

УДК 551.510.534

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ОЗОНА С ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВ ЗЕМЛИ

© 2008 г. А. В. Поляков, Ю. М. Тимофеев

Санкт-Петербургский государственный университет
198504 Санкт-Петербург, Петродворец, ул. Ульяновская, 1
E-mail: polyakov@troll.phys.spbu.ru

Поступила в редакцию 21.02.2008 г., после доработки 02.06.2008 г.

Предложена методика определения общего содержания озона (ОСО) с высоким пространственным ($3 \times 3 \text{ км}^2$) и временным (15 мин) разрешением измерениям уходящего теплового излучения Земли с геостационарных спутников METEOSAT. Методика основана на измерениях с помощью прибора SEVIRI (8 ИК каналов) и с привлечением дополнительной информации о трехмерном поле температуры атмосферы и температуре поверхности, получаемой с полярных спутников (прибор AIRS). Обратная задача по определению ОСО решается методом нейронных сетей. При обучении нейронной сети используются также данные измерений ОСО с помощью прибора AIRS. Наземные измерения ОСО на международной озонметрической сети используются для контроля качества данных прибора AIRS, а также для оценки погрешностей предложенной методики определения ОСО по данным SEVIRI. Показано, что средняя и среднеквадратичная разности значений ОСО, полученных с помощью предложенной методики и значений ОСО по результатам измерений на международной озонметрической сети, составляют 1.5% и 6.5% соответственно. Приведены примеры распределений ОСО, восстановленных с высоким пространственным и временным разрешением, показывающие перспективность разработанной методики для решения различных научных и прикладных задач и, в частности, для исследования динамики стратосферы.

1. ВВЕДЕНИЕ

Изучение пространственно-временных вариаций содержания озона в атмосфере Земли представляет собой актуальную задачу в связи с существенным влиянием озона на климат планеты и УФ освещенность земной поверхности, токсичностью и высокими окислительными способностями озона в тропосфере [1, 2]. Исследования озона длительное время осуществляются наземными и спутниковыми методами. В последние десятилетия огромное количество информации о содержании озона было получено с помощью различных спутниковых методов [1–4]. Спутниковое зондирование озоносферы осуществляется на основе измерений спектров пропускания атмосферы на касательных трассах по излучению Солнца, Луны и звезд в широкой области спектра, измерений собственного излучения атмосферы, а также отраженного и рассеянного солнечного излучения при различной геометрии спутниковых измерений. Эти методы наблюдений используются в основном на полярных спутниках, но в последнее время были сделаны попытки определения общего содержания озона (ОСО) с геостационарных спутников (ГС) [5–8]. На ГС “Meteosat” функционирует аппаратура SEVIRI, измеряющая уходящее излучение Земли в ряде каналов в видимой и ИК-областях спектра (в том числе в полосе поглощения озона в окрестности 9.6 мкм). Это позволяет, в принципе, получать уникальную инфор-

мацию о квазиглобальном распределении ОСО с высокой частотой (каждые 15 мин) и высоким пространственным разрешением (до $3 \times 3 \text{ км}^2$). Подобная информация представляет значительный интерес при изучении мезомасштабных пространственно-временных вариаций ОСО, региональных оценок УФ освещенности поверхности Земли в оперативном режиме, а также многолетних трендов ОСО. Высокая частота наблюдений пространственных полей ОСО может также помочь в изучении динамических характеристик стратосферы.

Как показали проведенные ранее исследования, информативность измерений с помощью прибора SEVIRI в отношении ОСО недостаточно высока для того, чтобы получать данные о содержании озона с погрешностью лучше 10% [5]. В связи с этим в данной работе предлагается, исследуется и иллюстрируется подход к определению ОСО с геостационарных спутников, основанный на совместном использовании измерений с полярных и ГС спутников.

2. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ ОСО С ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВ

В предлагаемой методике используются измерения уходящего излучения в ИК каналах прибора (табл.1).

