реферат

Проведено исследование суточной и годовой изменчивости концентрации приземного озона в селе Руиспире в условиях различной погоды. Установлено, что для всех типов погоды наблюдается максимальное значение КПО в 15 - 16 часов и минимальное значение утром и ночью. Для всех рассмотренных типов погоды характерен годовой ход с максимумом весной и минимумом осенью. Из рассмотренных семи типов погоды, наибольшая величина КПО наблюдается при третьем и пятом типе погоды, а наименьшее значение наблюдается при седьмом типе погоды.

# DAILY AND ANNUAL VARIATION OF SURFACE OZONE CONCENTRATION (SOC) IN V. RUISPIRI UNDER DIFFERENT WEATHER CONDITION

Kharchilava J., Kekenadze E., Baghashvili N.

## Abstract

Investigation of daily and annual variation of surface ozone concentration in v. Ruispiri under different weather condition have been carried out. It was set that for all weather types SOC has maximum value at 15-16 o'clock and minimal – in the morning and night. For all weather type during all investigated years maximums are observed in Springs and minimums in Autumns. From 7 investigated weather type maximum SOC is observed for 3 and 5 weather types, and minimum SOC is observed at 7 type.