

Космический мониторинг эмиссий малых газовых компонент и аэрозолей в атмосферу Северной Евразии

академик Бондур В.Г.

*Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга «АЭРОКОСМОС»,
г.Москва, Россия*

Проанализированы основные источники эмиссий вредных газовых компонент и аэрозолей на территории Северной Евразии. Показано, что одними из наиболее опасных стихийных бедствий, угрожающих жизни людей, объектам инфраструктуры, уничтожающих лесной фонд являются природные пожары. Они представляют собой интенсивный источник эмиссий химически активных газов и мелкодисперсных частиц в воздушную среду, который является важнейшим фактором, определяющим баланс малых газовых компонент и аэрозолей в атмосфере Земли [Bondur, 2011, 2015; Bondur, Ginzburg, 2016].

Основную долю первичных продуктов выбросов при горении составляют: углекислый газ CO_2 ; угарный газ CO ; окись азота NO ; летучие органические соединения; мелкодисперсный аэрозоль (PM); двуокись серы SO_2 ; метан CH_4 и др. Попадая в атмосферу, первичные продукты горения вовлекаются в систему воздушных движений, претерпевая дальнейшую трансформацию, которая приводит к высоким концентрациям токсичных соединений, оказывающих вредное влияние на людей. Продукты горения переносятся конвективными течениями в свободную тропосферу до стратосферы, что приводит к их быстрому распространению на значительные расстояния в крупномасштабных циркуляционных системах. Эмиссионные шлейфы CO , CO_2 , семейств нечетного азота, а также аэрозолей от крупных природных пожаров прослеживаются в подветренном направлении на расстояниях до нескольких тысяч километров, что определяет нелокальный характер воздействия их источников. Это влияет на экологическое состояние воздушной среды, а также на климат планеты [Шведенко и др., 2011]. Учитывая такие особенности и характерные масштабы природных пожаров, следует, что для решения проблемы их обнаружения и оценки последствий требуется применение космических методов мониторинга [Bondur, 2011, 2015].

В настоящей работе проанализированы особенности формирования эмиссий углеродосодержащих газов и мелкодисперсных аэрозолей в воздушную среду при природных пожарах. Описаны методика и система оперативного космического мониторинга, которые используются для оценки площадей выгоревших территорий и объемов эмиссий CO_2 , CO и $\text{PM}_{2,5}$ в процессе природных пожаров. Приводятся результаты космического мониторинга природных пожаров и оценены площади, пройденные огнем, а также объемы эмиссий углеводородсодержащих газов и аэрозолей на всей территории Северной Евразии и ее отдельных регионов в различные месяцы за период с 2005 по 2015 г. Выявлены особенности сезонной повторяемости природных пожаров и объемов эмиссий вредных газов и мелкодисперсных аэрозолей на исследуемых территориях.

На основании результатов обработки данных, полученных при космическом мониторинге, проанализированы распределения по месяцам площадей, пройденных огнем, а также объемы эмиссий CO_2 , CO и $\text{PM}_{2,5}$ для всей территории Российской Федерации и ее отдельных регионов (Европейской части территории России, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов), а также стран Восточной Европы и Северной части Китая. Анализ полученных результатов показал, что для территории Европейской части России распределения по месяцам площадей, пройденных огнем, имеют два

характерных максимума - в апреле и в самые жаркие летние месяцы (июль-август). Исключение составляет 2012г., когда максимум сместился на сентябрь. Максимальные площади природных пожаров для этого региона были зарегистрированы в августе 2002 и 2010 г. Для территории Сибирского Федерального округа распределение по месяцам площадей, пройденных огнем, также имеют два характерных максимума: в весенние месяцы (апрель-май) и в летние месяцы (в основном июнь-июль). Для территории Дальневосточного Федерального округа России распределение площадей природных пожаров с апреля по август более равномерно. Максимальные площади, пройденные огнем, в этом регионе были в летние месяцы 2012г., а также в мае и июле 2011г. Максимальные площади пожаров для территории Северной Евразии были выявлены в апреле - мае 2006 и 2008 гг., а также в июле 2006 и 2012 гг.

Для территории Европейской части России, а также Дальневосточного Федерального округа распределение объемов эмиссий CO₂, CO и PM_{2.5} практически повторяют ход графиков распределения площадей пожаров. В то же время, объемы выбросов далеко не всегда пропорциональны площадям пройденным огнем. Так, например, в июле 2010 года площадь пожаров в Европейской части России была значительно меньше по сравнению с июлем 2011, а объемы эмиссий CO₂, CO значительно больше. При этом выбросы PM_{2.5} были примерно пропорциональны площадям пожаров.

В Сибирском федеральном округе России при относительно больших площадях, пройденных огнем, в апреле-мае 2005-2015 гг., объемы газовых и аэрозольных эмиссий в эти месяцы были незначительными. В то время, как летом (июль-август) объемы эмиссий CO₂, CO и PM_{2.5} приблизительно пропорциональны площадям пожаров. Это может быть связано с тем, что весной большинство пожаров возникает на юге данного региона, где преобладает редколесье с нераспустившейся листвой, для которых характерны относительно низкие значения эмиссионных коэффициентов. Характер распределений по месяцам площадей пожаров, а также объемов эмиссий углеродосодержащих газов и аэрозолей на всей территории Российской Федерации наиболее схож с характером аналогичных распределений для Сибирского Федерального округа, где преобладают бореальные леса. Это свидетельствует о максимальном вкладе такого типа растительности в эмиссии CO₂, CO и PM_{2.5} при природных пожарах.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности методов, технологий и средств космического мониторинга для оперативного обнаружения природных пожаров и оценки объемов вызываемых ими эмиссий углеродосодержащих газов и аэрозолей в воздушную среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bondur V.G. Satellite Monitoring of Wildfires during the Anomalous Heat Wave of 2010 in Russia // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*. 2011. Vol. 47. No. 9, P. 1039-1048.
2. Bondur V.G. Space-Borne Monitoring of Trace Gas and Aerosol Emissions During Wildfires in Russia // *Issledovanie Zemli iz Kosmosa*. 2015. No. 6. P.21-35.
3. Bondur V.G., Ginzburg A.S. Emission of Carbon-Bearing Gases and Aerosols from Natural Fires on the Territory of Russia Based on Space Monitoring // *Doklady Earth Sciences*. 2016. Vol. 466. No. 2. P. 148-152. DOI 10.1134/S1028334X16020045.
4. Шведенко А.З., Щепаченко Д.Г., Ваганов Е.А., Сухинин А.И., Максютов Ш.Ш., МкКалум И., Лакида И.П. Влияние природных пожаров в России 1998-2010 гг. на экосистемы и глобальный углеродный бюджет // *Доклады академии наук*. 2011. Т. 441. № 4. С.544-548.