Исследования показали, что данные одних только ИК измерений с помощью прибора SEVIRI не со-

Таблица 1. Инфракрасные измерительные каналы аппаратуры SEVIRI

Номер канала	Центр канала,		Влияющие и определяемые параметры атмосферы
	см ⁻¹	мкм	
4	2555.73	3.9	Температура поверхности, низкая облачность, туманы,
5	1588.79	6.3	Водяной пар, ветер, высота полупрозрачной облачности
6	1359.93	7.4	Полупрозрачная облачность
7	1148.28	8.7	– // –
8	1034.05	9.7	Озон
9	927.76	10.8	Температура поверхности, общее содержание водяного пара
10	837.82	11.9	Температура поверхности, общее содержание водяного пара
11	749.7	13.3	Температуры нижней стратосферы, облака

Таблица 2. Информация, используемая в методике восстановления ОСО

Система измерений	Приборы	Данные	Цель
Полярный спутник Aura	Спектрометр AIRS	1 этап. Поле ОСО 1 и 2 этапы. 3-х мерное поле температуры атмосферы и температуры поверхности	1 этап – построение решающего оператора обратной задачи; 2 этап – определение ОСО по SEVIRI
Геостационарный спутник “METEOSAT-8”	SEVIRI	Излучение в 8-ми ИК спектральных каналах	1 этап – построение решающего оператора; 2 этап – определение ОСО на независимой выборке
Наземная озонометрическая сеть	Спектрометры Добсона и Брюера, фотометр М-124	ОСО	Проверка качества измерений ОСО приборами AIRS и SEVIRI

держат достаточное количество информации для определения ОСО с приемлемой точностью для всех широтных зон, в которых осуществляются измерения SEVIRI [5]. Важнейшими дополнительными параметрами (кроме вертикального профиля содержания озона и ОСО), влияющими на уходящее тепловое излучение, являются профиль температуры $T(z)$ и температура поверхности T_s . Прибор SEVIRI не позволяет определять профиль температуры атмосферы, и поэтому естественно в качестве дополнительной информации привлечь данные о $T(z)$ и T_s в районе наблюдений с помощью прибора AIRS (спутник Aura) [9, 10]. При этом данные AIRS используются как для построения решающего оператора обратной задачи (1-й этап методики), так и для определения ОСО по измерениям SEVIRI по независимому ансамблю измерений (2-й этап методики). В первом случае, кроме полей температур ат-

мосферы и поверхности, привлекаются данные измерений ОСО тем же прибором. Во втором случае используются только данные о $T(z)$ и T_s (табл. 2). Данные зондирования с помощью аппаратуры AIRS [9, 10] свободно доступны в Интернете по адресу http://disc.gsfc.nasa.gov/AIRS/data_products.shtml.

Кроме этого, мы использовали данные наземных измерений ОСО на международной озонометрической сети (<http://www.woudc.org>) [11] как для контроля точности измерений ОСО с помощью прибора AIRS, так и для анализа качества предложенного нами метода. При этом использовались данные измерений с помощью спектрофотометров Добсона и Брюера и фильтрового озонометра М-124. В табл. 2 дана краткая сводка основной использованной информации на различных этапах реализации предлагаемой методики.

Геостационарное положение прибора SEVIRI (спутник “METEOSAT-8”) позволяет вести наблюдения в круге с центром в начале географических координат (именно над этой точкой располагается спутник) (рис. 1). Размер этого круга определяется условием видимости спутника из наблюдаемой точки земной поверхности под зенитным углом менее 75°. По этой причине мы использовали только данные наземных станций, расположенных в указан-

