

# Мультипольный метод граничных элементов для решения пространственных задач упругости

БУХАРОВ АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ

*Институт вычислительных технологий СО РАН (Новосибирск), Россия*  
e-mail: buharovsasha@yandex.ru

Для решения трехмерных уравнений упругого равновесия широко используется метод граничных элементов (МГЭ)[2]. В классической постановке данный метод требует большого объема оперативной памяти для хранения матрицы результирующей СЛАУ целиком, что приводит к невозможности решать задачи с большим количеством элементов или сложной геометрией.

Для уменьшения затрат памяти разрабатывается специальная модификация МГЭ на основе быстрого метода мультиполей. В такой модификации все граничные элементы делятся на группы близкорасположенных элементов (мультиполи). Для каждой из этих групп, используя разложение в ряд Тейлора, определяются индуцированные смещения во всей расчетной области [1]. Таким образом определяется система коэффициентов влияния удаленных мультиполей и близкорасположенных граничных элементов на произвольный граничный элемент. С использованием построенной системы коэффициентов влияния производится неявное перемножение приближенной результирующей матрицы МГЭ на произвольный вектор. Затем, применяя результаты таких перемножений, например, методом обобщенных минимальных невязок (GMRES) отыскиваются неизвестные компоненты смещений и напряжений на границе расчетной области. Изменяя структуру мультиполей и количество элементов в ряде Тейлора, мы можем контролировать точность расчетов и затраты оперативной памяти.

Данный подход является более гибким по сравнению со стандартным МГЭ, что позволяет решать значительно более сложные и объемные задачи.

## Список литературы

- [1] ПОРОВ V., POWER H. An  $O(N)$  Taylor series multipole boundary element method for three-dimensional elasticity problems. / *Engineering Analysis with Boundary Elements*: 25, 2001. — P. 7–18.
- [2] BREBBIA C. A., TELLES J. C. F., WROBEL L. C. *Boundary element techniques - theory and applications in engineering*. / Berlin: Springer, 1984. — P. 200.