

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О ЗЕМЛЕ

АНОМАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ОЗОНА В ПЕРИОД АЛТАЙСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 2003 Г. (ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ EP/TOMS)

© 2011 г. В. Б. Кашкин*, А. А. Романов

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Сибирский федеральный университет, Красноярск*

*E-mail: rtyvbk@rambler.ru

Поступила в редакцию 25.10.2010 г.

Рассмотрены данные спутниковой сканирующей системы EP/TOMS об общем содержании озона (ОСО) в период Алтайского землетрясения 2003 г. Основной удар пришелся на 27 сентября 2003 г. с магнитудой $M = 7.3$, за 5 дней до этого появилось новое “облако” озона. В следующие дни размер облака возрос, максимальное ОСО увеличилось на 70 ед. Добсона, однако после главного толчка ОСО уменьшилось. Вероятно, вновь возникший озон — приземный, является результатом фотохимических реакций с участием литосферных газов.

Ключевые слова: спутниковые данные, атмосферный озон, Алтайское землетрясение

Землетрясения являются одними из наиболее грозных природных явлений, они способны привести к серьезным разрушениям природных и техногенных объектов, вызвать многочисленные человеческие жертвы. Перед землетрясениями нередко возникают необычные, аномальные явления, которые можно заметить и зарегистрировать — предвестники землетрясений. К числу предвестников относят характерные микросейсмы, выделение литосферных газов, изменение уровня воды в скважинах и др. В период возрастания сейсмической активности необычные явления наблюдаются также в атмосфере. Кроме известных ионосферных эффектов (Афраймович, Перевалова, 2006), следует также ожидать появления других аномальных атмосферных явлений, например, изменений в озоновом слое Земли.

Наиболее полную информацию об общем содержании озона (ОСО) по земному шару получают с помощью аппаратуры, установленной на космических аппаратах (КА). До 2005 г. спутниковые исследования озонового слоя выполнялись с помощью спектрофотометра TOMS, который устанавливался на КА Nimbus-7, Метеор-3, ADEOS и EP/TOMS. С 2005 г. ежедневные глобальные данные об ОСО получают с КА AURA со спектрофотометром OMI. Достигнута хорошая точность измерений. В Северном полушарии на широтах выше 35° расхождения между наземными и спутниковыми данными об ОСО, в среднем, не превосходят 0.6–1% (Balis et al., 2007).

Атмосферный озон O_3 формирует сферический слой высотой около 90 км над поверхностью Земли.

Больше всего этого газа сосредоточено на высоте 26–27 км в тропиках, на высоте 20–21 км — в средних широтах и на высоте 15–17 км — в полярных областях. Стратосферный озон образуется при поглощении ультрафиолетового излучения Солнца молекулой кислорода на высоте выше 50 км, время его жизни в стратосфере средних широт более одного месяца (http://www.ccpo.odu.edu/SEES/ozzone/oz_class.htm). Стратосферный озон претерпевает суточные и сезонные вариации, в Северном полушарии максимум ОСО приходится на март, а минимум — на сентябрь–октябрь. Небольшая часть озона находится в тропосфере, куда попадает из стратосферы, а также образуется непосредственно в тропосфере при фотохимических реакциях с участием окислов азота, углерода и углеводородов, например, метана. Содержание озона в приземной тропосфере может изменяться несколько раз в течение суток в зависимости от изменения концентрации указанных газов и изменения солнечного освещения (Бутуханов, 2008).

Рассмотрим поведение атмосферного озона в период подготовки Алтайского землетрясения 27 сентября 2003 г., во время основных толчков и после землетрясения. Это землетрясение является сильнейшим за всю историю сейсмологических наблюдений в регионе Сибири. Эпицентр расположен недалеко от границы Евразийской литосферной плиты, где присутствуют многочисленные разломы земной коры, возможен выход литосферных газов. Магнитуда землетрясения $M = 7.3$, интенсивность в эпицентре — 9 баллов (Старовойт, 2003). Следует отметить, что облачная структура озонового слоя средних широт существенно мешает обна-