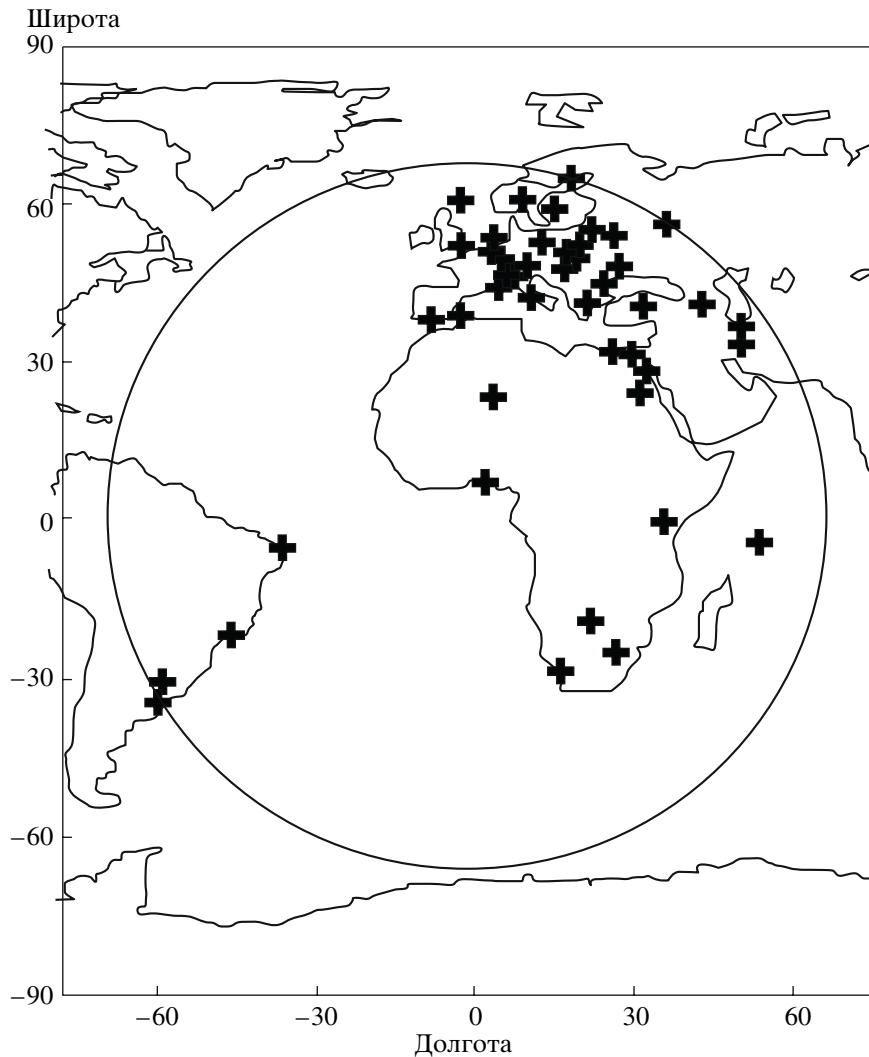


Рис. 1. Область наблюдения аппаратуры SEVIRI и положение станций озонометрической сети, данные которых использованы в работе.

ном круге (41 станция). На рис. 1 показано положение этих станций и область наблюдений с ГС “МЕТЕОСАТ-8”.

Хотя наземные наблюдения ОСО, безусловно, наиболее точны и надежны и используются для валидации данных спутниковых измерений ОСО, ограниченное их количество делает их мало пригодными для непосредственного использования в задачах построения решающего оператора при регрессионном подходе к восстановлению ОСО по спутниковым измерениям с помощью прибора SEVIRI. По этой причине мы использовали для построения решающего оператора обратной задачи данные измерений ОСО с помощью прибора AIRS [9, 10], что позволило осуществить достаточно полное покрытие измерениями ОСО области наблюдений с ГС. Мы использовали данные AIRS уровня 3, т.е. данные за каждый исследуемый день наблюдений, собранные воедино и осредненные по широтно-дол-

готной сетке с шагом один градус. Заметим, что были отобраны измерения на восходящих ветвях траекторий спутника Aura, соответствующие дневным условиям наблюдений, что позволяет считать их удовлетворительно согласованными по времени (с точностью несколько часов) с наземными наблюдениями ОСО, выполняемыми по солнечному излучению.

Поскольку мы стремимся привязать наши алгоритмы восстановления ОСО по измерениям с помощью прибора SEVIRI к данным наземных измерений, необходимо исследовать качество используемых нами результатов измерений ОСО с помощью аппаратуры AIRS. Для этого мы подобрали пары измерений ОСО с помощью прибора AIRS к измерениям на наземных станциях в 100-километровой окрестности станций и выполнявшихся в тот же день, что и измерения на станциях. Мы использовали измерения за 26 различных дней, приблизитель-

Таблица 3. Статистические характеристики сравнения данных наземных и спутниковых измерений ОСО

Номер строк	Тип измерений	Среднее ОСО, е.Д.	СКО, е.Д. (%)	Средняя разность, е.Д. (%)	Среднекв. разность, е.Д. (%)	Коэффициент корреляции, %
1	Наземные измерения	311.3	43.8 (14.0)	9.7 (3.1)	23.4 (7.5)	90.8
2	Прибор AIRS	321.0	50.6 (16.3)			

Таблица 4. Статистические характеристики сравнения значений ОСО, полученных по данным измерений прибором SEVIRI уходящего излучения с использованием разработанной методики, и из наземных измерений ОСО

№ строк	Число нейронов скрытого слоя и тип активаторной функции нейронной сети	Отличия от данных наземных измерений, %		
		Среднее	Средне-квадратическое	Коэффициент корреляции
1	1, logsig	-2.7	8.1	0.88
2	2, logsig	2.2	7.1	0.91
3	3, logsig	1.5	6.5	0.92
4	4, logsig	1.3	6.8	0.91
5	1, purelin	3.0	8.3	0.88
6	3, tansig	1.5	6.5	0.92
Без разбиения по широтным поясам				
7	3, tansig	2.7	7.1	0.91
8	3, logsig	2.8	7.0	0.92

