

9. George R. Tilton. Clair Cameron Patterson, Biographical Memoir. National Academies Press, Washington D.C., USA, 1998.

10. Министерство химической промышленности СССР. ГОСТ 2084—77 Бензины автомобильные, Межгосударственный стандарт. 1979.

11. Постановление ГД ФС РФ от 15.11.2002 N 3302-III ГД «О проекте Федерального закона № 209067-3 "Об ограничении оборота этилированного бензина в Российской Федерации"».

Н. С. Метельская, В. П. Кабашников,
Институт физики НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

ОЦЕНКА СОСТАВА АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ GEOS-CHEM

A chemical transport model GEOS-Chem was used to estimate composition of atmospheric aerosol over Belarus and Ekaterinburg region.

Атмосферный аэрозоль представляет собой сложную смесь частиц естественного и антропогенного происхождения. Химические и физические свойства аэрозоля широко варьируются во времени и пространстве. Большое значение аэрозоля как климатообразующего фактора, его влияние на здоровье людей требуют детальных знаний о свойствах аэрозольных частиц, которые в первую очередь зависят от размеров и химического состава. Измерения позволяют получить данные о содержании суммарного аэрозоля или некоторых его видов в отдельных географических точках. Для получения целостной картины пространственно-временного распределения аэрозолей, определения их фракционного состава привлекают моделирование. В настоящей работе на основе модели GEOS-Chem [1, 2] проведены оценки распределения аэрозолей по составу над территориями Беларуси и Свердловской области.

GEOS-Chem является трехмерной моделью переноса примесей в атмосфере с учётом химических преобразований. Входными данными для модели являются базы данных поступления химических компонентов и

аэрозолей в атмосферу и метеорологические данные. Ядро химического механизма включает взаимные превращения озона, оксидов азота и углеводородов. Результатом моделирования является распределение концентраций атмосферных примесей в пространстве и времени. GEOS-Chem позволяет получить пространственно-временное распределение основных типов атмосферного аэрозоля: сульфатного, аммонийного, нитратного, сажи (неорганического, или чёрного углерода), минеральной пыли с распределением по размерам, морского соляного аэрозоля тонкой и грубой фракций, аэрозоля на основе органических соединений. Используемые базы данных поступления аэрозолей в атмосферу включают антропогенные выбросы, выбросы в результате сжигания биотоплива, горения биомассы, извержений вулканов, поступления из морской воды, выветривания. В модель включены следующие микрофизические процессы: образование частиц, рост, коагуляция, осаждение и вымывание.

Мы моделировали распределение содержания аэрозоля с использованием стандартного варианта последней версии модели v9-02 с учетом вторичных органических аэрозолей модели GEOS-Chem на основе метеорологических полей GEOS-5 (GEOS-fr для 2013 г.). Расчеты проводились для горизонтальной сетки 4×5 и 47 вертикальных слоев до высоты 80 км. В используемой версии отслеживаются 93 трассера. В состав аэрозольных частиц входят 24 модельных трассера: сульфаты, нитраты, аммоний, минеральная пыль (четыре фракции с эффективными радиусами около 0,7 мкм, 1,4 мкм, 2,4 мкм, 4,5 мкм), морская соль тонкой (эффективный радиус от 0,01 мкм до 0,5 мкм) и грубой (эффективный радиус от 0,5 мкм до 8,0 мкм) фракций, неорганический углерод в гидрофильной и гидрофобной формах, органический углерод в гидрофильной и гидрофобной формах, 11 видов вторичного органического аэрозоля. Первичные органические аэрозоли за исключением органического углерода не являются трассерами.

Согласно оценкам [3], содержание всех первичных органических аэрозолей в атмосфере превышает содержание органического углерода в 2,1 раза. Для приближенного учета первичных органических аэрозолей мы умножили концентрацию органического углерода на коэффициент 2,1.

На рис. 1 проиллюстрированы полученные на основе моделирования оценки распределения аэрозолей по составу над территориями Беларуси и Свердловской области (массовая доля в вертикальном столбе атмосферы).

