

*Имашев С.А.***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ ОБНАРУЖЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ВОЗДУШНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ***S.A. Imashev***USING OF SATELLITE DATA IN DETECTION OF AIR POLLUTION SOURCES**

УДК: 551.510.42:551.521

Приведен подход к использованию спутниковых данных для идентификации источников воздушного загрязнения на основе проекта открытого доступа.

Mirador. An approach to use of satellite data for identification of air pollution sources on the basis of open access Mirador project is presented.

Введение

Центрально-Азиатский регион подвержен влиянию множества источников воздушного загрязнения как природного, так и антропогенного характера. Это загрязнение оказывает негативное влияние не только на здоровье людей, но также и на радиационный баланс в атмосфере, что может привести к нарушениям в гидрологическом цикле на региональном уровне [1]. При этом важным является не только выявление основных источников загрязнения, но также и оценка трансформационных процессов, в результате которых свойства загрязнителей в районе измерения будут отличаться от первоначальных свойств в источнике (очаге) загрязнения. Подобная информация является важной составляющей при построении и последующей корректировке моделей переноса воздушного загрязнения [2].

Одним из методов получения информации о пространственном расположении источников воздушного загрязнения является анализ спутниковых данных. Оно дает возможность определения не только пространственного распределения очагов загрязнения, но и отслеживания переноса этого загрязнения от источника до места регистрации наземными приборами.

1. Методика

Использование спутниковых данных дает возможность мониторинга пространственно-временных вариаций характеристик воздушного загрязнения на региональном и глобальном масштабах. В большинстве случаев такие данные представлены в рамках международных и межгосударственных проектов и доступ к ним либо ограничен, либо является платным.

Одним из проектов свободного доступа к спутниковым данным является проект (<http://mirador.gsfc.nasa.gov/>), курируемый США. На данный момент проект предоставляет бесплатный доступ к данным таких спутн Modis, Calipso и Aura, входящим в состав спутников A-train[3].

1.1. Характеристика материала

Из спутников, представленных интерфейсом Mira-dog, наиболее современным и разносторонним по набору измеряемых параметров является спутник Aura, оснащенный инструментами ONI (Ozone Monitoring Instrument) и MLS (Micro-Limb Sounder). Прибор имеет возможность измерять альбедо однократного рассеяния, содержание озона в тропосфере и во всей толще атмосферы, содержание азота в тропосфере и аэрозольный индекс ры. В отличие от измерений в видимом до OMI может регистрировать аэрозоли над яркими поверхностями (например, пустыни и облака) благодаря возможности проведения измерения в радарном диапазоне [4].

Данные представляют собой пространственное распределение измеряемого параметра с тангентиальным разрешением 13 км x 24 км. Рекомпонованное пространственное разрешение в 1 градус оптимальным соотношением детализации и объема файла.

1.2. Методика обработки данных

Данные указанных спутников представлены в цифровом виде в формате HDF, который используется для хранения научной информации (<http://www.hdfeos.net/>) за счет возможности динирования разнородных данных (графика, текстовые описания в одном файле). Для извлечения использовался набор утилит HDFView и вычислительной среды Matlab. На первом этапе извлекалось описание набора данных, содержащее название измеряемого параметра, единицы измерения, формат представления и размер массива. На втором этапе извлекалось непосредственно сами данные для последующей обработки и визуализации. Результатом такой обработки являются карты пространственного распределения выбранного параметра.

2. Результаты**2.1. Аэрозольный индекс**

Аэрозольный индекс атмосферы представляет собой безразмерную величину, которая показывает присутствие в атмосфере поглощающих аэрозолей в ультрафиолетовом диапазоне [5]. При этом высокие значения этого параметра указывают на сильно-поглощающие аэрозольные частицы, каковыми являются сажевые [6,7] и пылевые аэрозольные частицы [8,9].

На рис. 1 представлена карта пространственного распределения аэрозольного индекса 28 августа

2008. На карте отчетливо видны очаги пыльных бурь в пустынях Такла-Макан, Тар и Руб-эль Хали.