но равномерно распределенных по сезонам, всего 761 пару измерений. В табл. 3 в строках 1, 2 приведены статистические характеристики значений ОСО по результатам наземных и спутниковых измерений ОСО и разностей ОСО (из данных спутниковых измерений вычитаются данные наземных измерений, а относительные величины разностей вычисляются по отношению к данным наземных измерений). Среднеквадратические отклонения (СКО) ОСО для двух ансамблей данных близки между собой, хотя изменчивость данных спутниковых измерений ОСО выше, чем у данных наземных: 50.6 против 43.8 е.Д. (единиц Добсона), что можно объяснить их большей, по сравнению с наземными данными, погрешностью. Из табл. 3 следует, что среднеквадратическое рассогласование между данными спутниковых и наземных измерений ОСО составляет в относительных единицах 7.5%. Средняя разность между этими данными составляет около 10 е.Д., или 3.1%, а коэффициент корреляции 90.8%.

3. ФОРМИРОВАНИЕ РЕШАЮЩЕГО ОПЕРАТОРА ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ (МЕТОД НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ)

В методике решения обратной задачи (восстановления ОСО по данным измерений SEVIRI с привлечением дополнительной информации) мы использовали нейронную сеть (см., например, [12]).

Рассмотрены сети с различным количеством слоев, различным количеством нейронов в слое и различными функциями активации, обозначаемыми *tansig*, *logsig*, *purelin*. Поскольку количество нейронов в выходном слое определяется числом вычисляемых нейронной сетью параметров, то в нашем случае это единственный нейрон. Кроме того, поскольку нейронная сеть, в отличие от использовавшейся нами ранее множественной линейной регрессии [5], учитывает и нелинейные зависимости, мы также включили в число входных параметров зенитный угол, под которым спутник виден из наблюдаемой точки земной поверхности. При обучении нейронной сети мы использовали измерения в восьми спектральных ИК каналах прибора SEVIRI, трехмерное поле температуры атмосферы, поле температуры поверхности и поле ОСО (данные AIRS). При решении обратной задачи входными параметрами сети являются интенсивности излучения, измеренные в восьми каналах SEVIRI, высотный профиль температуры воздуха и температура подстилающей поверхности (данные AIRS). Все приведенные ниже результаты исследований относятся к случаю безоблачной атмосферы.

В табл. 4 приведены результаты сопоставления восстановленных значений ОСО с помощью прибора SEVIRI с данными наземных измерений для нейронных сетей с различной структурой. Анализируя табл. 4, можно заключить, что оптимальной явля-

ется сеть с 3-мя нейронами в скрытом слое с функцией активации \tansig или \logsig (строки 3 и 6). Среднеквадратичное отличие восстановленных значений ОСО от значений ОСО по данным наземных измерений составляет 6.5%, что очень близко к типичным отличиям между данными измерений ОСО с помощью различных приборов (например, AIRS, TOMS, OMI и т.д. [13]), полученных по наблюдениям с полярных спутников.

Интересно отметить, что сеть с линейной активаторной функцией (строка 5 в табл. 4) приводит к решению, полностью аналогичному решению задачи методом линейной регрессии, что позволяет оценить преимущество метода нейронных сетей по сравнению с методом множественной линейной регрессии, которое выражается в уменьшении СКО с 8.3% до 6.5%.

Следует также отметить, что разбиение выборки на широтные пояса (тропики и средние широты) с использованием метода нейронных сетей, как и метода линейной регрессии, тоже дает некоторый, хотя и меньший, выигрыш в точности восстановления ОСО (строки 7, 8 в табл. 4). Те же строки 7, 8 табл. 4 повторно демонстрируют практически полную независимость погрешности решения обратной задачи от выбора функции активации.

4. ПРИМЕРЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЛЕЙ ОСО ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ УХОДЯЩЕГО ИК ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРИБОРА SEVIRI

Напомним, что основное преимущество получаемых по измерениям SEVIRI значений ОСО перед данными, получаемыми по измерениям с другими приборами (например, AIRS), заключается в высоком пространственно-временном разрешении при охвате большой территории земной поверхности. Визуальный анализ данных на всей площади измерений с максимальным пространственным разрешением затруднен, т.к. масштаб рисунка не обеспечивает необходимое пространственное разрешение (по каждой из координат на таких рисунках следует изобразить около 3 тысяч точек раstra). На рис. 2а, 2б представлены два относительно небольших фрагмента последовательных распределений ОСО 17 мая 2007 г., разделенных интервалом 30 мин, на одном и том же участке территории европейской части России, включающем Санкт-Петербург (59.9°N, 30.3°E) и Москву (55.7°N, 37.6°E). Области, где данные отсутствуют, заштрихованы.

