

**А. А. Чубатов, В. Н. Кармазин** (Краснодар, КубГУ). **Устойчивая оценка интенсивности источника загрязнения атмосферы.**

Работа продолжает исследования, представленные в [1, 2]. Для описания процессов распространения примеси в атмосфере используем линейное уравнение турбулентной диффузии [3] с однородными начальными и граничными условиями. Обратная задача идентификации интенсивности выбросов источника состоит в последовательном определении функции интенсивности  $g(t)$  по данным измерений концентрации  $c_{ji}$  в стационарных пунктах контроля, расположенных в точках с координатами  $(x_j, y_j, z_j)$ ,  $j = 1, 2, \dots, J$ . Измерения проводятся через промежутки времени  $\Delta t$ . Будем считать, что ошибка замеров концентрации аддитивна. Рассмотрим функциональную форму, при которой  $g(t)$  принимает на каждом временном промежутке  $[t_{N-1}, t_N]$  постоянное значение  $g_N$ . Для решения задачи использовались методы шаговой регуляризации и последовательной функциональной аппроксимации при  $r$  последующих шагах по времени [1,4]. Пусть известны ступенчатые коэффициенты чувствительности  $\varphi_{ji}$  [1,4], а также задан шаг между замерами концентрации  $\Delta t$  и приведенная среднеквадратичная погрешность замеров концентрации  $\delta$ .

Для оценки точности восстановления интенсивности использовалось приведенное среднеквадратичное отклонение  $\sigma_G^{(r)} = (1/g_{\text{ном}}) \|\mathbf{G}^{(r)} - \mathbf{G}\|$ , где  $g_{\text{ном}}$  — номинальное значение интенсивности,  $\mathbf{G}^{(r)}, \mathbf{G} \in \mathbf{R}^{N_{\text{max}}}$ ,  $\mathbf{G}^{(r)} = [g_n^{(r)}]$  — вектор оценок интенсивности при  $r$  последующих шагах по времени,  $\mathbf{G} = [g(t_n)]$  — вектор истинной интенсивности, норма матрицы  $\mathbf{A}$  задается выражением

$$\|\mathbf{A}\| = \sqrt{\frac{1}{i_{\text{max}} j_{\text{max}}} \sum_{i=1}^{i_{\text{max}}} \sum_{j=1}^{j_{\text{max}}} (a_{ij})^2}.$$

Для вычисления  $\sigma_G^{(r)}$  необходимо знать истинную интенсивность  $g(t)$ , которая не известна в реальных задачах. Поэтому необходим способ теоретической оценки сверху  $\bar{\sigma}_G^{(r)}$  для отклонения  $\sigma_G^{(r)}$ .

Значение  $\bar{\sigma}_G^{(r)}$  можно оценить с помощью контрольных примеров с импульсами интенсивности и концентрации [2]. Тогда в качестве приемлемого выбирается  $r$ , при котором оценка  $\bar{\sigma}_G^{(r)}$  минимальна. Выбор дискретного параметра регуляризации  $r$  можно сделать также с помощью обобщенного принципа невязки. Функция невязки выбиралась в виде  $\rho(r) = c_{\text{ном}}^{-1} (\|\mathbf{Q}^{\text{calc}} - \mathbf{C}\| - c_{\text{ном}}\delta - h\|\mathbf{G}^{(r)}\|)$ , где  $c_{\text{ном}}$  — номинальное значение концентрации,  $\mathbf{Q}^{\text{calc}}, \mathbf{C} \in \mathbf{R}^{J \times N_{\text{max}}}$ ,  $\mathbf{Q}^{\text{calc}} = [q_{ji}^{\text{calc}}]$  — матрица рассчитанной (с помощью теоремы Дюамеля) концентрации,  $q_{ji}^{\text{calc}} = \sum_{n=1}^i g_n^{(r)} \Delta\varphi_{j(i-n)}$ ,  $\mathbf{C} = [c_{ji}]$  — матрица замеров концентрации,  $c_{\text{ном}}\delta$  — погрешность правой части (замеров концентрации),  $h$  — погрешность интегрального оператора (возьмем  $h$  порядка  $(c_{\text{ном}}\delta)^2$ ). Значение  $r$ , при котором невязка  $\rho(r)$  ближе к нулю, считается приемлемым.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края (проект № 09-01-96506-р юга, «Разработка экспрессных методов мониторинга источников загрязнения атмосферы»).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чубатов А. А., Кармазин В. Н. Экспресс-контроль за источником загрязнения атмосферы на основе метода последовательной функциональной аппроксимации. — Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Сер. физ.-матем. науки, 2008, № 2(17), с. 210–214.
2. Чубатов А. А., Кармазин В. Н. О выборе параметра регуляризации в задаче экспресс-контроля за источником загрязнения атмосферы. — В кн.: Математи-

- ческое моделирование и краевые задачи: Труды Шестой Всероссийской научной конференции. Ч. 2. Самара, 1–4 июня 2009 г. Самара: СамГТУ, 2009, с. 207–210.
2. *Марчук Г. И.* Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. М.: Наука, 1982.
  3. *Бек Дж., Блакуэлл Б., Сент-Клэр Ч., мл.* Некорректные обратные задачи теплопроводности. М.: Мир, 1989.