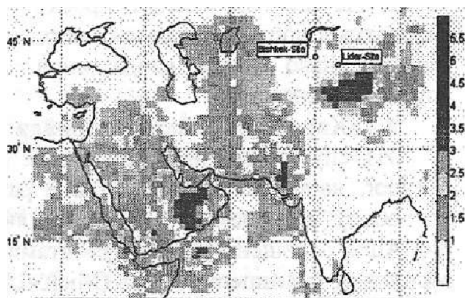


Рис. 1. Карты распределения аэрозольного индекса атмосферы 28-августа 2008 по данным спутника Aura-ОМІ

Видно, что наряду с региональным переносом с пустыни Такла-Макан происходил также дальний перенос пылевых частиц и с ближневосточного направления.

2.2. Альbedo однократного рассеяния

Наряду с аэрозольным индексом часто используют такую оптическую характеристику аэрозолей как альbedo однократного рассеяния. Этот безразмерный параметр показывает вклад рассеивания в общее ослабление солнечной радиации аэрозолями. При этом значения альbedo однократного рассеяния близкие к 1 указывают на присутствие частиц с сильными рассеивающими свойствами, как, например, сульфатный аэрозоль. Значения в пределах 0,90-0,94 указывают на пылевые частицы [10], а наиболее низкие (до 0,88) соответствуют сильнопоглощающим сажевым частицам [11].

На рис. 2 представлена карта пространственного распределения альbedo однократного рассеяния на длине волны 500 нм 13 апреля 2008.

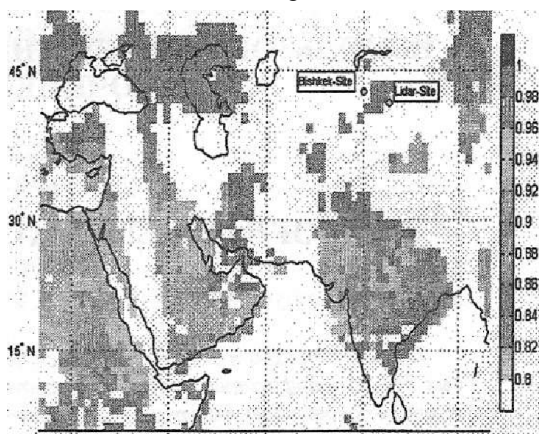


Рис. 2. Карты распределения альbedo однократного рассеяния для длины волны 500 нм 13-апреля 2008 по данным спутника Aura-ОМІ

На карте видны области низких значений этого параметра в районе пустыни Сахара и Аравии, что свидетельствует о наличии пылевого аэрозоля. Значительные вариации альbedo однократного рассеяния над густонаселенными территориями Индии

указывают на наличие антропогенного аэрозоля в виде продуктов сжигания биомассы и сульфатов.

2.3. Содержание окислов азота в тропосфере

Одним из необходимых условий для генерации озона в тропосфере, который считается опасным загрязняющим веществом, отрицательно влияющим на здоровье человека и растительность [12], а также третьим по значимости парниковым газом [13,14], является присутствие окислов азота.

Выбросы окислов азота за счет автомобильных выбросов и сжигания биомассы могут приводить не только к образованию фотохимического смога, но и кислотным дождям [11]

На рис. 2 представлена карта пространственного распределения альbedo однократного рассеяния на длине волны 500 нм 13 апреля 2008.

На рис.3, приведены среднemesячные карты распределения диоксида азота (NO_2) в тропосферном столбе по спутниковым данным в июле и декабре 2008 года. По этим данным видно, что основным источником диоксида азота в нашем регионе являются густонаселенные территории и крупные города.

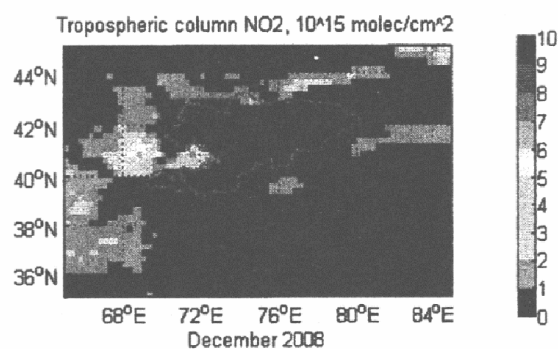
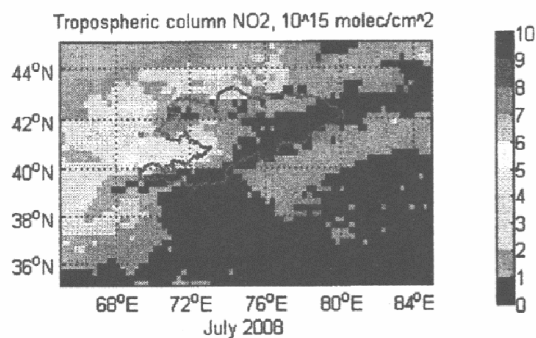


