

Пространственно-временное изменение общего содержания озона над Узбекистаном по наземным и спутниковым данным (TOMS)

Н. И. РАХМАТОВА, Г. А. ТОЛКАЧЕВА, Н. ПАНТЕЕВА, А. СТАРОВАТОВ

Научно-исследовательский гидрометеорологический институт,

Ташкент, Узбекистан

e-mail: sanigmi@albatros.uz

A spatial-temporal distribution of the Total Ozone Column over Uzbekistan is described. Comparative analysis of ground observations and the satellite data is carried out. A good coherence between these types of data is revealed. Seasonal and average long-term maps of the Total Column Ozone distribution over the republic were plotted. Zones of the minimal concentration of the Total Ozone Column over the Central Asia Mountains were discovered.

Исследование общего содержания озона (ОСО) в атмосфере Земли на протяжении многих лет является одной из актуальных задач. Несмотря на ничтожно малое его количество в стратосфере, озон играет жизненно важную роль в предохранении всего живого на Земле от губительного воздействия ультрафиолетового излучения Солнца в диапазоне 280...320 нм.

Целью данной работы явилось исследование пространственно-временного изменения общего содержания озона над Узбекистаном. Измерения ОСО проводятся только на двух станциях, расположенных в восточной предгорной части республики, западная равнинная и горная части остаются без наблюдений. Этих станций недостаточно, чтобы оценить пространственно-временные вариации ОСО над всей территорией республики. Узбекистан расположен в центре Средней Азии (37–45°), имеет разнообразный ландшафт и аридный климат; общая площадь территории 447 400 км².

В настоящее время для решения проблемы, подобной нашей, используются данные спутниковых наблюдений. Был сделан сравнительный анализ между спутниковыми и наземными наблюдениями за ОСО и рассмотрены сезонные и пространственно-временные изменения общего содержания озона над республикой.

Нами использованы данные спутниковых наблюдений (TOMS) и наземных наблюдений озонометром Гущина М-124 в двух городах: в Ташкенте (широта 41°19', долгота 69°18') и в Термезе (широта 37°16', долгота 67°18'). Для изучения ОСО над Ташкентом были взяты среднемесячные значения спутниковых и наземных наблюдений за период 1990–2006 гг., над Термезом — данные среднемесячных наблюдений за период 1992–2006 гг. и ежедневные значения спутниковых данных за 2005 г. Сезонные изменения рассматривались за период 1990–2005 гг., а для пространственно-временных вариаций над всей территорией республики использовались данные TOMS за 2000–2004 гг.

Для оценки возможности применения спутниковых данных TOMS над территорией Узбекистана проведен корреляционный анализ между данными наземных и спутниковых наблюдений (рассчитаны коэффициенты корреляции), построены зависимости между этими величинами для Ташкента и Термеза (рис. 1). Они оказались довольно тесными: по Ташкенту коэффициент равен 0.87, по Термезу — 0.78. Это говорит о хорошей связи между данными TOMS и наземных наблюдений, а также дает возможность использовать спутниковые данные в изучении пространственно-временных вариаций ОСО, тем более что в наземных наблюдениях случались пропуски.

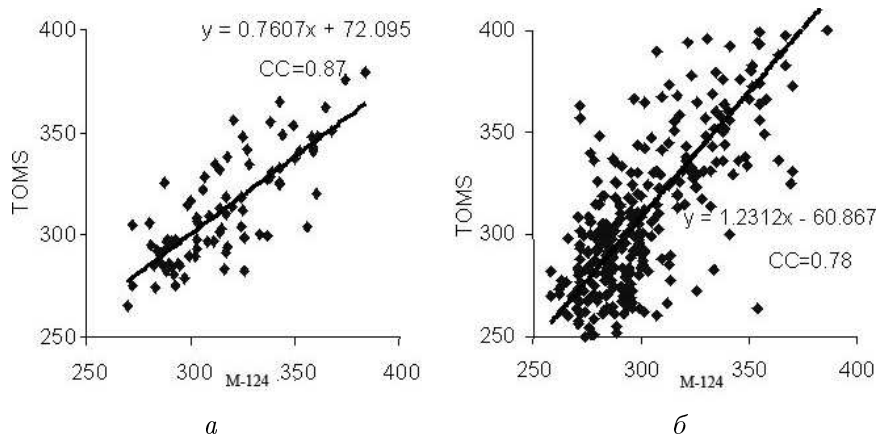


Рис. 1. Графики зависимости наземных и спутниковых наблюдений общего содержания озона над Ташкентом (а) и Термезом (б)