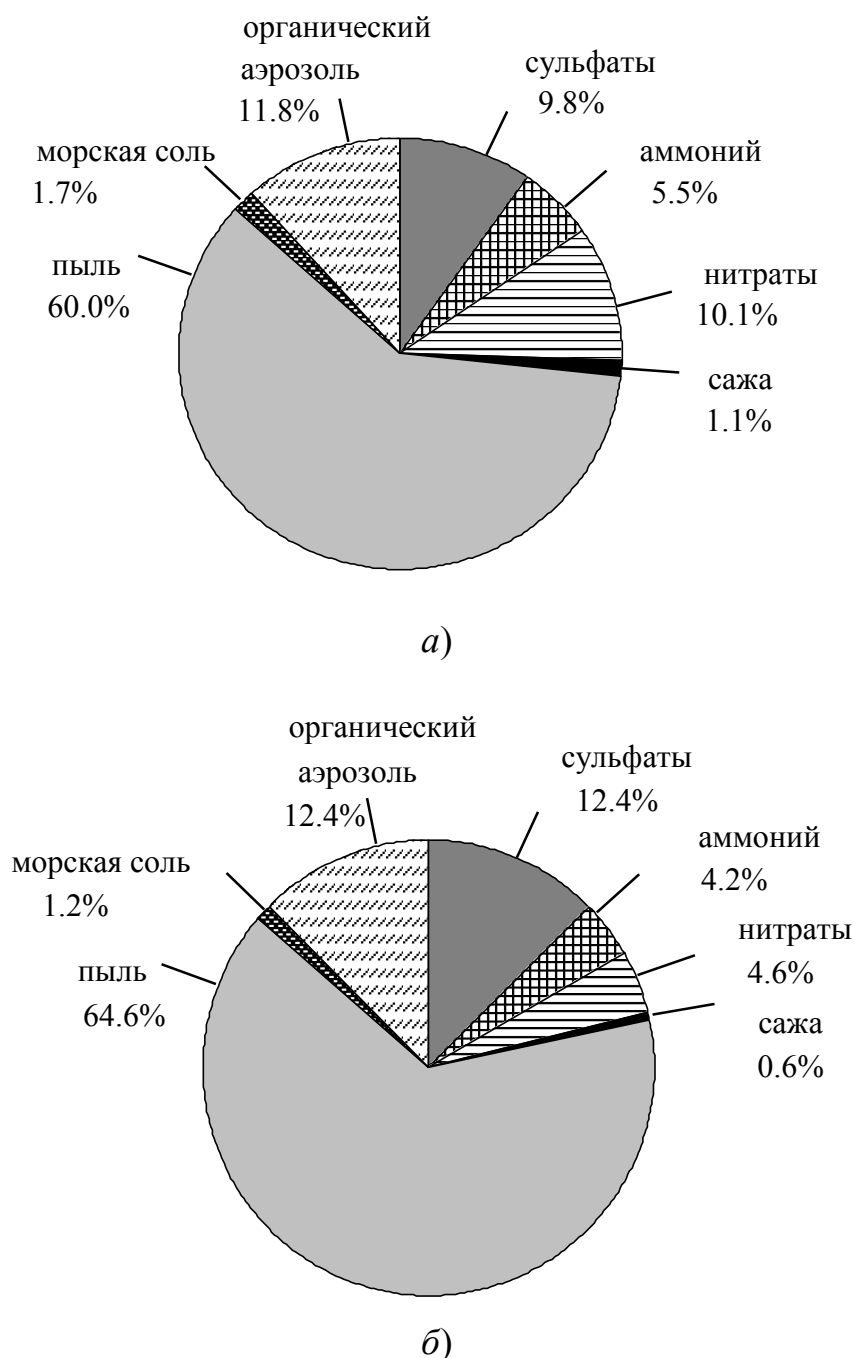


Рис. 1. Фракционный состав аэрозоля над Беларусью (а) и Свердловской областью (б) массовая доля в вертикальном столбе атмосферы, усреднение за 2010–2013 гг.)

Тестирование применимости модели GEOS-Chem показало хорошее совпадение среднемесячных аэрозольных оптических толщин, измеренных спектрометрией спутникового базирования MODIS, фотометрами сети

AERONET и рассчитанных по модели GEOS-Chem и хорошее совпадение вертикальных профилей коэффициента обратного рассеяния, измеренного с помощью лидара и рассчитанного по модели в атмосфере над Минском [4].

