

## Длительные наблюдения приземных концентраций озона и окиси углерода в Восточной Сибири

В. Л. ПОТЕМКИН\*, О. Г. НЕЦВЕТАЕВА\*, Т. В. ХОДЖЕР\*, Н. АКИМОТО\*\*, Й. КАДЖИ\*\*, Р. ПОЧАНАРТ\*\*

*\*Лимнологический институт СО РАН  
664033 Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3*

*\*\*Исследовательский центр науки и технологии при Токийском университете*

### АННОТАЦИЯ

Представлены результаты длительных непрерывных наблюдений за приземными концентрациями озона и окиси углерода на вновь образованной станции фонового мониторинга в пос. Монды (Восточный Саян).

Изучение малых газовых составляющих атмосферы дает важную информацию для моделирования и предсказания будущего состояния земной климатической системы. Озон и окись углерода как основные "парниковые" газы представляют интерес и с биологической точки зрения из-за своей высокой токсичности и химической активности (по ГОСТу озон относится к веществам первого класса опасности). Проблема озона в настоящее время делится на две самостоятельные задачи. Первая задача – наблюдаемое уменьшение стратосферного озонового слоя ("озоновые дыры") и угнетающее воздействие жесткого ультрафиолетового излучения на биоту Земли. Вторая задача, не менее важная, связана с сильным окислительным действием озона не только на живые организмы, но и на окружающую среду, т. е. задача явно экологической направленности.

Стратосферный озон контролируется сетью наземных озонметрических станций и измерительными спутниковыми системами TOMS. В Сибирском регионе эти работы поставлены до-

статочно хорошо [1, 2]. Вопрос же тропосферного озона пока не выходит за рамки городских проблем. В отличие от стратосферного озона концентрации озона вблизи земной поверхности возрастают со скоростью 1–2 % в год [3]. Для приземной концентрации озона (ПКО) характерна большая пространственная и временная изменчивость. Если для городских условий рост и сток озона связаны с местными загрязнителями, то для фоновых районов в первый ряд выходят естественные причины. Несмотря на большой массив имеющихся данных, причины изменчивости ПКО остаются не ясными. Тем более что на территории Сибири пока нет постоянных длительных наблюдений за ПКО. Поэтому с 1996 г. начала работу фоновая озонная станция, организованная Российской академией наук совместно с Исследовательским центром науки и технологии при Токийском университете. Организация этой станции мониторинга вызвана необходимостью прояснить сезонную и суточную динамику ПКО в фоновых условиях континентального климата.

## МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Станция расположена на территории Саянской солнечной обсерватории Института солнечно-земной физики СО РАН в пос. Монды (Тункинская котловина, Восточный Саян, высота над ур. м. 2010 м). Ближайшие населенные пункты – в нескольких десятках километров от станции в долине, от крупных промышленных центров (Иркутск, Байкальск) она удалена более чем на 300 км и закрыта хребтами Хамар-Дабан и Восточным Саяном. Снабжается промышленным электричеством, каких-либо существенных собственных источников загрязнения атмосферы не имеет.

Измерения озона и окиси углерода в приземном слое атмосферы проводились с помощью озонметра 1006-АНJ (Direc Cooperation) и СО-анализатора 540 S (Kimoto Electric CO. Ltd.) с одномоментным осреднением. Погрешности приборов не превышают 10 %. Одновременно проводилась запись атмосферного давления и температуры воздуха в помещении, где находились приборы. Регистрация замеров полностью автоматизирована и производится на компьютере.

На этой станции в течение трех лет ведутся постоянные наблюдения за химическим составом аэрозолей. Показано, что по массовой концентрации и элементному составу аэрозолей ст. Монды может считаться фоновой для Восточной Сибири [4].

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В данной работе обсуждаются результаты непрерывных наблюдений за приземными концентрациями озона и СО. Основное внимание уделено сезонному циклу.

Среднемесячные величины концентраций и стандартные отклонения для озона и СО, наблюдаемые на ст. Монды с конца октября 1996 до февраля 1998 г., показаны на рис. 1. Можно заметить, что озон и СО дают максимум в весенний период и минимум – в летний. Судя по разбросу стандартной ошибки при низких концентрациях летом озон показывает высокую изменчивость (см. рис. 1). Самая низкая изменчивость наблюдается в зимний период. Для окиси углерода таких изменений не выявлено, в

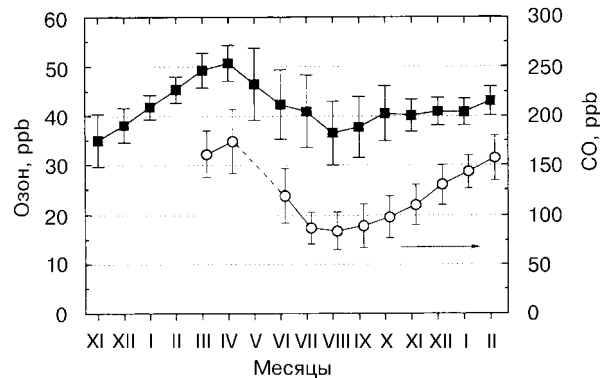


Рис. 1.

