

## ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ CO<sub>2</sub> В АТМОСФЕРЕ СО СПУТНИКА ОСО-2

Никитенко А.А.<sup>1</sup>, Бобровский А.П.<sup>1</sup>, Дьяченко Н.В.<sup>1</sup>, Скобликова А.Л.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет» Санкт-Петербург, Россия, nikki\_nic@mail.ru

**Аннотация.** В работе анализируются пространственно-временные зависимости общего содержания CO<sub>2</sub> по данным измерений спутниковой аппаратуры ОСО-2.

Ключевые слова: парниковый эффект, спутниковые измерения CO<sub>2</sub>, спутник ОСО-2.

Углекислый газ CO<sub>2</sub> является важным парниковым газом, роль которого, в первую очередь, состоит в поддержании фотосинтеза, который осуществляется растениями. Концентрация углекислого газа в сухом воздухе составляет около 0,02÷0,04% (250÷450 ppm). С середины XIX века наблюдается устойчивый рост общего содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере. По данным погодной обсерватории на Мауна-Лоа к 2009 году средняя концентрация CO<sub>2</sub> в земной атмосфере составляла 0,0387% или 387 ppm, а уже в апреле 2018 года его средняя концентрация достигла значения 410,26 ppm (0,0410 %) [4]. Рост уровня углекислого газа в атмосфере приводит к усилению парникового эффекта, вследствие чего происходят изменения климата Земли.

Углекислый газ пропускает излучение ультрафиолетовой и видимой части спектра, которое поступает от Солнца на Землю, и поглощает инфракрасное излучение на длинах волн 4,2–4,3 мкм, которое приходит от Земли. За счет этого идет повышение температуры поверхности планеты [2, 3].

Регулярные измерения общего содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере проводят с помощью наземных (дистанционных, локальных) и спутниковых методов наблюдения. Измерения углекислого газа проводятся почти на 150 стационарных станциях. Некоторые из них имеют статус глобальных станций мониторинга где, как правило, выполняются непрерывные измерения концентрации газов в приземном слое атмосферы, а полученные результаты исследований публикуются на сайте World Data Center for Greenhouse Gases (WDCGG) — Всемирного центра данных по парниковым газам с осреднением за час, сутки и месяц [1]. Это фоновые станции Мауна-Лоу, Барроу, Тикси, Териберка и др. Для определения концентрации общего содержания CO<sub>2</sub> проводятся измерения с помощью аппаратуры среднего спектрального разрешения, а также используются прямые и обратные задачи инфракрасной атмосферной оптики высокого спектрального разрешения.

В настоящее время внедряются и осуществляются проекты спутниковых измерений концентраций углекислого газа, которые реализуются на базе Aqua или GOSAT в спектральной полосе 13.4–15.4 мкм с помощью инфракрасного спектрометра — AIRS, а также с помощью аппаратуры ОСО-2 [1, 5].

2 июля 2014 года NASA был запущен спутник «Орбитальная углеродная обсерватория-2» (Orbiting Carbon Observatory-2 ОСО-2), который проводит измерения региональных выбросов углекислого газа и позволяет осуществить количественную оценку его сезонной и ежегодной изменчивости.

ОСО-2 работает в трех режимах: надир — съемка под космическим аппаратом; glint\_(быстрый взгляд) — для изучения мест, где солнечный свет отражается на поверхности Земли; target (целевой режим) — для наблюдения при пролете за конкретным местом на Земле. Прибор измеряет отраженное и рассеянное солнечное

излучение для безоблачной атмосферы в трех полосах поглощения – в слабой (1.61 мкм) и сильной (2.06 мкм) полосах CO<sub>2</sub> и полосе кислорода (0.76 мкм). Работа в трех режимах, измерения в трех полосах поглощения, специальные методы и алгоритмы интерпретации спутниковых измерений и специальная калибровка позволили достичь высокой точности измерений спутником OCO-2 [6].

В работе представлены результаты исследования вариаций содержания CO<sub>2</sub> вблизи Москвы на основе спутниковых данных спутника OCO-2 за 2014-2017 гг. За это время спутником было осуществлено 7627 измерений в течении 61-го дня вблизи Москвы (в диапазоне широт 54.74 – 56.78 и долгот 35.36 – 40.11). Обработка результатов измерений спутника показала, что минимальное наблюдавшее значение CO<sub>2</sub> было зарегистрировано 02.04.2015 и составляло 356,1ppm, а максимальное значение – 23.11.2016 – 431.1 ppm.

#### Литература

1. Биненко В.И. Шевчук Н.О. Региональный мониторинг концентрации парниковых газов на основе наземных и спутниковых измерений.
2. Climate Change 2001: The Scientific Basis.
3. Deep ice tells long climate story, BBC News.
4. Kahn, Brian. The world passes 400ppm carbon dioxide threshold. Permanently.
5. Тимофеев Ю.М. Исследования атмосферы Земли методом прозрачности. – СПб.: Наука, 2016.– 367 с.
6. <http://mapgroup.com.ua/kosmicheskie-apparaty/26-kosmicheskie-apparaty-ssha/960-oso-2>.

## RESEARCH OF GENERAL CONTENT CO<sub>2</sub> IN THE ATMOSPHERE USING THE SATELLITE OCO-2

**Nikitenko A.A.<sup>1</sup>, Bobrovsky A.P.<sup>1</sup>, Dyachenko N.V.<sup>1</sup>, Skoblikova A.L.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *Federal State Educational Institution of Higher Education "Russian State Hydrometeorological University" St. Petersburg, Russia, nikki\_nic@mail.ru*

**Abstract** The article analysis spatial and temporal variations CO<sub>2</sub> content of the general content (GC) CO<sub>2</sub> from measurements of satellite equipment OCO-2.

Keywords: greenhouse effect, satellite measurements CO<sub>2</sub>, satellite OCO-2.