

СЧЕТНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ АЭРОЗОЛЯ В АРКТИЧЕСКОЙ И УМЕРЕННОЙ ВОЗДУШНЫХ МАССАХ ПРИ РАЗНЫХ СИНОПТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

П.Н. Антохин, В.Г. Аршинова, Б.Д. Белан, Т.М. Рассказчикова

COUNTABLE AEROSOL CONCENTRATION IN ARCTIC AND MODERATE AIR MASSES UNDER DIFFERENT SYNOPTIC CONDITIONS

P.N. Antohin, V.G. Arshinova, B.D. Belan, T.M. Rasskazchikova

В работе приводятся статистические значения счетной концентрации аэрозоля в различных воздушных массах и областях барических образований. Для расчета использовались данные 1989–2012 гг. полученные с TOR (Tropospheric Ozon Research) станции, созданной по программе EUROTRAC. В настоящее время станция работает в режиме мониторинга, результаты измерений приведены на <http://meteo.iao.ru>.

The paper presents the statistical values of the countable aerosol concentration in various parts of air masses and baric formations. We used 1989–2012 data obtained from TOR (Tropospheric Ozon Research) station created due to the EUROTRAC program. At present, the station operates in the monitoring mode at and the results of measurements are available at <http://meteo.iao.ru>.

Введение

Изучение распределения аэрозоля внутри барических образований является важной задачей в настоящее время, поскольку аэрозоль оказывает сильное радиационное влияние на атмосферу. Спектральная прозрачность атмосферы напрямую зависит от его концентрации и размеров частиц. Исследование распределения аэрозоля в барических образованиях и в разных типах воздушных масс позволит разработать модель оперативного прогноза погоды, которая необходима для планирования и проведения пассивных и активных оптических измерений, а также для улучшения методик прогноза вертикальной и горизонтальной дальности видимости в аэропортах.

Методика и данные

Для расчетов использовались данные о счетной концентрации аэрозоля 1993–2012 гг. с разрешением 1 ч. Данные получены на TOR (Tropospheric Ozon Research, <http://meteo.iao.ru>) станции, созданной по программе EUROTRAC. Станция расположена в фоновом районе Томска на территории Томского академгородка [Аршинов, 1999]. Перечень оборудования, установленного на станции в настоящее время, приведен в таблице.

До 2010 г. счетная концентрация аэрозоля на станции определялась с помощью фотоэлектрического счетчика аэрозольных частиц АЗ-5, затем измерения стали проводиться аэрозольным счетчиком Grimm-109. Для согласования рядов измерений разными приборами был выбран один диапазон измерений размеров частиц 0.4–10 мкм.

Кроме того, при анализе результатов измерений нами не принимались в расчет случаи, когда в районе Томска наблюдался дым от пожаров либо какие-то другие выбросы аэрозоля, т. е. практически рассматривались случаи с фоновыми значениями.

Ранее нами была предложена классификация атмосферных процессов [Заде, 1982], которая предусматривала разделение циклонов и антициклонов на девять частей: северную, северо-восточную, восточную, юго-восточную, южную, юго-западную, западную, северо-западную и центральную. Деление на девять секторов на первый взгляд кажется не очень детальным, од-

нако специфика синоптической информации такова, что большая детализация из-за набегающих погрешностей может снизить надежность и качество результатов. Вместе с тем более грубое деление не позволяет выявить структурных особенностей распределения.

Сравнение абсолютных величин десятичного логарифма счетных концентраций в циклоне и антициклоне показывает, что в антициклоне концентрация аэрозоля выше. Это еще раз подтверждает вывод, сделанный на основе анализа спектральной прозрачности атмосферы, о том, что замутненность воздуха в антициклоне выше, чем в циклоне, и определяется она в первую очередь аэрозольным ослаблением. Превышение логарифма счетной концентрации в антициклоне над значениями в циклоне не противоречит условиям циркуляции внутри образований, а также тому, что в циклонах наблюдается большее количество осадков, связанное как с наличием фронтов, так и с осадками внутримассового характера, что приводит к вымыванию аэрозоля.

Распределение логарифма счетной концентрации аэрозоля внутри циклонов и антициклонов представляет большой интерес. Были построены схемы, которые помогают понять, как влияет циркуляция основных атмосферных образований на количество аэрозоля в той или иной их части. На рис. 1–3 ориентация циклонов и антициклонов следующая: сверху – север, слева – запад.

Распределение концентрации аэрозоля в циклоне (рис. 1) в среднем за год представляет достаточно интересную картину. Максимальные значения расположены в центральной и восточной частях образования, а минимальные – в южной. В антициклоне максимальные значения счетной концентрации наблюдаются на северо-западной периферии, а минимальные – на юго-восточной.

На рис. 2 представлены схемы распределения аэрозоля в циклоне в различные сезоны. Зимой максимальное количество аэрозоля наблюдается в северо-западной и центральной частях образования. Весной распределение имеет почти противоположный ход по сравнению с зимой; при этом максимальные значения счетной концентрации наблюдаются на восточной периферии циклона, куда приходит воздух из южных районов. После рассмотрения всех сезонов

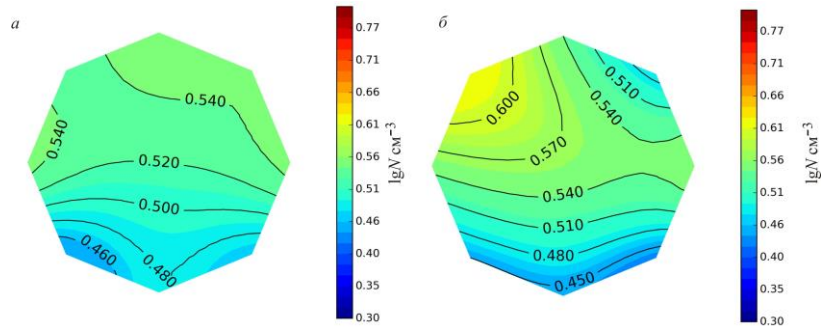


Рис. 1. Среднегодовое распределение логарифма счетной концентрации суммарного аэрозоля (частиц/см⁻³) для циклона (а) и антициклона (б).

