

## РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА ОЗОНА В РАЙОНЕ ТОМСКА

М.Ю. Аршинов, Б.Д. Белан, Д.К. Давыдов, Д.Е. Савкин, Т.К. Складнева, Г.Н. Толмачев, А.В. Фофанов

### THE RESULTS OF LONG-TERM OZON MONITORING NEARBY TOMSK

M.Yu. Arshinov, B.D. Belan, D.K. Davydov, D.E. Savkin, T.K. Sklyadneva, G.N. Tolmachev, A.V. Fofonov

Приводятся результаты мониторинга озона в приземном слое воздуха в районе г. Томска. Обобщены данные по суточному, годовому и многолетнему ходу приземной концентрации озона (ПКО). Показано, что в регионе регулярно превышаются гигиенические нормативы среднесуточных и максимальных разовых предельно допустимых концентраций. На основе трехлетних измерений ПКО выявлены мезомасштабные особенности в ее динамике.

We present the results of the surface ozone monitoring nearby Tomsk using data on daily, annual and multi-year courses of surface ozone concentration (SOC). Health standards of daily average and maximum nonrecurrent permissible concentrations are shown to be regularly exceeded over this territory. Mesoscale peculiarities in SOC dynamics are found from 3-year measurements.

#### Введение

Тропосферный озон, особенно в приземном слое воздуха, непосредственно взаимодействует с живыми формами, обнаруживая свои токсические свойства. Он представляет собой вещество, относящееся к первому классу опасности. В больших концентрациях сильно угнетает жизнедеятельность растений и сложным образом действует на человеческий организм. Помимо воздействия на человека и растительность, озон является мощнейшим окислителем, разрушающим резину, каучук, окисляющим многие металлы, даже платиновой группы [Разумовский, Зайков, 1974].

#### Приборы и методы мониторинга

Непрерывный мониторинг состава воздуха, включая ПКО, начат в сентябре 1989 г. в Институте оптики атмосферы СО РАН в рамках проекта TOR (Tropospheric Ozone Research) Программы EUROTRAC. Затем измерения продолжались по проекту TOR-2 Программы EUROTRAC-2. Наблюдения за концентрацией озона продолжаются и в настоящее время по отечественным программам. Описание станции имеется в [Аршинов и др., 1999].

В 2004 г. был введен в эксплуатацию пост Березоречка.

ИОА СО РАН располагает также двумя обсерваториями. С 2006 г. начал работать пост на территории обсерватории «Фоновая» вблизи Киреевска. В 2007 г. измерения начались на базовом экспериментальном комплексе (БЭК).

На TOR-станции и обоих постах для измерения ПКО используется разработанный и изготовленный предприятием ЗАО «ОПТЭК» (Санкт-Петербург) хемиллюминесцентный озонометр (модель 3-02П), который регулярно калибруется с помощью генератора ГС-2 того же предприятия. На посту Березоречка установлен ультрафиолетовый озонометр DuLec-model-1150 (Япония).

Измерения ПКО ведутся непрерывно в круглосуточном режиме. Частота отсчетов в течение суток равна одному часу. Период осреднения каждого ежечасного отсчета составляет 10 мин.

Взаимное расположение постов приведено на рис. 1.

#### Суточный ход приземной концентрации озона

Суточный ход концентрации озона, который представлен на рис. 2, может считаться классическим, т. е. с минимумом в утренние часы и максимумом в послеполуденные. Видно, что минимум концентрации наблюдается в период 8–9 LT, максимум, несколько сглаженный, – с 16 до 18 LT.

Амплитуда суточного хода ПКО существенно зависит от времени года, о чем свидетельствуют данные, приведенные на рис. 3.

#### Годовой ход

На рис. 4 показан средний многолетний годовой ход ПКО, построенный по среднемесячным значениям, рассчитанным по всему массиву данных.

Видно, что средний многолетний годовой ход простой, с одним ярко выраженным максимумом и одним минимумом.

Средняя годовая амплитуда ПКО равна 32.6 мкг/м<sup>3</sup>, а максимальная за исследуемый период составляет 89.1 мкг/м<sup>3</sup> (сезон 1992 г.).

При этом показанный на рис. 4 средний годовой ход наблюдается не всегда. За прошедший период наблюдений можно выделить четыре типа годового хода для рассматриваемого региона, которые показаны на рис. 5.

#### Многолетний ход концентрации озона в районе Томска

Многолетний ход ПКО в районе Томска показан на рис. 6, построенном по среднегодовым значениям ПКО, которые были рассчитаны по всему массиву данных за период с 1990 по октябрь 2012 г.