Отметим наличие на рис. 2а, 2б областей со значительными горизонтальными градиентами ОСО и областей, в которых ОСО имеет довольно низкие значения (менее 300 е.Д.). Приведенные распределения ОСО разделены интервалом 30 мин, что пренебрежимо мало по сравнению со временем фотохимической релаксации озона в нижней и средней

стратосфере, большим суток. Поэтому изменения полученных нами значений ОСО в отдельных областях могут быть обусловлены горизонтальными движениями в стратосфере. Проблемы, связанные с использованием подобных данных для определения характеристик поля ветра в стратосфере, будут исследованы в дальнейшем.

На рис. 2в приведено поле разностей значений ОСО, приведенных на рис. 2а, 2б (из более поздних данных вычитались более ранние). На этом рисунке видны значительные изменения ОСО в отдельных районах наблюдений, достигающие 30–40 е.Д., т.е. значений, заметно превышающих погрешности измерений ОСО. Хорошо видны области возрастания и убывания ОСО, в частности, заметна полоса чередующихся локальных областей возрастания и убывания ОСО в районе 54–56°N. Вместе с тем, в нижней части поля разностей ОСО на рис. 2в преобладает равномерная окраска, по интенсивности близкая к окраске, характерной для нулевого изменения ОСО. Это свидетельствует об отсутствии заметных движений воздуха в стратосфере в этой зоне, т.к. распределение ОСО в ней не однородно (см. рис. 2а, 2б). Чередование областей возрастания и убывания ОСО (светлых и темных участков рис. 2в) может свидетельствовать о горизонтальном перемещении объемов воздуха с различным содержанием озона.

Другой пример распределения ОСО 16 февраля 2006 г. в 11 ч 45 мин в области, ограниченной экватором, параллелью 5°N и меридианами 41 и 47°E, приведен на рис. 3а. На рисунке хорошо видны характерные неоднородности распределения ОСО – максимумы на долготах 43–44°E.

Рисунок 3б демонстрирует, как видоизменяется со временем особенность, наблюдаемая на рис. 3а. На рис. 3б видна узкая светлая полоса, соответствующая убыванию озона, вытянутая с северо-востока на юго-запад, и близкая к юго-восточному краю максимума на рис. 3а.

Отметим, что в настоящее время разработаны достаточно строгие математические методы решения задач определения скоростей движения облаков и неоднородностей поля влажности тропосферы [см., например, 14, 15], которые могут быть применены для анализа возможностей оценок ветра в стратосфере по измерениям SEVIRI.

5. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Предложен, проанализирован и проиллюстрирован метод определения ОСО путем интерпретации измерений уходящего земного излучения в 8 ИК каналах прибора SEVIRI (геостационарный спутник METEOSAT-8) с привлечением данных зондирования атмосферы с помощью прибора AIRS со спутника AURA, имеющего околополярную орбиту.