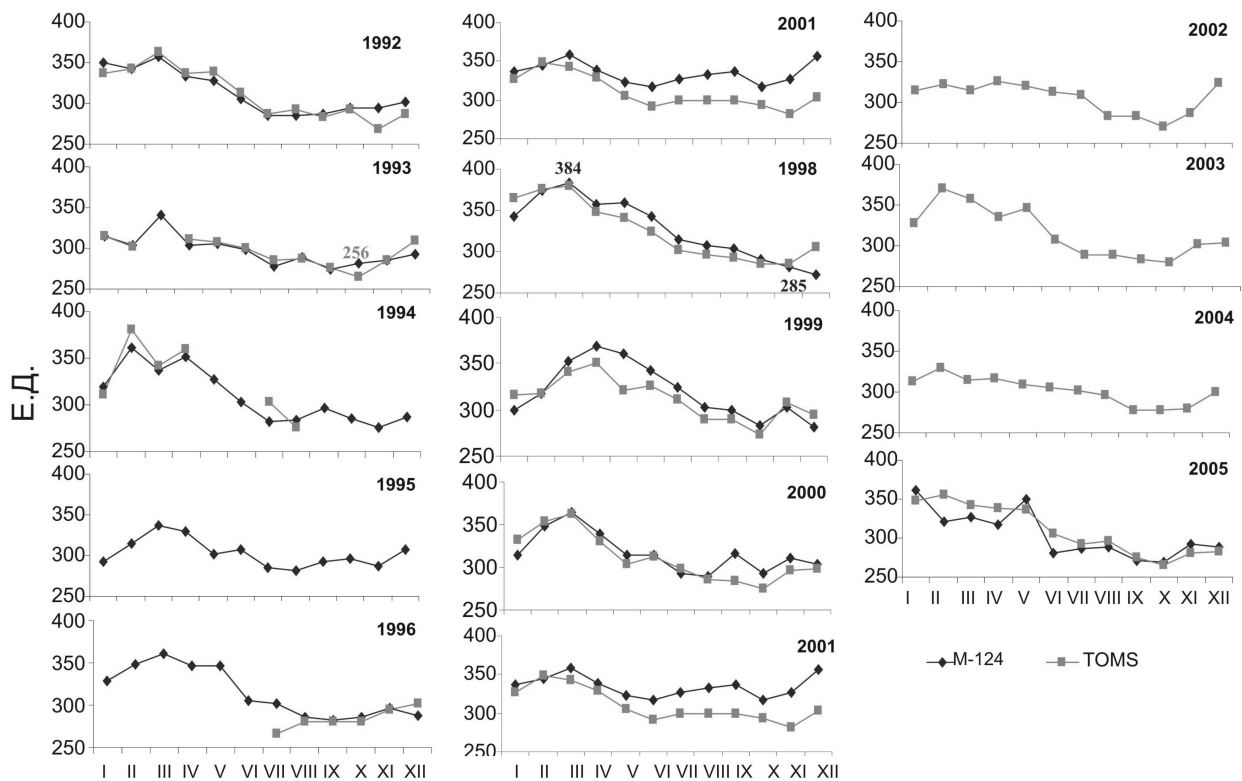


Рис. 2. Сезонные вариации ОСО над Ташкентом за период 1992–2005 гг.

Средние многолетние значения ОСО за 16 лет составляют 316 ± 27 е. д. по наземным наблюдениям и 313 ± 26 е. д. по TOMS, т. е. значения стандартного отклонения и среднего очень близки: между наземными наблюдениями они менялись от 25 до 23 е. д., а для TOMS — от 16 до 18 е. д. За норму ОСО приняты средние многолетние значения его над Ташкентом и Термезом за рассмотренный период.