#### Выполнение санитарных нормативов

В соответствии с принятыми в России гигиеническими нормативами «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» нормируются две характеристики приземного озона: максимальная разовая ПДК<sub>мр</sub> [Гигиенический норматив, 2003], равная 160 мкг/м<sup>3</sup>, с вероятностью появления не более 0.1 %; среднесуточная ПДК<sub>сс</sub> [Гигиенический норматив, 2003], равная 30 мкг/м<sup>3</sup>, и ПДК<sub>рз</sub> рабочей зоны [ГОСТ, 2006], равная 100 мкг/м<sup>3</sup>.

Если мы обратимся к рис. 7, на котором приведена гистограмма повторяемости различных значений

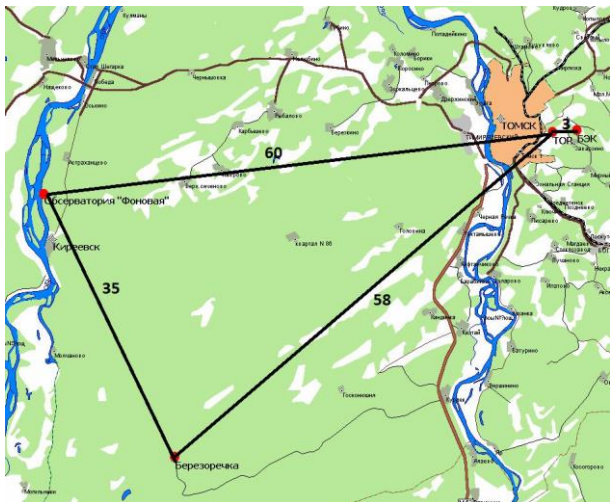


Рис. 1. Расположение постов контроля озона на территории Томской области.

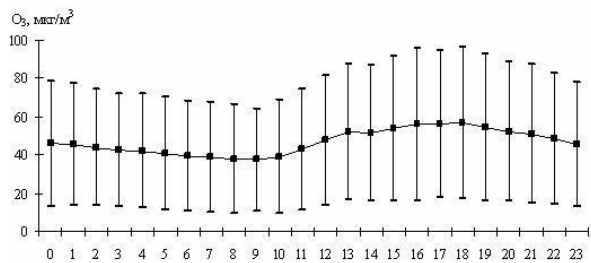


Рис. 2. Средний многолетний суточный ход концентрации озона за 1990–2012 гг.

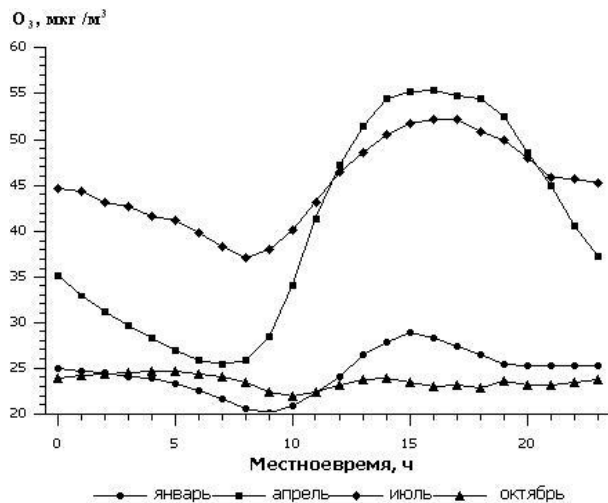


Рис. 3. Многолетний средний суточный ход концентрации озона для центральных месяцев года.

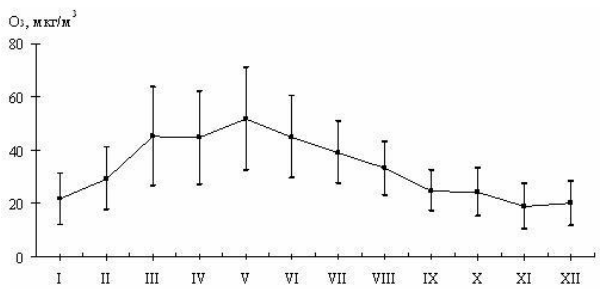


Рис. 4. Средний многолетний годовой ход ПКО в районе Томска (1990–2011 гг.).

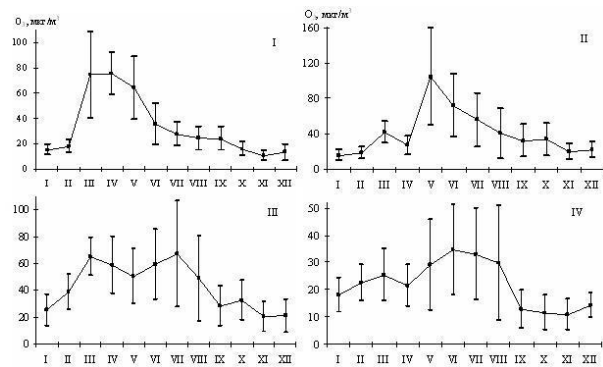


Рис. 5. Типы годового хода приземной концентрации озона, наблюдающиеся в районе Томска.