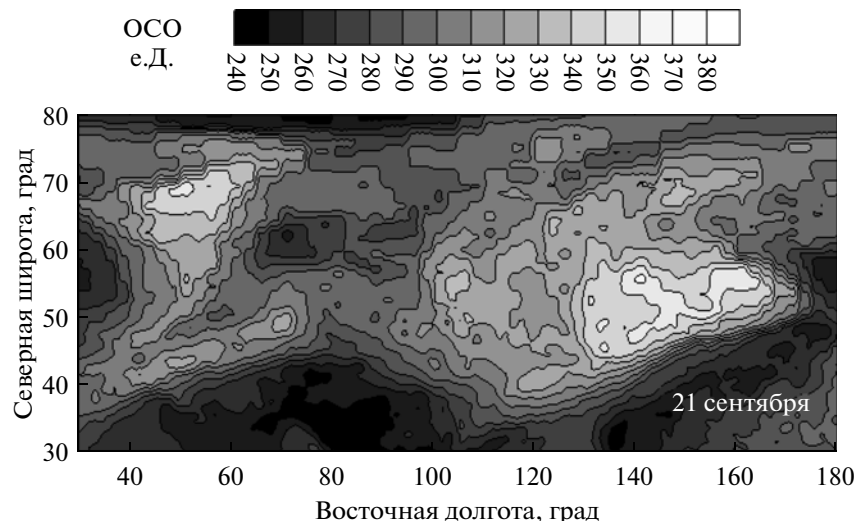


Рис. 1. Фоновое облако ОСО 21 сентября 2003 г.

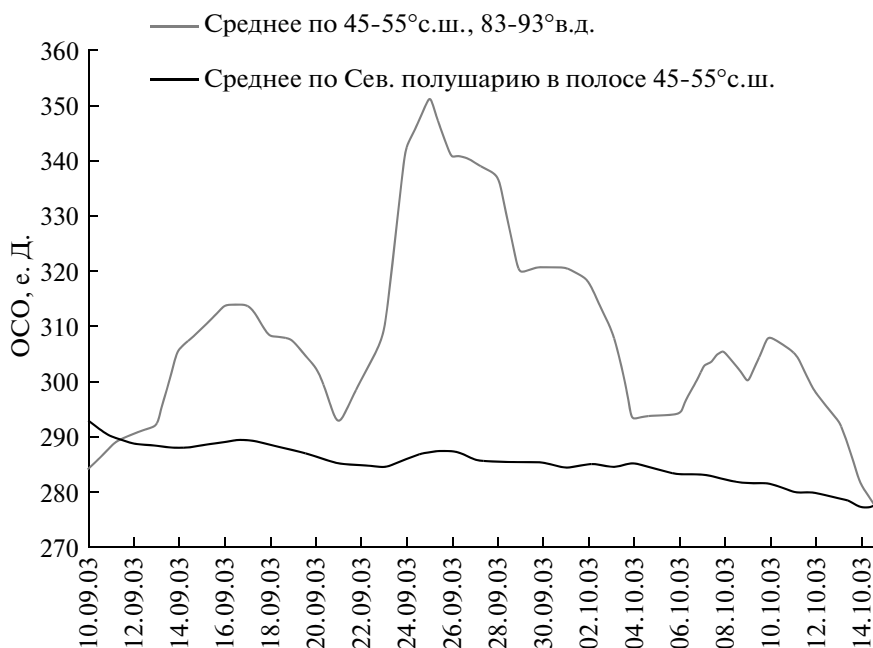


Рис. 2. Динамика среднего содержания озона по Северному полушарию и в точке землетрясения.

руживать его изменения, связанные с сейсмической активностью. Но Алтайское землетрясение произошло в “удобный” момент, приходящийся на годовой минимум содержания ОСО в Северном полушарии.

На рис. 1 можно видеть карту ОСО за 21 сентября 2003 г., до землетрясения, на ней заметно “облако” озона, которое перемещалось к востоку со скоростью $\sim 6^\circ/\text{сут}$. Этот и последующие рисунки получены после обработки исходных табличных данных об ОСО с сайта (<http://www.jwocny.gsfc.nasa.gov/ozone/ozone.html>) по методике, опи-

санной нами в (Кашкин, 2009). На рис. 1 на территории от 40° до 60° с.ш. и 60° – 100° в.д. “фоновое” ОСО в среднем составляло 290 единиц Добсона (e.Д.) и не превосходило 325 e.Д.

