

ОДНОВРЕМЕННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ НЕСКОЛЬКИХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Чубатов А.А., Кармазин В.Н.

Кубанский государственный университет, каф. прикладной математики, Россия, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская 149, E-mail: chaа@inbox.ru, karmazin@kubsu.ru

Рассмотрим линейное полуэмпирическое уравнение турбулентной диффузии [1] при однородных начальном и граничных условиях. Пусть функция источника представима в виде $F(x, y, t) = \sum_{k=1}^p f_k(x, y) \cdot g_k(t)$, где $f_k(x, y)$ — функция определяет пространственное распределение k -го источника загрязнения, $g_k(t)$ — интенсивность действия k -го источника. Будем считать, что в точках (x_j, y_j) , $j = 1, \dots, J$, $J \geq p$ расположены датчики, измеряющие интегральную по высоте концентрацию примеси

$c_{ji} = q(x_j, y_j, t_i) + \delta \cdot \gamma$, где c_{ji} — концентрация, измеренная j -м датчиком в момент времени $t_i = i \cdot \Delta t$, δ — среднеквадратичная ошибка измерений датчиков, γ — случайная величина, распределенная по нормальному закону ($M(\gamma) = 0$, $D(\gamma) = 1$).

Обратная задача идентификации интенсивностей источников состоит в последовательной оценке функций $g_k(t)$ по данным измерений концентрации c_{ji} . Обратная задача решалась методами шаговой регуляризации и последовательной функциональной аппроксимации [2]. Выберем функциональную форму при которой $g_k(t)$ принимает на каждом временном промежутке $[t_{N-1}; t_N]$ постоянное значение g_{kN} .

Решение данной обратной задачи представлено в форме цифрового фильтра [2, 3]

$$\mathbf{G}(N) = \sum_{i=1}^{N+r-1} \mathbf{F}(N-i) \cdot \mathbf{C}(i),$$

где $\mathbf{G}(N) \in \mathbb{R}^p$, $\mathbf{F}(N-i) \in \mathbb{R}^{p \times J}$, $\mathbf{C}(i) \in \mathbb{R}^J$, $\mathbf{G}(N) = (g_{1N} \ g_{2N} \ \dots \ g_{pN})^T$, $\mathbf{F}(N-i) = (G_1(N-i) \ G_2(N-i) \ \dots \ G_J(N-i))$, $G_j(N-i) \in \mathbb{R}^p$, G_j — решение обратной задачи при $c_{jr} = 1; c_{ji} = 0, i \neq r$, $\mathbf{C}(i) = (c_{1i} \ c_{2i} \ \dots \ c_{Ji})^T$.

На ряде методических задач проведено множество численных экспериментов. Построены устойчивые численные приближения к искомым интенсивностям, в том числе и при наличии погрешностей измерений ($\delta = 0 \div 0,03 \cdot q_{max}$).

В рассмотренном методе информация о замерах концентрации с датчиков усваивается последовательно, что позволяет организовать одновременный on-line мониторинг нескольких источников загрязнения атмосферы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края (проект № 06-01-96643).

Литература.

1. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. — М.: Наука, 1982. 320 стр.
2. Бек Дж., Блакуэлл Б., Сент-Клэр Ч., мл. Некорректные обратные задачи теплопроводности: Пер. с англ. — М.: Мир, 1989. 312 стр.
3. Хемминг Р. В. Цифровые фильтры. — М.: Советское радио, 1980. 224 стр.