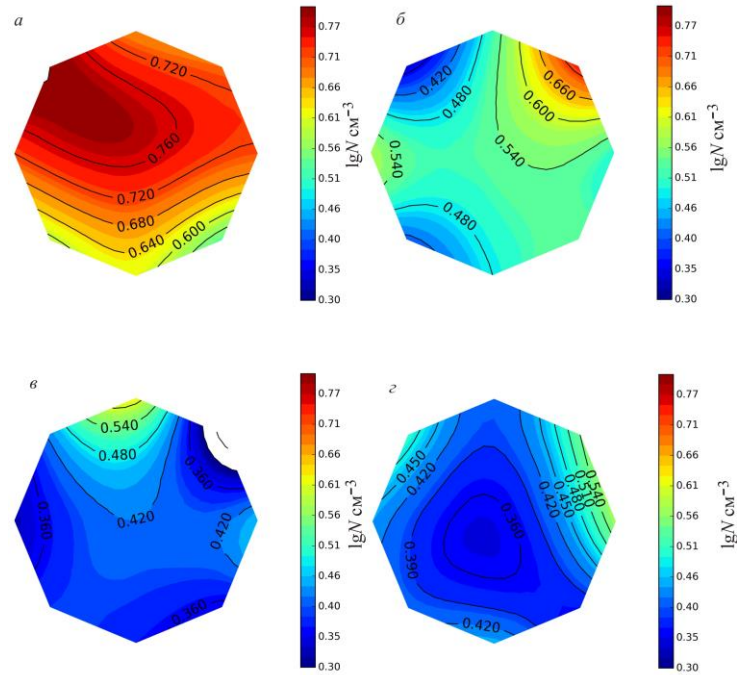


Рис. 2. Сезонное распределение логарифма счетной концентрации суммарного аэрозоля (частиц/см⁻³) в циклоне зимой (а), весной (б), летом (в), осенью (г).

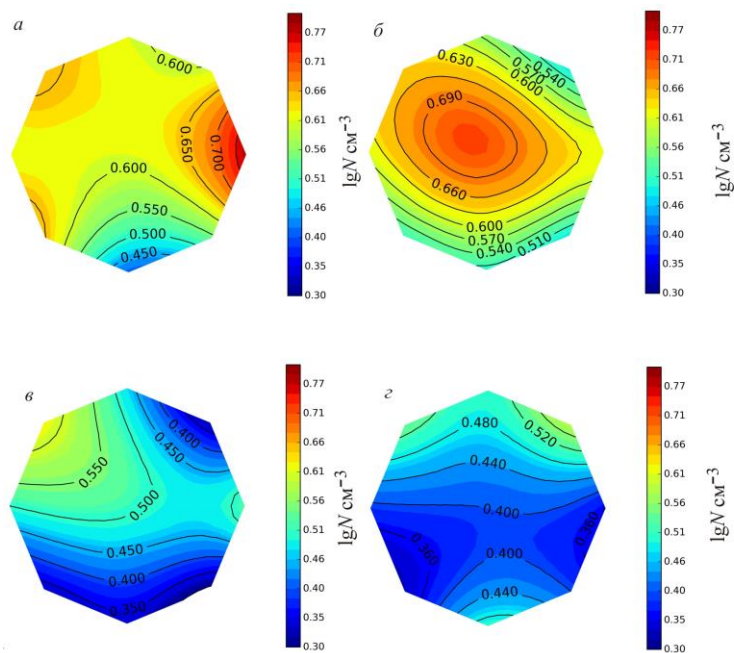


Рис. 3. Сезонное распределение логарифма счетной концентрации суммарного аэрозоля (частиц/см⁻³) в антициклоне зима: (а), весна (б), лето (в), осень (г).

можно сделать вывод, что наименьшие градиенты распределения счетной концентрации аэрозоля наблюдаются осенью.

Для сезонного изменения счетной концентрации аэрозоля в антициклоне (рис. 3) в целом наблюдается большая ее изменчивость внутри образования, чем в циклоне, в течение почти всего года, за исключением летнего периода. Здесь наблюдается почти однородный воздух. От зимы к лету наблюдается уменьшение количества аэрозоля, а осенью вновь происходит его рост. Максимальные значения счетной концентрации на западной и северо-западной периферии антициклона, скорее всего наблюдаются при выносе загрязненных воздушных масс из Казахстана и Урала. Минимальные градиенты концентрации аэрозоля летом предположительно образуются из-за того, что в это время антициклоны чаще всего слабо выражены.

Подводя итог работы, отметим, что распределения аэрозоля внутри циклона и антициклона неоднородны и меняются от сезона к сезону. Также проявляются значимые различия в зависимости количества фронтов от типа воздушной массы.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН № 4, программы ОНЗ РАН № 5, междисциплинарных интеграционных проектов СО РАН № 35, № 70 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, № 14.515.11.0030 и № 8325.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Прогноз и контроль оптико-метеорологического состояния атмосферы / Под ред. Г.О. Заде. Томск ТФ СО РАН АН СССР, 1982. 153 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.

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