На рис. 2 продемонстрирован годовой ход среднемесячных значений общего содержания озона над территорией г. Ташкента за период 1992–2005 гг., по данным M-124 и TOMS. Максимальные значения ОСО приходятся на зимне-весенний период — с февраля по апрель, за весь период наблюдения самое высокое значение ОСО отмечалось в марте 1998 г. — 384 е. д.; минимальные значения приходятся на летне-осенний период.

На рис. 3 изображен внутригодовой ход ОСО над Термезом, причем во все годы, кроме 2005 г., оценка проводилась по данным только наземных наблюдений. Максимальные величины наблюдались в 2000 г. и составляли около 390 е. д., а минимальные значения ОСО колеблются в пределах 250...300 е. д.

Необходимо отметить, что внутригодовой ход ОСО как в Ташкенте, так и в Термезе на протяжении всего рассмотренного периода был очень похожим: максимум ОСО приходился на март—апрель, затем шел спад до минимальных значений в сентябре—октябре.

Для изучения пространственно-временного распространения ОСО над всей территорией республики, как уже говорилось, использовались среднемесячные данные TOMS за период 2000–2004 гг. По этим данным построены карты распространения пространственно-временных вариаций ОСО над республикой с шагом в 1 град. (рис. 4). Как видно из рисунка, значения ОСО колеблются от 295 до 320 е. д. К северу республики происходит увеличение на 2.5 е. д., что объясняется переносом озона из тропической зоны к полюсам.

Между зимой и весной в распределении ОСО над Узбекистаном различия очень малы. Летом и осенью направление изолиний ОСО уже за пределами республики над отрогами Памира-Алая меняется с широтного на долготное. Осенняя карта заметно отличается от карт других сезонов: значения ОСО колеблются в меньших пределах.

Распространение ОСО в течение года над всей республикой отражено на рис. 4. В зимнее время года максимальные значения (335 е. д.) наблюдаются на севере, а минимальные (около 302 е. д.) — в южной части на широте 37° с. ш., весной значения ОСО варьируются в пределах 310...360 е. д., изменение ОСО над всей территорией летом и осенью за тот же период невелико, в направлении с севера на юг оно меняется лишь на 10...20 е. д. Так, отмечены наибольшие величины ОСО на севере и явное уменьшение к югу, минимальные значения выявлены на юго-востоке над горами Средней Азии и Афганистана.

Рассчитано, что от месяца к месяцу в течение года ОСО изменяется в среднем на 10 е. д. Исследования показали также, что с марта по октябрь происходит уменьшение значений ОСО, а с ноября по февраль — их увеличение.

В пространственно-временном изменении средних значений ОСО за период 2000–2005 гг. над территорией Узбекистана наблюдается их увеличение с юга на север. Но необходимо отметить, что наименьшие величины выявлены на юго-востоке, а значения их колеблются от 300 до 320 е. д. (рис. 5). Можно предположить, что озоновый минимум над горами возникает там, где западный воздушный поток набегающий на достаточно высокие горы Памира-Алая и вертикальная составляющая ветра как бы сдвигает озоновый слой вверх. Известно, что перемещение минимума озона в сторону больших высот