Но 22 сентября 2003 г. “вдруг” появилось облако с максимальным ОСО в 353 e.Д. в точке с координатами 52° с.ш., 64° в.д. (рис. 2). 23 сентября 2003 г. облако увеличилось по площади и сместилось к востоку, максимальное ОСО стало равным 372 e.Д. в точке с координатами 50° с.ш., 81° в.д.

Как видно из рис. 2, в дальнейшем облако продолжало смещаться к востоку, удлиняясь вдоль па-

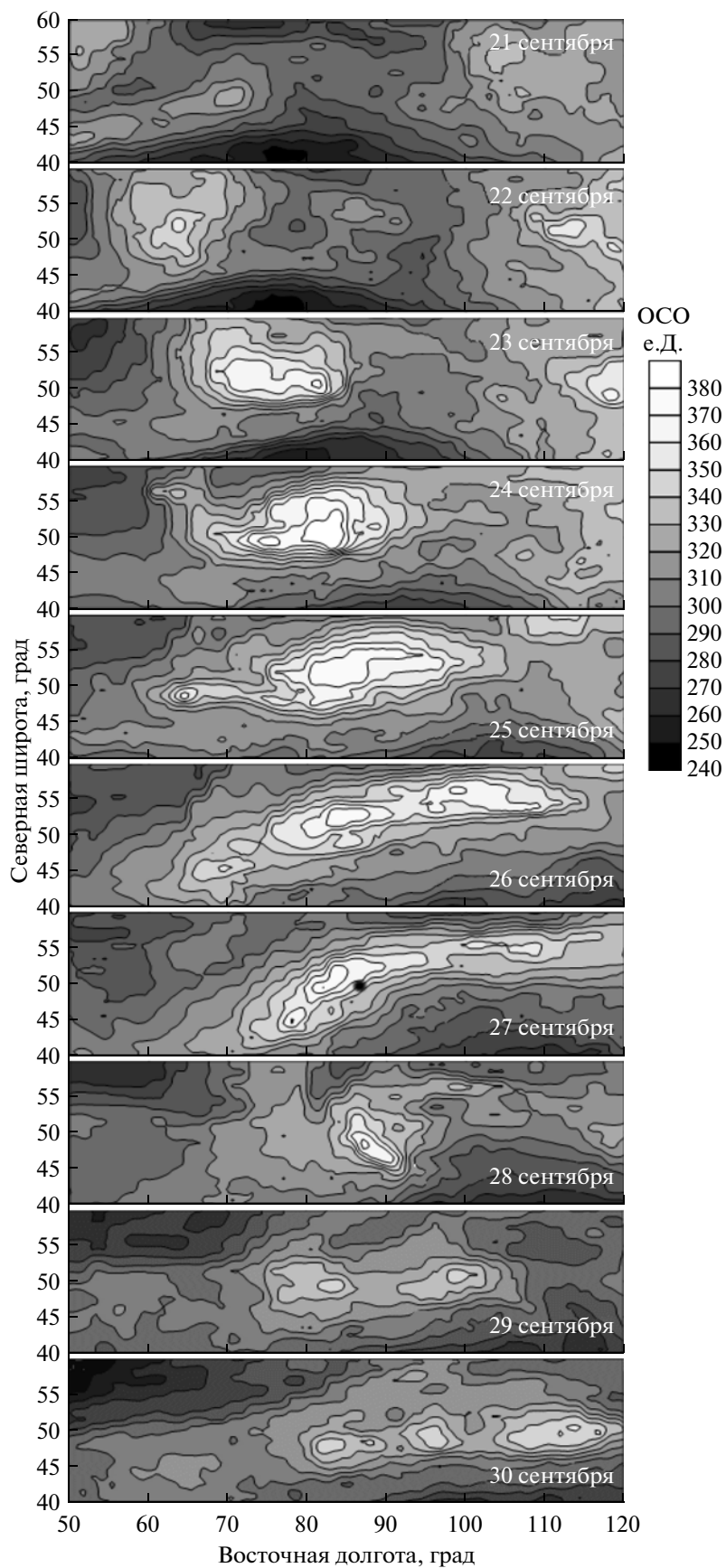


Рис. 3. Динамика поведения атмосферного озона в период Алтайского землетрясения 2003 г.

