Решение задачи МНОГОКАНАЛЬНОЙ БОЛОМЕТРИИ НА ТОКАМАКЕ Т–11М [[1]](#footnote-1)\*)

Скопинцев Д.А., Хованский А.В.

АО "ГНЦ РФ ТРИНИТИ", г.Москва, г.Троицк, Россия, [scopintsev.d.a@triniti.ru](mailto:scopintsev.d.a@triniti.ru), [hovansky@triniti.ru](mailto:hovansky@triniti.ru).

В работе описано применение K–метода [1 – 3] решения обратной задачи Радона [4] для обработки модельных данных многоканальной болометрии на установке Т–11М.

Метод позволяет обрабатывать данные на потоке с разрешением N × N, где (N = 13, 31, 41). Количество пиксельных переменных внутри круговой области инспекции E - Nvp = 17, 657, 1245. При 2–х – ракурсной схеме сканирования количество детекторов Ne = 2 \* 32 = 64, что определяет количество уравнений.

Задача сводится к недоопределённой СЛАУ (системе линейных алгебраических уравнений) c матрицей Радона Ra(Ne × Nvp) c зашумлённой правой частью (зашумлены показания Ne детекторов) и поэтому является некорректной и требует регуляризации.

Регуляризация достигается за счёт вейвлетной (локально–нелинейной) аппроксимации решения на компакте Липшица и вейвлетной симметризации, повышающей ранг при переходе от матрицы Радона к вейвлетной матрице. Применяется метод наименьших квадратов, что гарантирует единственность решения за счёт невырожденности вейвлетной матрицы (матрица Грама), построенной по почти ортогональному вейвлетному базису в пространстве (C2∩L2∩O)(E).

Здесь:

C2 – Банахово пространство дважды непрерывно дифференцируемых функций;

L2 – Гильбертово пространство функций, интегрируемых с квадратом;

O – класс функций с эффективно ограниченным спектром Фурье;

Е – круговая область инспекции.

При построении вейвлетного базиса учитывается априорная информация о магнитном поле токамака.

Коэффициент устойчивости Cs (отношение ошибки в решении к ошибке детекторов) в нормах C и L2 составляет Cs(C) = 2 – 3, Cs(L2) = 1 – 2 при Гауссовском фоне SigGb = 5% и Пуассоновском шуме SigPn = 5%.

Алгоритм реализации проверялся на сценарии № 1 (броуновское блуждание центра круговой гауссианы со случайным изменением ширины и амплитуды в пределах области инспекции, Nt = 1000 вариантов по времени).

Литература

1. Хованский А.В., Скопинцев Д.А., Стародубцева Л.Н.,Применение метода подбора и К–метода для решения задач нейтронной томографии ИТЭР.ГНЦ, РФ, ТРИНИТИ,Отделение физики токамаков–реакторов. Теоретические и экспериментальные исследования, выполненные в 2007 году. Троицк, 2008, с. 20–28.
2. Хованский А.В., Быстрый вариант K–метода с универсальной настраиваемой схемой сканирования для задач малоракурсной томографии на токамаках. М., Мат. Моделирование, 2012, T 25, № 6, с. 65–80.
3. A.V. Khovanskiy, A Fast Variant of the K–Method with the Universal Adjustable Scheme of Scanning for Few View of Sight Computed Tomography on Tokamaks. *Troitsk Institute for Innovation and Fusion Research (TRINITI), Troitsk, Russia,* Received April 23, 2012. *ISSN 2070\_0482, Mathematical Models and Computer Simulations, 2014, Vol. 6, No. 1, pp. 80–91.*
4. Наттерер Ф., Математические аспекты компьютерной томографии. М., Мир, 1990.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/E/en/HO-Scopintsev_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)