

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ
И ИНТЕРПРЕТАЦИИ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

УДК 528.813.681.3

**ВЛИЯНИЕ АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ
НА РЕЗУЛЬТАТЫ ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ ЗАТМЕННЫМ
МЕТОДОМ (АППАРАТУРА SAGE-III)**

© 2004 г. А. В. Поляков*, Ю. М. Тимофеев

Научно-исследовательский институт физики Санкт-Петербургского государственного университета

*Тел.: (812) 428-43-47; e-mail: alexander@AO13786.spb.edu

Поступила в редакцию 29.01.2004 г.

Исследуется влияние формулировки обратной задачи относительно функций пропускания или оптических толщин применительно к интерпретации измерений спутникового прибора SAGE-III. Вторая из этих альтернатив широко используется при интерпретации данных измерений космическим методом прозрачности, но приводит к проявлению эффекта Форбса и асимметрии функции распределения ошибок измерения. Проведены восстановления содержания озона, NO₂ и аэрозольного коэффициента ослабления по результатам измерений SAGE-III двумя методами. Результаты восстановлений сравниваются взаимно и с данными независимых измерений. Сравнения однозначно указывают на преимущества использования непосредственно измерений прозрачности атмосферы. Этот вывод особенно справедлив для нижней стратосферы и тропосферы, где отличия двух подходов велики. Справедливость этого вывода показана на основе сопоставлений результатов восстановлений содержания озона с независимыми озонозондовыми, лидарными и спутниковыми измерениями.

ВВЕДЕНИЕ

Спутниковый затменный метод широко используется для получения информации о характеристиках газового состава атмосферы [1–10]. Несмотря на его существенный недостаток – малое число измерений в течение суток при использовании Солнца в качестве источника излучения (около 30) – он обладает высокой потенциальной точностью и приемлемым вертикальным размещением (0.5–1.0 км) [3, 7]. Особенно широко используется этот метод в УФ-диапазоне, видимой и ближней ИК-области спектра. Так, серия приборов – SAM II, SAGE, SAGE-II зондировала атмосферу на протяжении более 20 лет. Высокие требования к точности измерений содержания озона диктуют все более жесткие требования как к аппаратуре, так и ко всем этапам обработки данных спутниковых измерений.

Совершенствование аппаратуры, например, состояло в последние годы в увеличении числа спектральных измерительных каналов. Прибор SAM II имел один канал измерений, SAGE – четыре, SAGE-II – семь. Новый прибор SAGE-III, запущенный в космос в декабре 2001 г. на российском спутнике “Метеор-3М”, в режиме работы по Солнцу выполняет измерения в 85 спектральных каналах.

Повышение качества систем обработки данных производилось на основе совершенствования методов решения обратной задачи, уточнения радиационных моделей атмосферы (посредством использования более точных лабораторных данных по коэффициентам поглощения), разработке

различных методик учета аэрозольного ослабления [11, 12] и т.д.

“Одной из существенных особенностей систем обработки является выбор величин. Которые используются в качестве результатов радиационных измерений и являются исходными данными в алгоритме решения обратной задачи. Так, в алгоритмах оперативной интерпретации измерений серии приборов SAM – SAGE-III в этой роли выступают оптические толщины – логарифмы функций пропускания атмосферы на касательных трассах. В качестве альтернативы возможно использование самих функций пропускания, что позволяет отказаться от некоторых приближений, но делает более сложным решение обратной задачи из-за ее нелинейности.

В данной работе описаны результаты исследования влияния формулировки обратной задачи относительно функций пропускания или оптических толщин применительно к интерпретации измерений нового спутникового прибора SAGE-III.

МЕТОДИКИ ИТЕРПРЕТАЦИИ

На основе опыта интерпретации спутниковых измерений аппаратуры “Озон-Мир” [10, 13] нами было создано специализированное математическое обеспечение для интерпретации измерений прибора SAGE-III [14], позволяющее восстанавливать вертикальные профили содержания озона, двуокиси азота и спектральные коэффициен-

ты аэрозольного ослабления в широкой спектральной области (0.29–1.53 мкм). Отметим, что при восстановлении аэрозольного ослабления используется оптимальная параметризация его спектрального поведения [11, 12]. Одним из важных отличий нашего метода интерпретации от метода, применяемого при оперативной обработке измерений SAGE-III, является использование в алгоритме обращения в качестве входных данных (результатов оптических измерений) функций пропускания на касательных трассах, а не оптических толщин.