Рис. 3. Карты распределения NO_2 в тропосферном столбе по спутниковым данным Aura-ОМІ в июле и декабре 2008 года.

В частности, независимо от сезона, наблюдаются высокие значения тропосферного NO_2 порядка $(4-10) \times 10^{15}$ молекул/ cm^2 в Ферганской долине (города Андижан, Наманган и Фергана) и вблизи Ташкента, где наряду с высокой плотностью населения влияние оказывает и промышленность [15].

Заключение

Приведенный подход обработки и анализа спутниковых данных Aura-OMI на основе проекта открытого доступа Mirador, может применяться в комплексе с обратным траекторным анализом для идентификации источников воздушного загрязнения. Этот метод обработки применялся в исследованиях в рамках проекта МНТЦ #3715 и в настоящий момент используется на ЛСТ КРСУ в задачах мониторинга регионального аэрозольного загрязнения.

Литература:

1. Чен Б., Свердлик Л. Оптические свойства аэрозолей Центрального Тянь-Шаня по данным лазерного зондирования. Бишкек: КРСУ, 2006. 274 с.
2. Кондратьев К. Дальний перенос и процессы осаждения // Оптика атмосферы и океана. 2005. Т. 18(4). С. 285-302.
3. L'Ecuyer O. S., Jiang J. I. Touring the atmosphere aboard the A-Train // Phys. Today. 2010. V. 63(7). P. 36.
4. Levelt P., van den Oord G., Dobber M, Malkki A., Huib Visser, Johan de Fries, Stammes P., Lundell J., Saari H. The ozone monitoring instrument // IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing. 2006. V. 44(5). P. 1093-1101.
5. Graaf M. de, Stammes P. SCIAMACHY Absorbing Aerosol Index - calibration issues and global results from 2002-2004 // Atmospheric Chemistry and Physics. 2005. V. 5(9). P. 2385 - 2394.
6. Duncan B. N. Indonesian wildfires of 1997: Impact on tropospheric chemistry // J. Geophys. Res. 2003. V. 108(D15).
7. Darменова К. Characterization of east Asian dust outbreaks in the spring of 2001 using ground-based and satellite data // J. Geophys. Res. 2005. V. 110(D2).

8. Prospero J. M. Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the NIMBUS 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product // Rev. Geophys. 2002. V. 40(1).

9. Moulin C. Evidence of the control of summer atmospheric transport of African dust over the Atlantic by Sahel sources from TOMS satellites (1979-2000) // Geophys. Res. Lett. 2004. V. 31(2).

10. Moore K. G. Long-range transport of continental plumes over the Pacific Basin: Aerosol physiochemistry and optical properties during PEM-Tropics A and B // J. Geophys. Res. 2003. V. 108(D2).

11. John H. Seinfeld, Spyros N. Pandis Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2006.

12. Gurjar B. R., Molina L. O., Ojha C. S. P. Air pollution: Health and environmental impacts. Boca Raton: CRC Press, 2010. xxiii, 532 p.

13. Fuhrer J., Booker F. Ecological issues related to ozone: agricultural issues // Environment International. 2003. V. 29(2-3). P. 141-154.

14. Forster P., Ramaswamy V., Artaxo P., Berntsen O., Belts R., Fahey D., Haywood J., Lean J., Lowe D., Myhre G., Nganga J., Prinn R, Raga G., Schulz M., van Dorland R. Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing: In: S. Solomon et al. (Editors), Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., 2007.

15. UNEP, UNDP, OSCE, NATO Environment and Security: Transforming risks into cooperation: Central Asia Ferghana/Osh/Khujand area, 2005.

Рецензент: к.ф.-м.н. Гайнутдинова Р.Д.