

– the discovery of stratospheric aerosol layers from space FOR THE FIRST TIME and substantiation of their volcanic origin.

The beginning of the author's work on the related problems of the nature of aerosol pollution of the atmosphere (ecology) and their impact on climate change dynamics coincided with the beginning on September 21, 2017 of the activity of the Agung volcano in Bali, which recalled the pioneering work 55 years ago associated with the same volcano. The consequences of the eruption of the Agung volcano in 2017 have yet to be assessed. This work presents the approaches and results of studying the effects of the prolonged eruption of Agung volcano from February 18, 1963 to January 27, 1964. Climatologists and meteorologists recorded that the temperature of the Earth in 1963 decreased by 0.4 degrees Celsius.

The reported study was funded partially by RFBR according to the research projects 18-01-00609, 17-01-00220.

1. Asaturov M.L., Budyko M.I. et al.. Volcanoes, stratospheric aerosol and Earth's climate. Leningrad: Hydrometeoizdat. 1986. 256 p.
2. Sushkevich, T.A. On the history of the first scientific experiment on remote sensing of the Earth on a manned spacecraft // Modern problems of remote sensing of the Earth from space. 2008. Issue 5. Volume 1. P. 315–322 (in Russian).
3. To the 55th anniversary of the discovery of stratospheric aerosol layers from space: volcanoes and climate problems (Dedicated to the 65th anniversary of the Keldysh Institute of Applied Mathematics and its achievements in manned cosmonautics) // Preprint KIAM RAS. 2018. N 125. 32 p.

### **Черный углерод в приземной атмосфере в районе Печоро-Ильчского природного биосферного заповедника**

Виноградова А.А.<sup>1</sup> (anvinograd@yandex.ru), Копейкин В.М.<sup>1</sup>, Васильева А.В.<sup>1</sup>,  
Смирнов Н.С.<sup>2</sup>, Иванова Ю.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Пыжевский пер. 3, 119017 Москва, Россия  
<sup>2</sup>Печоро-Ильчский государственный природный биосферный заповедник, ул. Ланиной 8, 69436 п. Якша, Троицко-Печорский р-н, респ. Коми, Россия

В России в труднодоступных удаленных районах почти нет станций, где проводился бы круглогодичный мониторинг содержания в атмосфере черного углерода (black carbon – BC). Однако BC является важным климатообразующим фактором, влияющим на радиационный атмосферный баланс. В сентябре 2017 года был начат непрерывный мониторинг концентрации BC в приземном воздухе на территории Печоро-Ильчского природного биосферного заповедника вблизи пос. Якша, республика Коми – примерные координаты пункта наблюдений 62° с.ш., 57° в.д. Отбор проб атмосферного аэрозоля производится на перхлорвиниловые фильтры каждый день, длительность экспозиции фильтра одни сутки. Измерения содержания BC в образцах и пересчет в концентрацию BC в воздухе производятся по поглощению видимого света на специальном оборудовании в ИФА им. А.М. Обухова в Москве [1]. В данной работе представлены результаты таких непрерывных наблюдений с октября 2017 г. по сентябрь 2018 г.

В холодную половину года средние значения концентрации BC в приземном воздухе (плюс-минус стандартное отклонение) составляют  $(296 \pm 172)$  нг/м<sup>3</sup> и  $(175 \pm 82)$  нг/м<sup>3</sup> в поселке Якша и вне его, соответственно. Таким образом, можно предположить, что локальные источники самого поселка обеспечивают примерно 120 нг BC в кубометре воздуха [2]. Анализ траекторий переноса воздушных масс (BM) к пункту наблюдений показывает наиболее вероятные удаленные источники BC в воздухе в районе заповедника. Рассматривались обратные траектории переноса BM, рассчитанные с помощью модели HYSPLIT и данным реанализа NOAA на сайте (<http://www.arl.noaa.gov>). Учитывались антропогенные эмиссии BC в атмосферу (EDGAR v.4.3.1 для 2010) и эмиссии от природных пожаров (база данных GFED – помесечно). Антропогенные эмиссии мало меняются год от года, тогда как эмиссии от пожаров характеризуются сильными межгодовыми, внутригодовыми и пространственными вариациями. Наиболее значимые для изучаемого

района антропогенные источники ВС в воздухе расположены не далее 500 км – это индустриальные центры, города и транспорт центрального Урала, Пермского края, Удмуртии и республики Коми, а также предприятия и установки нефте- и газодобычи, расположенные в ЯНАО и ХМАО. Также рассматривалось влияние летних пожаров 2018 года на содержание ВС в изучаемом воздухе.

