Trends in UV radiation over Northern Eurasia according IVM-RSHU Chemical-Climate Model, satellite measurements and ERA-INTERIM reanalysis data

Pastukhova A. S.[1], Chubarova N. E.[1], Zhdanova E. Yu.[1], Khlestova Y. O.[1], Poliukhiv A. A. [1] Smyshlyaev S. P. [2], Galin V. Ya. [3]

1. **Lomonosov Moscow State University, Geographical Faculty, Russia, 1199911, Moscow, Leninskie Gory,1, FAX: (495) 9328836, tel:+7 495 939233, p-annet@mail.ru, natalia.chubarova@gmail.com**
2. **Russian State Hydrometeorological University, Russia, Saint-Petersburg, 195196, Malookhtinsky PR., 98, FAX: (812) 6330182, phone: +7 812 6330174, smyshl@rshu.ru**
3. **Institute of Numerical Mathematics RAS, Russia, Moscow, 11999, Gubkin 8, FAX: (7495) 9381821, phone:+7 495 9383925, venergalin@yandex.ru**

Ultraviolet radiation (UVR) has a significant impact on the environment and human health and plays an important role in atmospheric processes [4]. For its evaluation, different methods are used: data of ground-based and satellite measurements [3], numerical simulations using exact calculation methods, models UV reconstruction [2], as well as chemistry climate model (CCM) [1].

The aim of this work is to analyze the existing variability of erythemal UV radiation (ER) at the Earth's surface on the basis of numerical experiments with IVM-RSHU CCM, developed in INM RAS and the Russian State Hydrometeorological University (RSHU) [1], ERA-INTERIM reanalysis data and TOMS and OMI satellite measurement over the territory of Northern Eurasia for the 1979-2015 period. In addition, the task includes a detailed study of the influence of natural and anthropogenic factors on the UV level due to variations of ozone according to the simulation dataset.

Numerical experiments using the IVM-RSHU CCM were performed for 4 scenarios where factors were taken into account separately from each other. The first scenario includes the impact of anthropogenic emissions of halogens, the second - the influence of sea surface temperature and its coverage area with ice, the third - influence of solar activity, the fourth - the impact of stratospheric aerosol. In addition, we launched the scenario considering all factors. To assess the quality of the ozone reproducing by model simulations the computations with the last scenario were compared with satellite and the ERA-INTERIM reanalysis data. Using modelled ozone data we calculated ER trends which were compared with trends from satellite ER retrievals based on their additional correction for absorbing aerosol according to aerosol MACv2 climatology.

The results of the experiments with IVM-RSHU CCM showed that the influence of anthropogenic emissions is the most significant reason for the reduction of ozone and, as a consequence, for the ER growth over the territory of Northern Eurasia, while the influence of natural factors may also be significant over certain periods of time. There are positive annual ER trends, constituting about 1-2%/10 years over the territory of Northern Eurasia. Maximum trend were observed over the Northern areas in spring up to 3% per decade. ER trends retrieved from the ERA-INTERIM reanalysis provide larger values. The most pronounced positive trends are observed in spring and summer over the central areas of Siberia and Europe (up 6-9% per decade).

The work was partially supported by the RFBR grant 15-05-03612.

1. Galin V. Ya., S. P. Smyshlyaev, and E. M. Volodin Combined Chemistry–Climate Model of the Atmosphere, Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics, Vol. 43, No. 4, 2007, p. 399-412
2. Chubarova N.E. UV variability in Moscow according to long-term UV measurements and reconstruction model, Atmos. Chem. Phys., 2008, 8, 3025-3031.
3. Ialongo I., Arola A., Kujanpää J., Tamminen J. Use of satellite erythemal UV products in analysing the global UV changes, Atmos. Chem. Phys., 2011, 11, 9649-9658.
4. UNEP. Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: Assessment, 2010, Journal of Photochemistry and Photobiology Sciences, 2011, p. 165–320.

Тренды УФ радиации в Северной Евразии по данным ХКМ ИВМ-РГГМУ, спутниковым измерениям и по данным реанализа ERA-INTERIM

Пастухова А.С.[1], Чубарова Н.Е.[1], Жданова Е.Ю.[1], Хлестова Ю.О.[1], Полюхов А.А.[1], Смышляев С.П.[2], Галин В.Я[3].

