Быстрый расчет синтетических изображений для видеокамер ИТЭР с помощью интерполируемых матриц переноса лучей [[1]](#footnote-1)\*)

1Неверов В.С., 1,2Хуснутдинов Р.И., 3Полевой А.Р., 3Имбо Ф., 3Шнайдер М., 3Де Бок М.

1НИЦ «Курчатовский институт» Россия, [neverov\_vs@nrcki.ru](mailto:neverov_vs@nrcki.ru),  
2НИЯУ «МИФИ», Россия,  
3ITER Organization, Cadarache, France

Предложен способ быстрого расчёта синтетических изображений для видеокамер ИТЭР, оснащённых оптическими фильтрами в видимом диапазоне длин волн. В получаемых изображениях учтено отражение излучения от металлической первой стенки вакуумной камеры. Для генерации изображений используются заранее рассчитанные с помощью трассировки лучей монохроматические матрицы переноса лучей [1], содержащие коэффициенты трансформации сигнала от индивидуальных источников единичной светимости (ячеек трёхмерной пространственной сетки) к пикселям ПЗС матрицы видеокамеры. Для решения проблемы хранения в базе данных ИТЭР матриц переноса лучей, размер которых может достигать сотен гигабайт, а также для эффективной работы с ними в оперативной памяти одного узла вычислительного кластера, было предложено разделять матрицы на две составляющие, первая из которых учитывает только прямой сигнал, то есть излучение без отражений, а вторая — только отражённое излучение. Первая составляющая рассчитывается для мелкой пространственной сетки источников и хранится в разреженном виде, так как содержит в основном нули. Вторая составляющая рассчитывается только для выделенных ячеек пространственной сетки, служащих узлами для её последующей интерполяции на любую точку пространства (похожий способ, но для диагностики потока нейтронов был предложен в [2]). Узлы интерполяции выбираются по заданному алгоритму, учитывающему, что матрица переноса отражённого излучения является резкой функцией пространственной координаты вблизи наблюдаемых участков первой стенки, а также на границах зон затенения, расположенных преимущественно в диверторе. Получаемые таким способом матрицы переноса могут быть использованы с любым пространственным распределением излучения плазмы и занимают в десятки раз меньше места по сравнению с неоптимизированным способом хранения.

Синтетические изображения рассчитываются с помощью свёртки пространственных профилей светимости плазмы с матрицами переноса лучей, при этом для расчёта неотражённого сигнала профиль светимости интерполируется на ячейки сетки матрицы переноса неотражённого излучения, а для расчёта отражённого сигнала матрица переноса отражённого излучения интерполируется на ячейки сетки профиля светимости. Сравнение предложенного способа расчёта с расчётом трассировкой лучей для заданного пространственного профиля светимости показало идентичность изображений, получаемых обоими способами, при этом свёртка профиля светимости с интерполируемыми матрицами переноса лучей выполняется в сотни раз быстрее трассировки лучей.

Поддержка вышеописанного способа быстрого расчёта изображений для видеокамер ИТЭР была добавлена в систему IMAS (Integrated Modelling & Analysis Suite) [3].

Литература

1. S. Kajita, E. Veshchev, R. Barnsley, M. Walsh, Contrib. Plasma Phys., 2016, 56, 837.
2. A.O. Kovalev, A.R. Polevoi, E.I. Polunovskiy, L. Bertalot, Yu.A. Kashchuk, D.V. Portnov, A. Loarte, M. Loughlin, S. D. Pinches, J. Fusion Energy, 2020, 39, 40.
3. F. Imbeaux, S.D. Pinches, J.B. Lister, Y. Buravand, T. Casper, et. al., Nucl. Fusion, 2015, 55 123006.

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