течение года изменчивость остается постоянной, за исключением весны из-за сильного влияния лесных пожаров. Максимум ПКО за год составил  $(50,7 \pm 3,6)$  ppb в апреле 1997 г., минимум –  $(36,5 \pm 6,5)$  ppb в августе 1997 г. Среднегодовое значение ПКО  $(41,4 \pm 5,0)$  ppb. Это значение несколько выше наблюдаемых в Европе 30–35 ppb [5]. Однако следует учитывать географическое положение ст. Монды. Сравнение данных станции с результатами измерений озона в чистых горных районах Европы и Америки показывает их сходство [6].

Для СО весенний максимум  $(166 \pm 28)$  ppb превышает в два раза летний минимум  $(86 \pm 18)$  ppb. Эти концентрации близки к фоновым значениям, которые получены для чистых мест Северного полушария [7]. Летний минимум приземных концентраций СО частично можно объяснить процессами разрушения при реакциях с ОН-радикалами, имеющими летом множественные естественные источники.

Следует упомянуть, что повышенная изменчивость в апреле–июне частично связана с меньшим количеством часов измерений из-за отключения электричества по причине пожаров.

На рис. 2 показаны изменения ПКО и СО за период 15–28 апреля 1997 г., когда вокруг станции отмечались лесные пожары. Резкие колебания СО вызваны сменой направления ветра в районе станции. Видно, что при ветрах северо-западного направления (пожары были в южном и восточном секторах) величины СО быстро восстанавливались. Сложнее дать объяснение колебаниям ПКО. Во время пожаров продуцируются те вещества, которые или по-

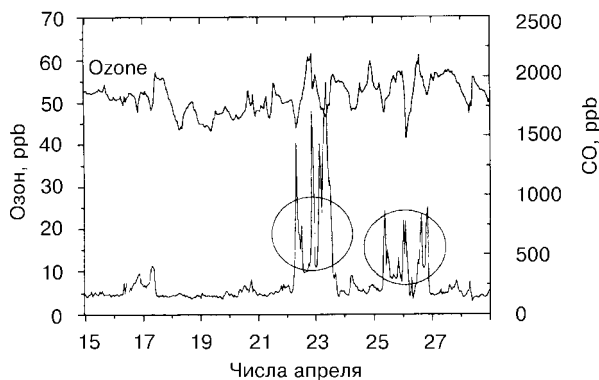


Рис. 2.

рождают фотохимический озон в последующие дни (22–23 апреля) – например, оксиды азота; или усиливают его сток (18 и 28 апреля) – тот же CO, углеводороды.

Автокорреляционная кривая для часовых концентраций озона в январе и для CO в течение всего года (за исключением дней с пожарами) была монотонно спадающей, что свидетельствует об отсутствии явных источников. В апреле и августе для озона кривые имели вторичный максимум при временном сдвиге 22–24 ч, что подразумевает постоянный источник (инсоляция), дающий послеполуденный рост ПКО.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя годовой ход ПКО, можно предположить, что ст. Монды характеризует чистую атмосферу над континентальными районами Евразии. В этом случае измерения ПКО могут стать своеобразным репером для контроля над глобальным содержанием приземного озона в этом обширном регионе. Первые комплексные работы по изучению динамики приземных концентраций озона и окиси углерода на фоновой ст. Монды должны быть расширены, необходимо исследовать и другие газовые компоненты и атмосферные осадки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Зуев, *Оптика атмосферы и океана*, 1996, **9**:9, 1171.
2. Г. А. Жеребцов, Э. С. Казимировский, В. Д. Кокоуров, В. В. Кошелев, Там же, 1255.
3. P. S. Low, P. M. Kelly, T. D. Davies, *Geophys. Res. Lett.*, 1992, **19**:11, 1117.
4. В. А. Оболкин, В. Л. Потемкин, Т. В. Ходжер, *Оптика атмосферы и океана*, 1998, **11**:6, 632.
5. T. Laurila и H. Lattila, *Atmos. Environ.*, 1994, **28**, 103.
6. D. Kley, H. Geiss, V. A. Mohren, *Ibid.*, 149.
7. P. C. Novelli, L. P. Steele, P. P. Tans, *J. Geophys. Res.*, 1992, **97**:20, 731.

## Long-term Observations on Perigeal Ozone and Carbon Monoxide Concentrations in East Siberia

V. L. POTEMKIN, O. G. NETSVETAYEVA, T. V. HOJER, N. AKIMOTO, Y. KAJI, R. POCHANART

Results of long-term continuous observations on perigeal concentrations of ozone and carbon monoxide at newly set-up background monitoring station in the settlement Mondy (The East Sayan) are presented.