[1]Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, Россия, 1199911, г. Москва, Ленинские горы,1, FAX: (495) 9328836, тел.+7 495 939233, p-annet@mail.ru, natalia.chubarova@gmail.com

[2]Российский государственный гидрометеорологический университет, Россия, г. Санкт-Петербург, 195196, Малоохтинский пр., 98, FAX: (812) 6330182, тел. +7 812 6330174, smyshl@rshu.ru

[3]Институт вычислительной математики РАН, Россия, г. Москва, 11999, ул.Губкина, 8 FAX: (495) 9381821, тел.+7 495 9383925, venergalin@yandex.ru

Ультрафиолетовая радиация (УФР) оказывает существенное влияние на природную среду и здоровье человека и играет важную роль в атмосферных процессах [4]. Для ее оценки используются различные методы: данные наземных и спутниковых измерений [3], численное моделирование с использованием точных методов расчетов, модели УФ реконструкции [2], а также химико-климатические модели (ХКМ) [1].

Цель данной работы – провести анализ существующей изменчивости эритемной УФ радиации (ЭР) у поверхности Земли на основе численных экспериментов с ХКМ, разработанной в ИВМ РАН и РГГМУ (ХКМ ИВМ-РГГМУ)[1], а также по данным реанализа ERA-INTERIM и спутниковых измерений TOMS и OMI на территории Северной Евразии за период 1979-2015 гг. Кроме того, в задачу входило детальное исследование влияния естественных и антропогенных факторов на величину УФР за счет вариации озона по данным моделирования.

Численные эксперименты с помощью ХКМ ИВМ-РГГМУ выполнялись по 4-м сценариям, где факторы учитывались отдельно друг от друга. Первый сценарий включает в себя влияние антропогенных выбросов галогенов, второй - влияние температуры поверхности океана и площади ее покрытия льдом, третий - влияние солнечной активности, четвертый - влияние стратосферного аэрозоля. Также был запущен сценарий с учетом совокупности всех факторов. Для оценки качества воспроизведения озона данные ХКМ ИВМ-РГГМУ по сценарию с учетом всех факторов сопоставлялись со спутниковыми данными TOMS и OMI и данными реанализа ERA-INTERIM. С использованием радиационного фактора усиления рассчитывались тренды ЭР, которые сравнивались с трендами спутниковых

восстановлений эритемной УФ радиации с учетом ее дополнительной коррекции на поглощающий аэрозоль по данным аэрозольной климатологии MACv2.

Результаты экспериментов с ХКМ ИВМ-РГГМУ показали, что влияние антропогенных выбросов является наиболее существенной причиной сокращения озона и, как следствие, роста УФР над территорией Северной Евразии, в то время как влияние естественных факторов в отдельные периоды может быть также значимыми. В среднем за год на всей территории Северной Евразии наблюдаются положительные тренды ЭР, составляющие 1-2%/10 лет. Максимальные значения трендов ЭР по данным модели наблюдаются в северных районах в весенний период и составляют порядка 3% за декаду. Восстановленные тренды ЭР по данным реанализа ERA-INTERIM дают несколько большие значения. Наиболее выраженные положительные тренды наблюдаются в весенний и летний период для центральных районов Сибири и Европы (до 6-9% за декаду).

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 15-05-03612.

Литература:

5. Галин В.Я., Смышляев С.П., Володин Е.М. Совместная химико-климатическая модель атмосферы, Изв. РАН, сер. ФАО, 2007, т. 43, № 4, с. 437-452.
6. Chubarova N.E. UV variability in Moscow according to long-term UV measurements and reconstruction model, Atmos. Chem. Phys., 2008, 8, 3025-3031.
7. Ialongo I., Arola A., Kujanpää J., Tamminen J. Use of satellite erythemal UV products in analysing the global UV changes, Atmos. Chem. Phys., 2011, 11, 9649-9658.
8. UNEP. Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: Assessment, 2010, Journal of Photochemistry and Photobiology Sciences, 2011, p. 165–320.