

Об одном подходе к улучшению качества расчетной сетки в условно-бессеточных методах

КАРАБЦЕВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ

ГОУ ВПО Кемеровский государственный университет (Кемерово), Россия
e-mail: skarab@kemsu.ru

РЕЙН ТАТЬЯНА СЕРГЕЕВНА

ГОУ ВПО Кемеровский государственный университет (Кемерово), Россия

К одному из наиболее сложных для численного моделирования классов задач гидродинамики относятся задачи со свободными границами, сопровождающиеся сильно-нелинейной деформацией границ течений. Математические модели подобных явлений описываются различными дифференциальными уравнениями в частных производных, для решения которых создан целый класс сеточных методов. Эти методы обладают одним общим недостатком: в процессе расчета сетка, на которой строится решение, сохраняет свою узловую связность, что при больших деформациях расчетной области может приводить к ее вырожденности.

В связи с этим стали разрабатываться методы, которые аппроксимируют уравнения в частных производных, основываясь только на наборе узлов, без знания информации о связях между ними. Одним из первых методов нового поколения стал метод естественных соседей (Natural Element Method, NEM). Особенность метода NEM в том, что для стационарных задач он является классическим методом Галеркина, то есть является сеточным. Для нестационарных задач, в которых применяется Лагранжев подход к описанию изучаемого процесса, на каждом шаге по времени по найденному на предыдущем шаге положению узлов строится новая сетка, состоящая из треугольных элементов и определяющая новую структуру соседей для каждой узловой точки области [1]. На вновь построенной сетке аппроксимированная система уравнений снова решается методом Галеркина. При этом от взаимного расположения узлов расчетной сетки зависит точность численного интегрирования.

В данной работе предлагается подход, основанный на методе «Bubble Mesh» [2], позволяющий улучшить качество расчетной сетки. При этом дополнительно требуется решения задачи интерполяции значений искомых функций с узлов «искаженной» сетки на узлы «улучшенной». При моделировании нестационарных процессов коэффициенты такой интерполяции должны обеспечивать достаточно высокую точностью и обладать простотой вычисления. В работе рассматриваются различные виды интерполяции, для которых оценивается точность полученных результатов: интерполяция естественных соседей, обратных взвешенных расстояний, радиальная и полиномиальная интерполяции, интерполяция, основанная на методе Галеркина [3].

Литература

1. Афанасьев, К.Е. Моделирование задач гидродинамики вязкой несжимаемой жидкости со свободными границами бессеточным методом естественных соседей / К.Е. Афанасьев, Т.С. Рейн // Вычислительные технологии. - 2008. - Т. 13, №4. - С. 7-24.

2. Shimada, K. Physically-Based Mesh Generation: Automated Triangulation of Surface and Volumes via Bubble Packing / K.Shimada // Massachusetts Institute of Technology, 1993. – P. 101–109.
3. Farrell, P.E. Galerkin projection of discrete fields via supermesh construction // Submitted in part fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Computational Physics of Imperial College London and the Diploma of Imperial College London, 2009. - 192 p.