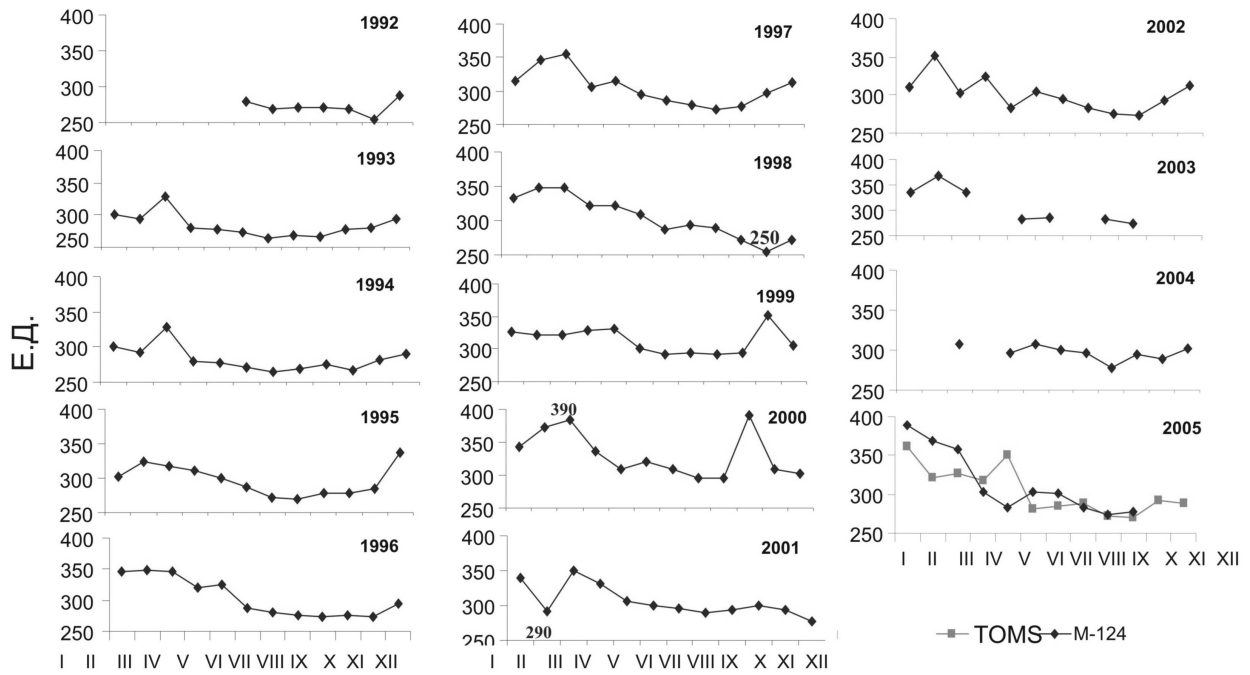


Рис. 3. Сезонные вариации СО над Термезом за период 1992–2005 гг.