В спутниковом затменном методе прибор измеряет параметры солнечного излучения в различных спектральных каналах при восходах и заходах Солнца за горизонт планеты. Измерения включают солнечное излучение – как внеатмосферное $J_0(\lambda_i)$ (формула 1), так и прошедшее через атмосферу $J(\lambda_i, h_j)$ (формула 2) – на прицельной высоте h_j (λ_i – длина волны центра i -го спектрального канала прибора).

$$J_0(\lambda_i) = \int_{\Omega} \psi(\vartheta) \int_{\lambda_i - \Delta\lambda_i/2}^{\lambda_i + \Delta\lambda_i/2} \phi(\lambda) I_{\oplus}(\lambda, \vartheta) d\lambda d\vartheta, \quad (1)$$

$$J(\lambda_i, h_j) = \int_{h_j - \Delta h/2}^{h_j + \Delta h/2} \psi(\vartheta(h)) \times \int_{\lambda_i - \Delta\lambda_i/2}^{\lambda_i + \Delta\lambda_i/2} \phi(\lambda) I_{\oplus}(\lambda, \vartheta(h)) \exp(-\tau(\lambda, h)) d\lambda dh, \quad (2)$$

где ψ и ϕ – спектральная и угловая аппаратные функции прибора; Ω , Δh и $\Delta\lambda$ – угловое, высотное и спектральное разрешение прибора; $I_{\oplus}(\lambda, \vartheta)$ – интенсивность солнечного излучения при угле наблюдения ϑ ; $\tau(\lambda, h)$ – оптическая толщина атмосферы.

Далее предполагается, что их отношение дает функции пропускания атмосферы на касательных трассах

$$T(\lambda_i, h) = J(\lambda_i, h) / J_0(\lambda_i) = \int_{h_j - \Delta h/2}^{h_j + \Delta h/2} \psi(\vartheta(h)) \int_{\lambda_i - \Delta\lambda_i/2}^{\lambda_i + \Delta\lambda_i/2} \phi(\lambda) \exp(-\tau(\lambda, h)) d\lambda dh, \quad (3)$$

Отметим, что соотношение (3) справедливо при отсутствии селективности солнечного излучения $I_{\oplus}(\lambda, \vartheta)$ в рассматриваемых спектральных каналах измерений.

Соотношение (3) являлось основой формулировки и решения нелинейной обратной задачи относительно вертикальных профилей содержания озона, двуокиси азота и спектрального коэффициента аэрозольного ослабления [10].

В оперативной методике интерпретации измерений SAGE-III [15] предполагается, что функцию пропускания атмосферы можно аппроксимировать экспонентой со средней оптической толщиной $\tau(\lambda_i, h_j)$ атмосферы для рассматриваемых спектральных интервалов λ_i .

$$T(\lambda_i, h_j) \approx \exp(-\bar{\tau}(\lambda_i, h_j)). \quad (4)$$

Подобная операция корректна при условии, что коэффициенты поглощения очень мало меняются в рассматриваемых спектральных интервалах. В противном случае наблюдается известный эффект Форбса, заключающийся в том, что средние коэффициенты поглощения зависят от оптической толщины атмосферы. Логарифмирование выражения (4) позволяет сформулировать линейную обратную задачу относительно тех же вертикальных профилей содержания O_3 , NO_2 и коэффициента аэрозольного ослабления при использовании в качестве входных данных $\bar{\tau}(\lambda_i, h_j)$.

С физической точки зрения, между описанными выше подходами имеется два основных различия:

1) при использовании второго подхода делается предположение о пренебрежимо малой селективности коэффициентов поглощения и ослабления, что позволяет использовать формулу (4) и операцию логарифмирования. Это предположение исключает необходимость вычисления интегралов по длине волны в формуле (3) и повышает эффективность алгоритма обработки спутниковых данных;

2) функции распределения ошибок измерений при переходе от функций пропускания к оптическим толщинам также изменяются. Рассмотрим подробнее второй пункт.

Изменение функций распределения ошибок приводит, в частности, к нарушению симметрии их распределения, которое зависит от соотношения величин функции пропускания и погрешности ее измерения и возрастает при уменьшении указанной функции. Используемые алгоритмы обычно предполагают симметричность и нормальность закона распределения ошибок, поэтому его асимметрия приведет к смещению результатов оценивания, т.е. появлению дополнительной систематической составляющей ошибки восстановления профилей содержания атмосферных газов и других восстанавливаемых параметров атмосферы.

Заметим, что хотя обычно принято считать, что шум в измерениях прозрачности распределен по нормальному закону, более внимательное рассмотрение показывает, что его распределение отличается от гауссовского и даже несимметрично. Так, например, в данных SAGE-III отсутствуют отрицательные значения функций пропускания, хотя встречаются значения, близкие к нулю и значительно меньшие оценок погрешности их измерения, что и означает несимметричность закона

распределения шума при малых значениях прозрачности. Таким образом, функция распределения шума не только не гауссовская, но и асимметрична как для прозрачностей, так и для оптических толщин, хотя и различна для обеих величин. Поэтому достоверным критерием преимущества одного из рассмотренных выше подходов может служить только сопоставление результатов восстановления с независимыми данными. Мы провели такое сопоставление, обработав двумя способами измерения прозрачности аппаратурой SAGE-III.

Подробное описание алгоритма решения обратной задачи с использованием функций пропускания в качестве измеренных величин приводится в работах [10, 14]. Здесь мы остановимся только на особенностях, связанных с модификацией алгоритма для использования оптических толщин.

Обозначим вектор искомым атмосферных параметров \mathbf{x} , а вектор измерений – $\tilde{\mathbf{y}}$. С учетом погрешности измерений (вектор ϵ), мы можем записать уравнение, связывающее искомые и измеренные величины следующим образом:

$$\tilde{\mathbf{y}} = B[\mathbf{x}] + \epsilon, \quad (5)$$

где B – оператор прямой задачи. Для решения задачи (5) использовался метод статистической регуляризации [16, 17], расширенный для нелинейных задач [18], задавая априорную информацию о предполагаемом решении и гауссовской статистики погрешностей измерений. Модификация алгоритма в следующем: величины $\tilde{\mathbf{y}}$ в правой части (5) были заменены на логарифмы функций пропускания; их погрешности ϵ_i – на величины $\lg(y_i + \epsilon_i) - \lg(y_i)$. Соответственно были изменены оператор прямой задачи B и матрица его производных. Хотя в такой постановке задача становится линейной и ее решение не требует применения итерационного процесса, последний выполняется так же, как и для задачи, сформулированной относительно функций пропускания, с пересчетом соответствующих матриц. Для контроля было выполнено также решение обратной задачи, сформулированной для оптических толщин, без использования итерационного процесса по известной формуле (см., например, [16]):

$$\mathbf{x} = \bar{\mathbf{x}} + (\mathbf{A}^+ \Sigma^{-1} \mathbf{A} + \mathbf{D}^{-1})^{-1} \mathbf{A}^+ \Sigma^{-1} (\tilde{\mathbf{y}} - \bar{\mathbf{y}}). \quad (6)$$

Как и ожидалось, результаты совпали с точностью, лучшей критерия “сходимости в себе” итерационного процесса.

При решении обратной задачи описанными выше методами был использован 41 спектральный канал измерений прозрачности $T(h_j, \lambda_i)$ и исключены каналы в областях поглощения водяного пара и кислорода, так как мы не учитываем поглощения этими газами – в дальнейшем будем

обозначать алгоритм решения, использующий функции пропускания, как T -алгоритм, а алгоритм, использующий оптические толщины, как D -алгоритм. Исследования влияния формулировки и метода решения обратной задачи осуществлялись в два этапа: 1) взаимные сравнения восстановленных вертикальных профилей содержания озона, полученных по T - и D -алгоритмам; 2) сравнения двух восстановлений с независимыми измерениями для объективной оценки качества двух решений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЙ И ИХ АНАЛИЗ

Мы использовали данные SAGE-III уровня 1b [19] за период с мая по ноябрь 2002 г. Сравнение результатов восстановления, полученных с помощью двух подходов, показало, что в большей части высотного диапазона (0–100 км) отличия двух методик малы и составляют не более 1–2%. На рис. 1 приведены среднеквадратичные относительные различия профилей озона (a) и NO_2 (b), восстановленных из данных SAGE-III двумя методами. Из рисунка видно, что имеются слои, где отличия восстановлений озона непренебрежимо малы. Наибольшие отличия наблюдаются в тропосфере – ниже 12 км. Здесь они могут достигать нескольких тысяч процентов. По всей вероятности, такие большие взаимные различия результатов двух методов на этих высотах связаны с эффектом Форбса и с изменением функции плотности распределения ошибок при переходе к оптическим толщинам. Различия восстановленных профилей так велики потому, что в этой области высот прозрачность атмосферы в используемой полосе озона близка к нулю. Поэтому велико влияние искажения функции распределения ошибок (ошибки больше измеренных значений), и эффекта Форбса. При малых прозрачностях в большей части разрешаемого спектрального интервала может наблюдаться полное поглощение, за счет чего зависимость прозрачности от количества газа уменьшается.

На высотах 75–80 км наблюдаются относительные отличия, достигающие 200%. Причина кроется в резком падении содержания озона на этих высотах, вплоть до значений, меньших оценок погрешности восстановления его профиля. При этом в отдельных случаях восстановленные величины счетной концентрации озона могут оказаться близкими к нулю, и даже незначительные различия в абсолютных значениях приводят к большим различиям в относительных величинах. Сравнительно небольшие отличия (но значимые с учетом высоких требований к точности определения содержания озона) также наблюдались в слое 13–15 км (до 7%), в верхней мезосфере (высоты, большие 85 км – 4–6%) и вблизи 55 км (1–2%).

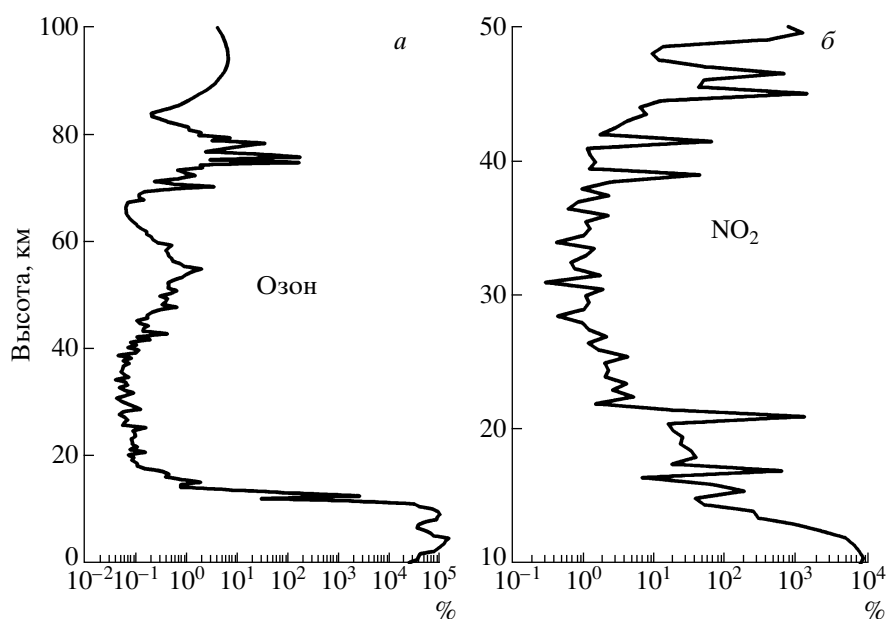


Рис. 1. Среднеквадратичные относительные различия профилей озона (а) и двуокиси азота (б), восстановленных двумя методами.

Аналогичные сравнения результатов восстановления для вертикальных профилей содержания двуокиси азота показали, что в самом слое NO_2 (20–40 км) не наблюдается существенных отличий двух решений (они не превышают 1–10%). Однако выше и ниже слоя (NO_2 эти отличия значимы. На высотах ниже 10 км они достигают тысячи процентов. Выше 40 км – нескольких сотен процентов.

Результаты восстановления спектральных коэффициентов аэрозольного ослабления двумя методами практически не отличаются друг от друга на высотах, выше 15 км вплоть до высот, на которых ослабление аэрозолем становится пренебрежимо малым. Ниже 15 км отличия существенны и могут достигать 100% и более. Это явление наблюдается во всей рассмотренной спектральной области 380–1020 нм (в канале 290 нм атмосфера непрозрачна ниже 35–40 км). Наименьшие отличия наблюдаются для длинноволновых, наиболее прозрачных каналов измерений.

СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ С НЕЗАВИСИМЫМИ ДАННЫМИ

Для анализ качества двух восстановлений интересно сопоставить восстановления с независимыми измерениями. Это было сделано с привлечением измерений озонозондов, лидаров [20] и спутниковых измерений с помощью прибора HALOE [21] (данные получены нами на сайте <http://haloedata.larc.nasa.gov/>). Мы подобрали среди доступных в интернете данных независимые измерения

согласно достаточно произвольно выбранным, но, на наш взгляд, разумным критериям, задав допустимое пространственное рассогласование измерений не более 550 км, а временное – не более 24 ч. В результате были отобраны 148 измерений HALOE, 22 лидарных измерения и 49 озонозондов, которым соответствуют 157 измерений SAGE-III.

На рис. 2 приведены такие сопоставления с измерениями озонозондов для профилей озона в слое 0–20 км (где наблюдаются максимальные отличия результатов восстановлений с помощью двух подходов). Из рисунка 2 видно, что результаты восстановления содержания озона по методу прозрачности (T) ниже 12 км согласуются с данными озонозондов существенно лучше, чем восстановления по оптическим толщинам (D). При этом относительные погрешности восстановления в первом случае в 1.5–2 и более раза меньше, чем во втором.

Аналогичный анализ был осуществлен при использовании лидарных измерений содержания озона. Заметные преимущества метода прозрачности были также обнаружены ниже 10 км. Наконец, сравнения двух восстановлений содержания озона по данным SAGE-III в тропосфере с независимыми спутниковыми измерениями озона прибором HALOE показали такую же картину. Метод прозрачности дает меньшие (в 1.2–2 раза и более) погрешности восстановления на высотах 6–10 км.

Следует заметить, что во всех трех сопоставлениях с независимыми измерениями содержания озона наблюдается более существенное умень-

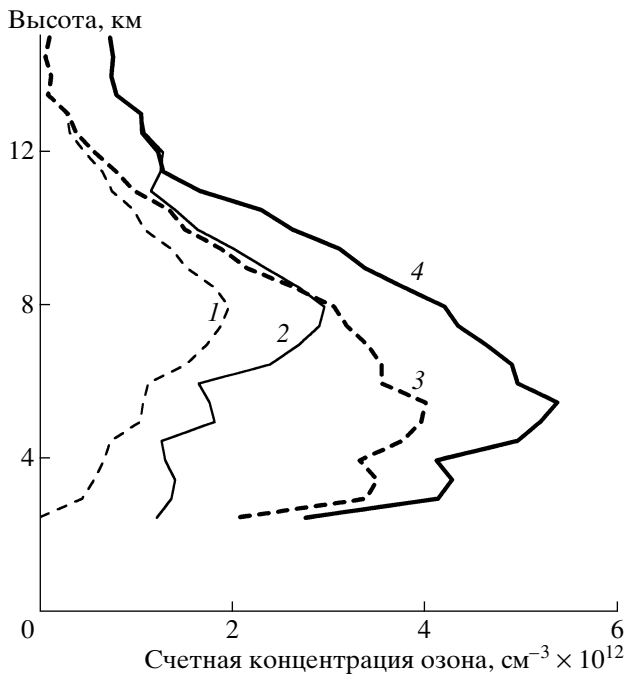


Рис. 2. Статистика различий между восстановлениями T и D алгоритмами и данными озонозондирования: 1 – средние различия T ; 2 – среднеквадратичные различия T ; 3 – средние различия D ; 4 – среднеквадратичные различия D .

шение систематической (средней) компоненты различий по сравнению со случайной (среднеквадратичной) компонентой. Попытки сравнения результатов восстановления содержания двуокиси азота двумя методами с данными измерений HALOE не увенчались успехом, поскольку различия между двумя независимыми спутниковыми измерениями в нижней стратосфере и тропосфере велики и на фоне этих различий разница между двумя алгоритмами оказалась несущественной. Доступные в интернете данные SAGE-III уровня 2 содержат информацию только выше 10 км, где анализируемые различия заметны мало, поэтому мы не использовали их в наших сравнениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ двух подходов при интерпретации данных измерений прозрачности атмосферы на касательных трассах с помощью аппаратуры SAGE-III, т.е. при решении обратной задачи относительно функций пропускания и оптических толщин, однозначно указывает на преимущества использования непосредственно измерений прозрачности атмосферы. Этот вывод особенно справедлив для нижней стратосферы и тропосферы, где отличия двух подходов восстановлений содержания озона с независимыми озонозондовыми, лидарными и спутниковыми измерениями.

Наиболее вероятными причинами наблюдаемых расхождений являются эффект Форбса и изменение функции распределения ошибок измерений при переходе к оптическим толщинам, которое ведет к появлению дополнительного систематического смещения в восстановленных профилях.

Работа выполнена при частичной поддержке The NASA Office of Earth Science Atmospheric Chemistry Modeling and Analyzing Program и гранта РФФИ 03-05-64626, гранта Университеты России Ур.01.01.063 и федеральной целевой программы “Интеграция”. Данные измерений SAGE-III уровня 1b были получены по “the NASA Langley Research Center Atmospheric Sciences Data Center”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондратьев К.Я., Бузников А.А., Гречко Г.М. и др. Измерения отношения смеси атмосферного водяного пара в стратосфере и мезосфере с помощью спектральной аппаратуры, установленной на орбитальной станции “Салют-4” // Докл. АН СССР. 1976. Т. 266. № 3. С. 563–565.
2. Кондратьев К.Я. Перспективы спутникового мониторинга малых газовых компонент атмосферы и аэрозоля // Исслед. Земли из космоса. 1995. № 5. С. 111–116.
3. Кароль И.Л., Розанов В.В., Тимофеев Ю.М. Газовые примеси атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 191 с.
4. McCormick M.P., Zawodny J.M. et al. An overview of SAGE I and II ozone measurements // Planet. Space Sci. 1989. V. 37. № 12. P. 1567–1587.
5. Mauldin L.E., Zaun N.H., McCormick M.P., Guy J.Y. W.R. Vaughn Stratospheric Aerosol and Gas Experiment II instrument: A functional description // Opt. Eng. 1985. № 24. P. 307–312.
6. Farmer C.B. High resolution infrared spectroscopy of the Sun and the Earth’s atmosphere from space // Microchim. Acta (Wien). 1987. bf 111. P. 189–214.
7. Тимофеев Ю.М. Спутниковые методы исследования газового состава атмосферы (обзор) // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 1989. Т. 26. № 5. С. 451–472.
8. Elansky N.F., Grechko G.M., Plotkin M.E., Postylyakov O.V. The ozone and aerosol fine structure experiment: Observing the fine structure of ozone and aerosol distribution in the atmosphere from the Salyut 7 orbiter. 3. Experimental results // J. Geophys. Res. 1991. V. 96. № D10. P. 18661–18670.
9. Lumpe J.D., Vvilacqua R.M., Hoppel E.W. et al. POAM II retrieval algorithm and error analysis // J. Geophys. Res. 1997. V. 102. № D19. P. 23593–23614.
10. Поберовский А.В., Поляков А.В., Тимофеев Ю.М. и др. Определение вертикальных профилей содержания озона методом затменного зондирования с ДОС “МИР” 1. Описание прибора и методики обработки данных. Примеры результатов // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 1999. Т. 35. № 3. С. 312–321.

11. Поляков А.В., Васильев А.В., Тимофеев Ю.М. Параметризация спектральной зависимости аэрозольного ослабления в задачах затменного зондирования атмосферы из космоса // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2001. Т. 37. № 5. С. 646–657.
12. Timofeyev Yu.M., Polyakov A.V., Steele H.M., Newchurch J. Optimal Eigenanalysis for the Treatment of Aerosols in the Retrieval of Atmospheric Composition from Transmission Measurements // Appl. Optics. 2003. V. 42. № 10. P. 2535–2546.
13. Поляков А.В. Система обработки данных орбитальных измерений прозрачности атмосферы аппаратурой “Озор–МИР”. Предварительная и первичная обработка телеметрической информации // Исслед. Земли из космоса. 1999. № 4. С. 46–55.
14. Поляков А.В., Тимофеев Ю.М., Ионов Д.В., Steele H.M., M.J. Newchurch. Зондирование атмосферы с помощью спутникового спектрометра SAGE III // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. (В печати).
15. SAGE III ATBD Team, SAGE III Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) Solar and Lunar Algorithm LaRC 4750-00-109. Vers. 2.1.26 March 2002 (отчет на сайте www-sage3.larc.nasa.gov). 83 p.
16. Турчин В.Ф., Козлов В.П., Малкевич М.С. Использование методов математической статистики для решения некорректных задач // УФН. 1970. Т. 102. Вып. 3. С. 345–386.
17. Rodgers C.D. Inverse methods for atmospheric sounding. Theory and Practice. Univ. of Oxford: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2002. 237 p.
18. Поляков А.В. К вопросу об использовании априорной статистической информации при решении нелинейных обратных задач атмосферной оптики // Исслед. Земли из космоса. 1996. № 3. С. 11–17.
19. SAGE III ATBD Team, SAGE III Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) Transmission. Level 1B Products LaRC 475-00-108. Vers. 2.1 26 March 2002 (отчет на сайте www-sage3.larc.nasa.gov). 52 p.
20. Wardle D.I., Hare E.W., Barton D.V., McElroy C.T. The world ozone and ultraviolet radiation data center – content and submission, in: Atmospheric Ozone – Proc. 18th Quadrennial Ozone Symposium L’Aquila, Italy / Eds Bojkov R.D., Visconti G. PSTd’A, 1998. 1140. URL <http://www.msc-smc.ec.gc.ca/soudc/>. P. 89–92.
21. Bruhl C., Drayson S.R., Russel J.M. et al. Halogen Occultation Experiment ozone channel validation // J. Geophys. Res. 1996. V. 101. № D6. P. 10217–10240.

Influence of Algorithm of Inverse Problem Solution on results of Atmospheric Sounding with Eclipse Method (Satellite Instrument SAGE-III)

A. V. Polyakov, Yu. M. Timofeev

Scientific Research Institute of Physics, St. Petersburg University

Formation of the inverse problem with respect either to transmittances or to optical densities is investigated in the context of the interpretation of measurements by the satellite instrument SAGE-III. The second of the mentioned alternatives is widely used for the interpretation of occultation measurements from space, however Forbes’ effect appears in this case and the distribution function of occultation measurement errors becomes asymmetrical. The retrievals of ozone content, NO₂ and aerosol extinction from the SAGE-III data have performed using two methods. The retrieval results are inter-compared and compared with independent data. The results of comparisons unambiguously indicate that utilization of transmittance measurements is preferable. This conclusion is especially true for lower stratosphere and troposphere, where two methods produce the results, which differ greatly. The validity of the conclusion is demonstrated on the basis of the comparison of ozone retrievals with independent measurement by ozone-sondes, lidars and satellite instruments.