Средние (по месяцам) значения концентрации ВС в воздухе в районе заповедника хорошо соответствуют спутниковым данным, обобщенным на сайте (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>) по данным реанализа MERRA2.0. Это показывает разумность полученных результатов и может служить косвенной интеркалибровкой данных измерений и спутниковой информации.

Работа выполнялась при частичной поддержке РФФИ (грант № 17-05-00245).

1. Копейкин В.М., Емиленко А.С., Исаков А.А. и др. Изменчивость сажевого и субмикронного аэрозоля в Московском регионе в 2014–2016 гг. // *Оптика атмосферы и океана*. 2018. Т. 31, № 1. С. 5–10.
2. Виноградова А.А., Копейкин В.М., Смирнов Н.С. и др. Черный углерод в приземном воздухе в районе Печоро-Илычского заповедника: измерения и источники // *Оптика атмосферы и океана*. 2019. Т. 32. № 6, в печати.

### **Black carbon in near-surface atmosphere in the region of Pechora–Ilych nature biosphere reserve**

A.A. Vinogradova<sup>1</sup> (anvinograd@yandex.ru), V.M. Kopeikin<sup>1</sup>, A.V. Vasileva<sup>1</sup>,  
N.S. Smirnov<sup>2</sup>, Yu.A. Ivanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics RAS, 3 Pyzhevskiy per., 119017 Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*Pechora-Ilych Nature Biosphere Reserve, Yaksha, Russia*

There are almost no points where monitoring of black carbon (BC) in the atmosphere has been carried out all year around in remote hard-to-reach Russian regions. However, BC is essential atmospheric component affecting radiative balance and climate. In September 2017 the continuous monitoring of black carbon (BC) concentration in surface air was started on the territory of Pechora-Ilych Nature Biosphere Reserve (PINBR, 62° N, 57° E) near Yaksha settlement (Komi Republic). Sampling on perchlorovinyl filters is taken every day, one sample daily. Measurements of BC content in the samples on visible light absorption and computing BC concentrations in air are carried out in Moscow [1]. In this work we present the results of these observations during the year from October 2017 to September 2018. In cold season (October–March) the mean values of BC concentrations ( $\pm$ SDs) are  $(296 \pm 172)$  ng/m<sup>3</sup> and  $(175 \pm 82)$  ng/m<sup>3</sup> in Yaksha settlement and out of it, respectively. So, we can assume that the local Yaksha's contribution is about 120 ngBC/m<sup>3</sup> in near surface atmosphere. Trajectories of air mass transport to observation point (computed by HYSPLIT model with the help of the site <http://arl.noaa.gov>) show the main sources of BC in the region of the PINBR. We analyzed anthropogenic (based on EDGAR data v.4.3.1 for 2010) and wildfire (from database GFED) BC sources. Anthropogenic emissions are almost stable through a year and year by year in comparison with fire ones which are very variable in time and through the territory. The main anthropogenic BC sources for the area around PINBR are located at distances less than 500 km. Those are industrial centers of the Central Urals, gas and oil production areas of Yamalo-Nenets and Khanty-Mansiysk Autonomous Okrugs, towns and settlements of Perm region, Udmurtia, and Komi Republic. The points of wildfires were also identified as the sources of BC in PINBR air in summer.

We also considered the BC surface concentrations, presented as the monthly BC ranges on the site (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>) from MERRA2.0 reanalysis. Monthly averaged BC concentrations from measurements are in good agreement with the scales of satellite data. This confirms the reliability of both results, and may be also regarded as their inter-calibration.

This work was supported by Russian Foundation for Basic Research (grant no. 17-05-00245).

1. Kopeikin V.M., Emilenko A.S., Isakov A.A. et al. Variability of Soot and Fine Aerosol in the Moscow Region in 2014–2016 // *Atmos. Ocean. Opt.* 2018. V. 31. No. 3. P. 243–249.
2. Vinogradova A.A. et al. Black Carbon in the Near Surface Air in the Region of Pechora–Ilych Nature Reserve: Measurements and Sources // *Atmos. Ocean. Opt.* 2019. V. 32. (In Russian) In press.