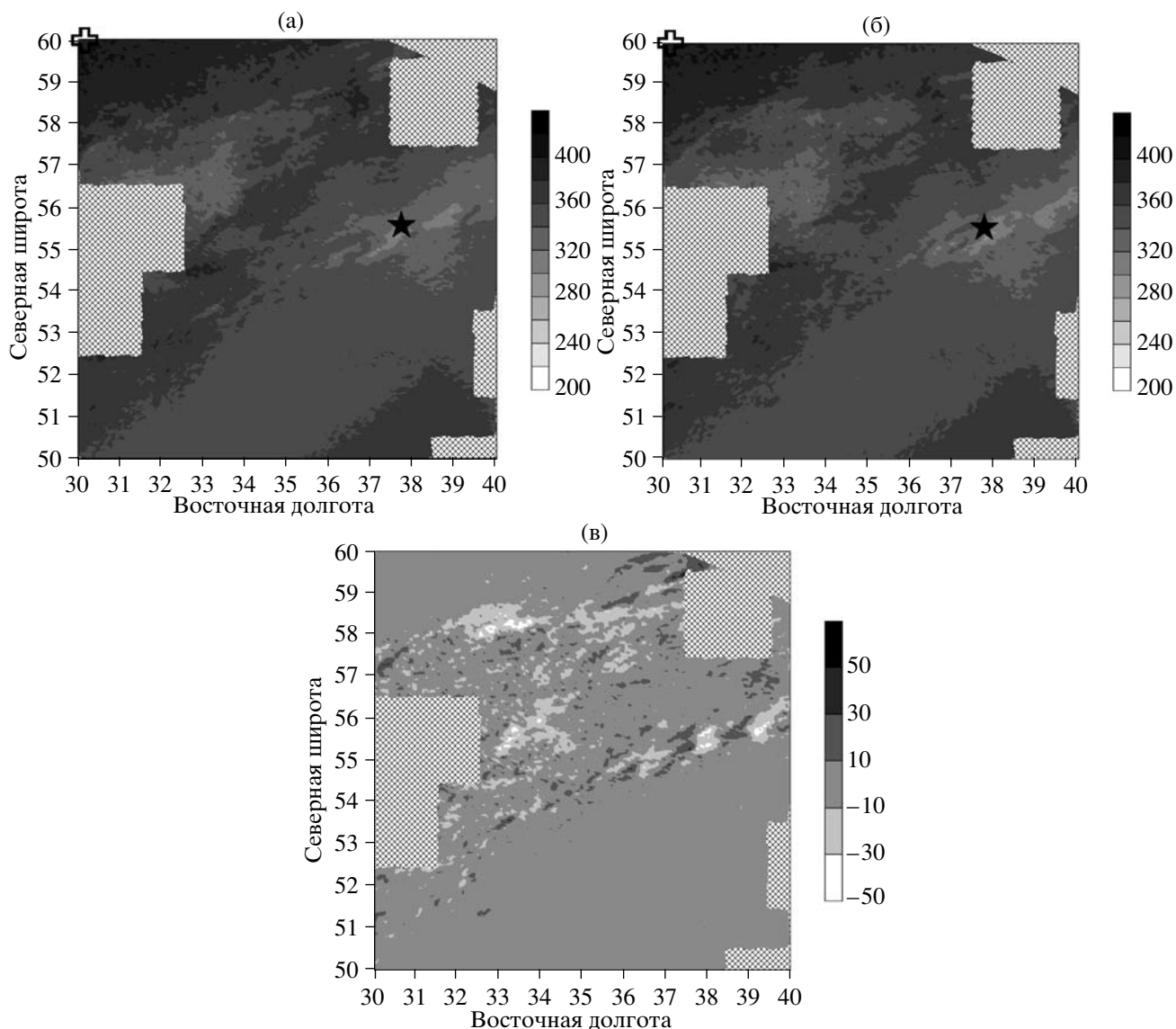


Рис. 2. Распределение ОСО в е.Д. на части европейской территории России в 11 ч 45 мин (а), 12 ч 15 мин (б) 17 мая 2007 г. и изменение ОСО время между этими моментами (в). Крест в левом верхнем углу и звездочка указывают положение Санкт-Петербурга и Москвы соответственно.

Построены (определена их структура) и обучены (вычислены коэффициенты) нейронные сети, используемые для решения обратной задачи определения ОСО по результатам измерений уходящего теплового излучения аппаратурой SEVIRI с привлечением полученной по независимым данным информации о термическом состоянии атмосферы и подстилающей поверхности.

Получены оценки погрешностей восстановления ОСО по предложенной методике для различных вариантов нейронной сети, выбран оптимальный вариант структуры сети – сеть с тремя нейронами в скрытом слое и нелинейной функцией активации.

Приведены примеры восстановления полей ОСО для независимых ансамблей данных и прове-

дено сопоставление полученных значений ОСО с данными наземных измерений. Показано, что средние и среднеквадратичные отличия результатов восстановления ОСО по разработанной методике от данных международной озонметрической сети составляют 1.5 и 6.5 % соответственно.

Показано, что использование метода нейронных сетей при решении рассматриваемой обратной задачи позволяет более точно восстанавливать общее содержание озона, чем использование метода множественной линейной регрессии.

Приведены примеры восстановления полей ОСО, в частности, на европейской территории России, с высоким пространственным и временным разрешением (3×3 км², 30 мин).

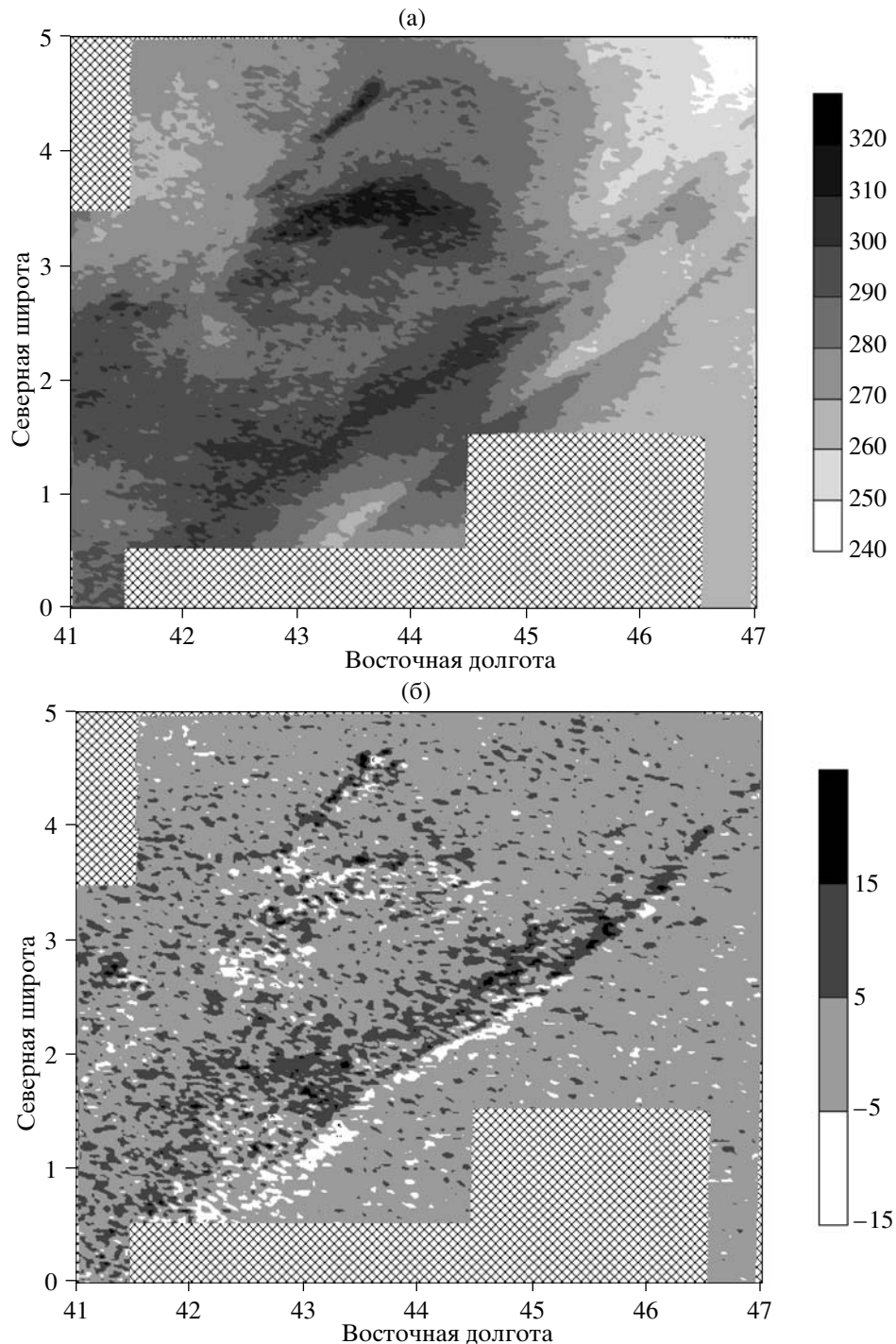


Рис. 3. Распределение СОТ (е.Д.) в 11 ч 45 мин 16 февраля 2006 г. в области, ограниченной экватором, параллелью 5°N и меридианами 41° и 47°E (а), и изменение СОТ в этой области за время с указанного момента по 12 ч 15 мин (б).

Авторы благодарят А.Ф. Нерушева и Е.К. Крамчанинову за помощь в получении данных измерений с помощью прибора SEVIRI, А.Б. Успенского за ряд ценных консультаций и советов и за помощь в получении различных данных.

Работа выполнена при финансовой поддержке х/д 02.028 (ГУ “НИЦ “Планета” и НИИФ им. В.А. Фока СПбГУ), а также грантов РФФИ № 08-05-00885-а, Минобрнауки РНП.2.1.1.4166 и РНП.2.2.1.1.3836.6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. WMO, 1999: Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1998, Global Ozone Research and Monitoring project – Report № 44. Geneva, Switzerland. 507 p.
2. WMO, 2003: Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002, Global Ozone Research and Monitoring project – Report № 47. Geneva, Switzerland. 498 p.
3. Кароль И.Л., Розанов В.В., Тимофеев Ю.М. Газовые примеси в атмосфере. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 192 с.
4. Тимофеев Ю.М. Спутниковые методы исследования газового состава атмосферы // Изв. АН. СССР. Физика атмосферы и океана. 1989. Т. 25. № 5. С. 451–472.
5. Поляков А.В., Тимофеев Ю.М. О точности определения общего содержания озона с помощью аппаратуры SEVIRI на геостационарном спутнике Meteosat-8 // Исследования Земли из космоса. 2007. № 2. С. 3–9.
6. Tjemkes S., Duff C., Elliott S. Total ozone from Meteosat second generation // The 2003 Eumetsat Meteorol. Sat. Conf. Weimar, Germany. 2003. P. 306–310.
7. Orsolini Y.J., Karcher F. Total ozone imaging over North America with GOES-8 infrared measurements // Quart. J. Roy. Met. Soc. 2000. V. 126. P. 15557–15561.
8. Engelen R.J., Tjemkes S. Ozone retrievals from GOES Sounder Observations // The 2001 Eumetsat Meteorol. Sat. Conf. Antalia, Turkey. 2001. P. 255–262.
9. Weisz E. et al. Preparing AIRS data ingest and processing for direct broadcast users // Optical Remote Sensing (Trends in Optics and Photonics Series). 2003. V. 85. P. 37–39.
10. Tobin D.C., Revercomb H.E., Knuteson R.O., et al. Atmospheric Radiation Measurement site atmospheric state best estimates for Atmospheric Infrared Sounder temperature and water vapor retrieval validation // J. Geophys. Res. 2006. V. 111. D09S14. doi:10.1029/2005JD006103.
11. Hare E.W., Carty E.J., Fioletov V.E. Recent advancements and Challenges at the WOUDC from a Historical Perspective. Proc. Quadrennial Ozone Symp. 2004, Kos, Greece, 1–8 June 2004, –P. 346–347.
12. Горбань А.Н., Дуин-Барковский В.Л., Курдин А.Н. и др. Нейроинформатика. Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. 296 с.
13. Ионов Д.В., Тимофеев Ю.М., Шаламянский А.М. Сравнения спутниковых (аппаратура GOME, TOMS) и наземных измерений общего содержания озона // Исследования Земли из космоса. 2002. № 3. С. 10–19.
14. Nerushev A., Kramchaninova E., Solovjev V. Studies of regions with intense turbulent motions based on MSG data // Proc. EUMETSAT. EUM P.47: Winds Workshop. ISSN 1023–0416. Darmstadt. 2006. P. 273–279.
15. Нерушев А.Ф., Крамчанинова Е.К., Соловьев В.И. Определение характеристик атмосферных движений по данным многоволнового зондирования из космоса // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2007. Т. 43. № 4. С. 47–56.

Determination of the Total Ozone Content from Geostationary Earth Satellites

A. V. Polyakov and Yu. M. Timofeev

St. Petersburg State University, Ul'yanovskaya ul. 1, Petrodvorets, St. Petersburg, 198504 Russia
e-mail: polyakov@troll.phys.spbu.ru

Abstract—A method for determining the total ozone content (TOC) with high spatial ($3 \times 3 \text{ km}^2$) and temporal (15 min) resolutions by using measurements of the outgoing thermal radiation of the Earth from Meteosat geostationary satellites is proposed. The method is based on measurements with a SEVIRY instrument (eight IR channels) and with invoking additional information on the three-dimensional field of the atmospheric temperature and on the surface temperature obtained from polar satellites (AIRS instrument). The inverse problem of TOC determination is solved by the method of neural networks. TOC measurements with the AIRS instrument are also used for training the neural networks. Ground-based TOC measurements at the international ozonometric network are used for controlling the quality of AIRS data and detecting the errors of the proposed method of TOC determination from SEVIRI data. The mean and rms differences between TOC values obtained with the use of the proposed method and from the results of measurements at the international ozonometric network are shown to be 1.5 and 6.5%, respectively. Examples of TOC distributions reconstructed with high spatial and temporal resolutions are presented. These examples show promise of the elaborated method for solving various scientific and applied problems and, in particular, for investigating stratospheric dynamics.