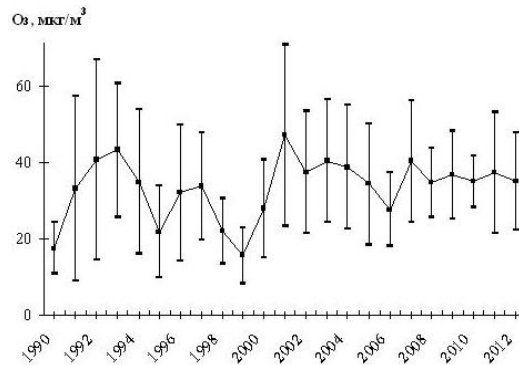


Рис. 6. Многолетний ход концентрации озона в районе Томска.

ПКО, то увидим, что меньше половины их имеют величину, меньшую, чем ПДК в населенных пунктах. Видно также, что неоднократно превышаетея и ПДК<sub>мр</sub>. По данным измерений следует, что в районе Томска ПДК<sub>сс</sub> в среднем превышаетея в 60 % случаев, ПДК<sub>мр</sub> – в среднем в 1.3 %. Это значительно выше, чем задается санитарными нормативами. Следовательно, природоохранными органами должны проводиться мероприятия по минимизации воздействия озона на организм человека.

#### Мезомасштабные различия в концентрации озона

Организация мониторинга озона в четырех пунктах Томской области позволяет провести сопоставление динамики его концентрации на мезомасштабном уровне.

Из рис. 8 видно, что в пунктах Березоречка и БЭК графики годового хода заметно отличаются от двух остальных, причем явно не по территориальному признаку. В противном случае должны быть подобны графики, соответствующие станциям Березоречка и Фофонов, БЭК и ТОР-станция. Такое мезомасштабное различие ПКО требует дальнейшего исследования.

#### Заключение

Проведенный в Томской области мониторинг озона показал, что его концентрации могут быть значительными и в 60 % случаев превышать гигиенические нормативы. ПКО имеют четкий годовой ход, который заметно меняется в разные периоды. Суточный ход концентрации озона хорошо выражен в теплый период и значительно уменьшает свою амплитуду

Результаты многолетнего мониторинга озона в районе Томска

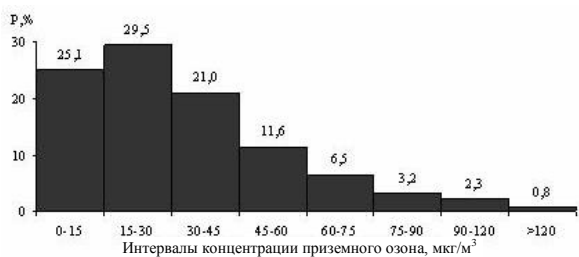


Рис. 7. Повторяемость различных значений концентрации озона.

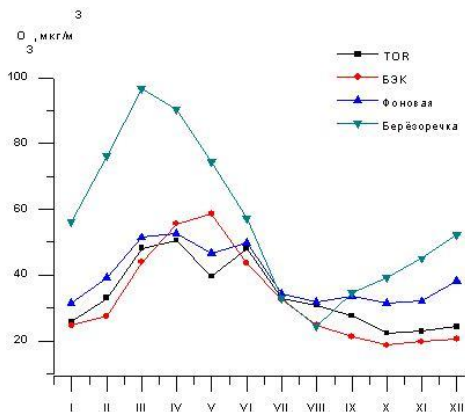


Рис. 8. Годовой ход концентрации озона (2010–2011 гг.) в Томской области.

в холодный. Выявлены мезомасштабные различия в ПКО, которые требуют дополнительного исследования.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН № 4, программы ОНЗ РАН № 5, междисциплинарных интеграционных проектов СО РАН № 35, №7 0 и № 131, грантов РФФИ № 11-05-00470, № 11-05-00516, № 11-05-93116 и № 11-05-93118, госконтрактов Минобрнауки № 11.519.11.5009, № 11.518..11.7045 и № 8325.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Разумовский С.В., Зайков Г.Е. Озон и его реакции с органическими соединениями (кинетика и механика). М.: Наука, 1974. 322 с.

Аршинов М.Ю., Белан Б.Д., Давыдов Д.К. и др. Автоматический пост для мониторинга малых газовых составляющих атмосферного воздуха // Метеорология и гидрология. 1999. № 3. С. 110–118.

Гигиенический норматив ГН 2.1.5.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. 2003 г.

ГОСТ 12.1.005-06. Воздух рабочей зоны. 2006.

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия