ISARD-2025-satellite015

Об определении распределения источников двуокиси азота в тропосфере по высокодетальным измерениям ГСА/Ресурс-П №2

Олег В. Постыляков[1] , Анастасия С. Христова[1,2] , Алексей И. Чуличков[3,1] , Александр Н. Боровский[1] , Юлия С. Мухартова[2]

[1] A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics, Russian Academy of Sciences
[2] Lomonosov Moscow State University
[3] M.V. Lomonosov Moscow State University

oleg.postylyakov@gmail.com

Семейство окислов азота (NO_x=NO+NO_2) играет главную роль в разрушении озона в стратосфере и его образовании в тропосфере. С 2013 года на солнечно-синхронной орбите работает серия спутников Ресурс-П. Гиперспектральная аппаратура (ГСА), установленная на борту Ресурс-П, регистрирует рассеянное солнечное излучение в спектральном диапазоне 430–520 нм, который используется для определения содержания в атмосфере такой примеси как диоксид азота. Мы разработали метод определения 2D поля содержания NO_2 по измерениям ГСА Ресурс-П, который позволяет получить содержание NO_2 с пространственным разрешением около 2.4 км при типичной для космических измерений точности $1.0x10^{15}$ молек/$см^2$ на сетке представления данных 120 м [1], что превышает пространственное разрешение других современных спутниковых инструментов. Его использование позволило в 2016 году впервые выявить точечные антропогенные источники примеси масштаба предприятия по измерениям из космоса [1]. Для интерпретации измерений разработана химико-транспортная модель с высоким пространственным разрешением [2].

В работе рассматриваются несколько методов решения обратной задачи определения распределения источников примеси по полученным высокодетальным 2D полям содержания NO_2. На первом этапе на основе транспортно-химической модели был получен шлейф распределения NO_2 от точечного стационарного источника. Также показано, что при наблюдаемых концентрациях NO_2 концентрация в шлейфе линейно зависит от мощности выбросов NO_x. В результате принята линейная модель формирования пространственного распределения NO_2 в зависимости от пространственного распределения источников.

Первый построенный метод для оценивания распределения источников является линейной оценкой минимальной дисперсии с ограничением на операторную невязку. В рассматриваемом нами случае алгоритм может быть реализован с использованием быстрого преобразования Фурье, которое преобразует модель прямой задачи в задачу с диагональной матрицей, что существенно ускоряет вычисления.

Второй рассмотренный нами метод – оценка квадратичного программирования с ограничением на восстанавливаемый сигнал в виде его положительности. Получаемый алгоритм является нелинейным. Для вычисления данной оценки используется алгоритм проекции градиента.

Показано видимое значительно более высокое качество восстановления распределения источников при использовании второго подхода.

Работа выполнена за счет средств государственных заданий ИФА им. А.М. Обухова РАН, регистрационный номер темы 125020501413-6, и МГУ им. А.М. Ломоносова.

This research has been supported by:

1. "Государственное задание ИФА им. А.М. Обухова РАН", grant 125020501413-6
2. "Государственное задание МГУ им. А.М. Ломоносова", grant без номера