раллели и поворачиваясь. 24 сентября 2003 г. ОСО достигло 394 е.Д. в точке с координатами 51° с.ш., 82° в.д., это максимальное значение ОСО на участке 40°–60° с.ш. и 60°–100° в.д. за период с 21 сентября по 10 октября 2003 г. Среднее ОСО на этом участке 24 сентября 2003 г. равно 322 е.Д.

27 сентября 2003 г. произошло Алтайское землетрясение (рис. 2), положение эпицентра на рис. 3 показано черной точкой. В этом месте ОСО составило 339 е.Д., максимальное ОСО в очаговой области равнялось 380 е.Д.

Но на следующий день после землетрясения область с наибольшим ОСО резко уменьшилась в размерах при максимуме в 372 е.Д., среднее значение ОСО на площади от 40° до 60° с.ш. и 60°–100° в.д. стало равным 310 е.Д.. 29–30 сентября 2003 г. максимум ОСО в эпицентральной области упал до 348 е.Д., среднее ОСО на указанной площади 29 сентября 2003 г. составило 304 е.Д.

Не вызывает сомнения связь аномального поведения озона с сейсмическим событием 27 сентября 2003 г. на Алтае, однако возникает вопрос: какова природа увеличения ОСО? Пока нет сведений, что землетрясения способны создавать колебания в атмосфере, которые могут возбудить молекулы кислорода так, чтобы на высотах в 20–80 км произошло образование дополнительного количества озона. К тому же, вновь образовавшийся на достаточно большой высоте озон атмосферы не может исчезнуть за одни сутки.

Можно предположить, что упомянутый озон – приземный, результат реакций с участием литосферных газов: окислов углерода, азота, а также метана в присутствии солнечного света; на приземную природу указывает малое время жизни озона.

Работа выполнена при поддержке Федеральной программы по созданию высокопроизводительных производств (П-218, 2010-218-01-082).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Афраймович Э.Л., Первалова Н.П. GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли. Иркутск: ГУ НЦ ЗВХ ВСНЦ СО РАН, 2006. 480 с.

Бутуханов В.П. Пространственно-временные вариации приземного озона в атмосфере Байкальского региона: Дис. ... канд. техн. наук: 05.11.13. Улан-Удэ, 2008.

Старовойт О.Е., Чеккунас Л.С., Габсатарова И.П. Параметры землетрясения 27 сентября 2003 года на Алтае по инструментальным данным // Вестн. отд. наук о Земле РАН. 2003. № 1 (21).

Кашкин В.Б., Рублева Т.В., Хлебоброс П.Г. Природоохранная геофизика: проблемы озонового щита планеты // Инженерная экология. 2009. № 4. С. 18–32.

Balis D., Kroon M. et al. Validation of Ozone Monitoring Instrument total ozone column measurements using Brewer and Dobson spectrophotometer ground-based observation // J. Geophys. Res. 2007. V. 112. № D24S46. doi: 10.1029/2007JD008796.

Abnormal Phenomena of Atmospheric Ozone in the Period of the Altai Earthquake of 2003 (Based On Satellite Data EP/TOMS)

V. B. Kashkin, A. A. Romanov

Siberian Federal University, Krasnoyarsk

EP/TOMS ozone data were analyzed within September 20 – October 10 during seismic activity of the Altai 2003 earthquake. The main shock was September 27, magnitude $M = 7.3$. A new “cloud” containing ozone appeared 5 days before main shock in the region. The next days the cloud size extended, maximum total ozone content (TOC) increased by 70 Dobson units, after the main shock TOC decreased. Possible reason of ozone producing is impact of lithosphere gases in the low troposphere.

Keywords: satellite data, atmospheric ozone, Altai earthquake