Как показали расчеты, среднемесячная концентрация суммарного аэрозоля (суммы всех фракций аэрозоля) в вертикальном столбе атмосферы над территорией Беларуси (48 мг/м²) несколько превышает среднемесячную концентрацию суммарного аэрозоля над территорией Свердловской области (38 мг/м²). Основными аэрозольными фракциями, как в Беларуси, так и Свердловской области, являются минеральная пыль, сульфаты и органический аэрозоль, причем на долю пыли приходится более половины общего содержания аэрозоля. Содержание нитратного аэрозоля более чем в два раза выше в Беларуси.

На рис. 2 показано модельное среднегодовое пространственное распределение объемной концентрации (мкм³/мкм²) суммарного аэрозоля.

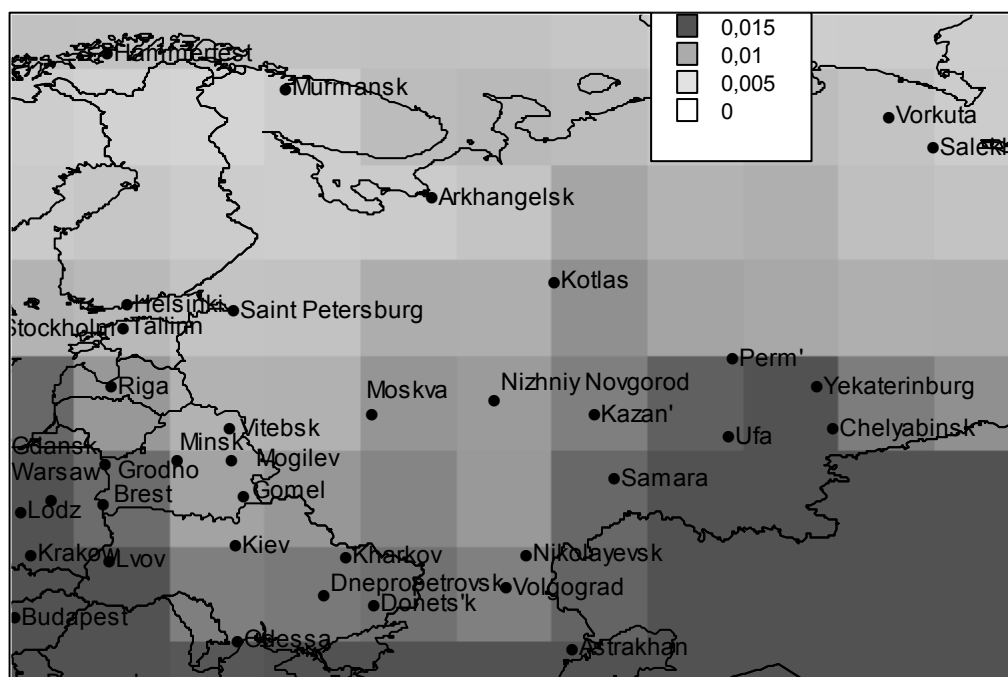


Рис. 2. Распределение среднегодового содержания суммарного аэрозоля в вертикальном столбе атмосферы (в мкм³/мкм²)

ЛИТЕРАТУРА

1. Global modeling of tropospheric chemistry with assimilated meteorology: Model description and evaluation / I. Bey [et al.] // J. Geophys. Res. – 2001. – Vol. 106.

– P. 23073–23096.

2. GEOS-Chem Model [Electronic resource]. – Mode of access: <http://acmg.seas.harvard.edu/geos/> (дата обращения 17.05.2015).

3. Effects of chemical aging on global secondary organic aerosol using the volatility basis set approach / D.S. Jo [et al.] // Atmos. Environ. – 2013. – Vol. 81. – P. 230–244.

4. Оценка экологического состояния атмосферы на основе данных лидарного мониторинга и моделирования: отчёт о НИР (заключ.) / И-т физики НАН Беларуси. – Минск, 2015. – 73 с. – № ГР 20131445.