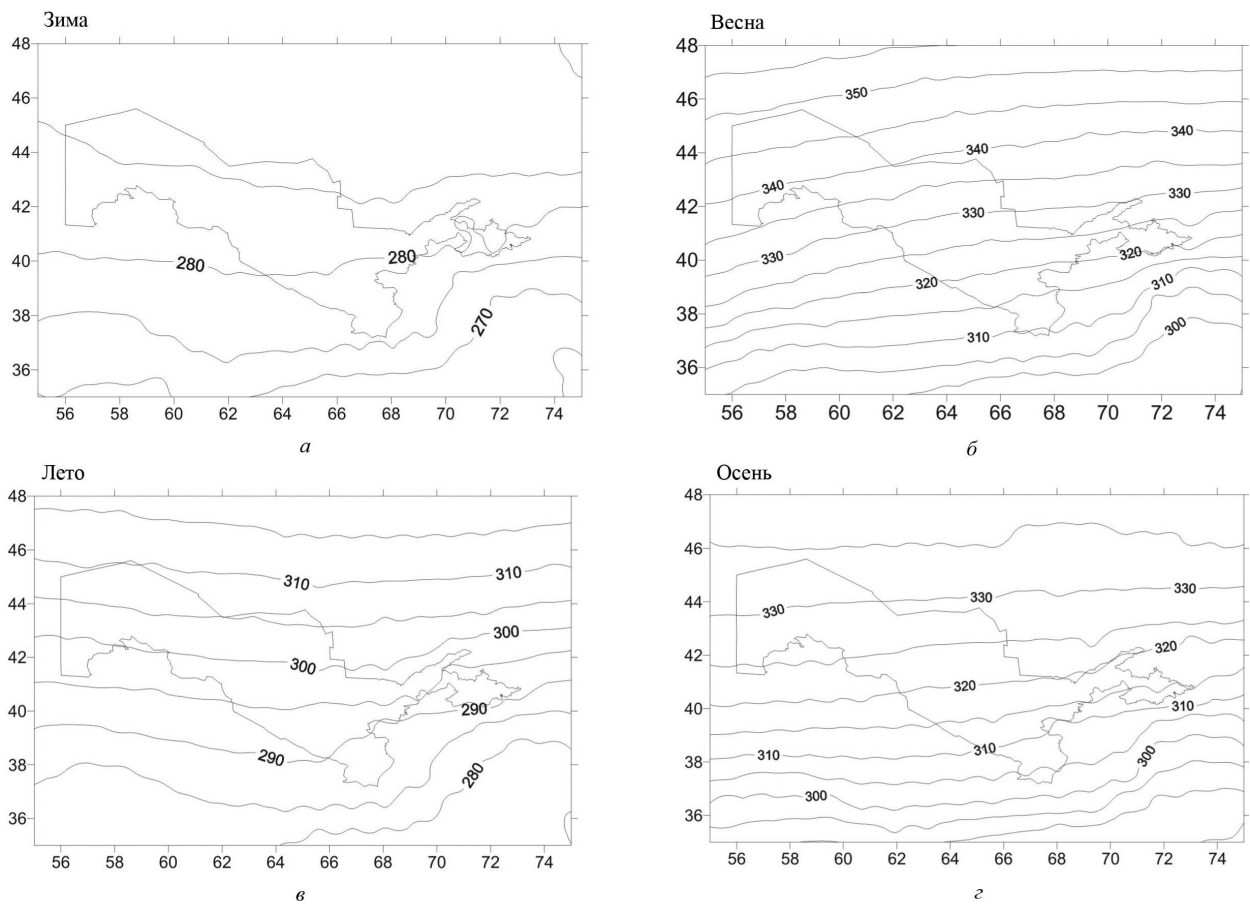


Рис. 4. Сезонное распространение общего содержания озона над территорией Узбекистана за период 2000–2004 гг.

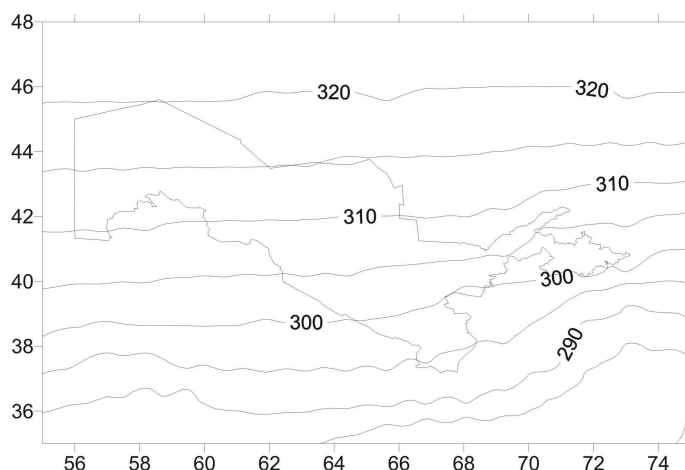


Рис. 5. Распространение СО над Узбекистаном за период 2000–2004 гг.

приводит к уменьшению толщины его слоя. Скорости химических реакций резко возрастают с высотой, и даже небольшое перемещение минимума озонового слоя по высоте вызывает его обеднение. Таким образом, согласно сделанному предположению, одним из условий возникновения озонового стратосферного минимума над горами является взаимодействие ветрового потока с высокими горами [1].

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Рассчитанные коэффициенты корреляции между спутниковыми данными (TOMS) и наземными наблюдениями озонметром Гущина М-124 над Ташкентом и Термезом равны 0.87 и 0.78 соответственно. Такой результат говорит о возможности использования данных TOMS для исследований пространственно-временных вариаций СО над территорией Узбекистана.

Внутригодовой ход СО мало меняется от года к году, что подтверждается данными как наземных, так и спутниковых наблюдений. Максимальные значения СО отмечены в зимне-весенний период и достигают 385 е. д., в летне-осенний период величины СО снижаются до 250 е. д. Этот факт объясняется фотохимическими процессами образования озона в тропических широтах, где приток солнечной радиации постоянен, и последующим переносом его к полюсам. У полюсов озон аккумулируется в зимнее время, а затем весной при увеличении притока солнечной радиации происходит интенсивное образование озона и СО резко увеличивается [2, 3]. Минимум СО наблюдается над горами Центральной Азии и Афганистана, что обусловлено прежде всего орографическими факторами и процессами, вызванными ими.

Список литературы

- [1] СТАРОВАТОВ А.А. Возмущения в озоносфере и ионосфере над горами Центральной Азии. Ташкент, 1997.
- [2] RICHARD P. WAYNE Chemistry of Atmospheres.
- [3] ANJANEYULU Y. Air: Pollution and Control Technologies. 2002.

Поступила в редакцию 21 февраля 2008 г.