

ЛОКАЛЬНЫЙ МНОГОСЕТОЧНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТРАНСЗВУКОВОЙ
АЭРОДИНАМИКИ: ТЕХНОЛОГИЯ УСКОРЕНИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ

Владимир КАРАМЫШЕВ, Ольга КУКАРЦЕВА

*Институт вычислительных технологий СО РАН
Россия, Новосибирск, проспект Лаврентьева, 6
e-mail: kary@net.ict.nsc.ru*

В настоящей работе, на примере решения полного уравнения для потенциала скоростей, предлагается технология решения задач трансзвуковой аэродинамики, сочетающая в себе адаптивную *многосеточную стратегию* [1] и *алгоритм ускорения сходимости* [2]. В качестве базового итерационного процесса решения системы конечно-разностных уравнений используется упрощенный метод Ньютона, наряду с ним рассматривается возможность применения нелинейного релаксационного метода [3]. Особенностью предложенной технологии является явная реализация всех вычислений, что делает ее привлекательной при использовании неструктурированных сеток, а также при компьютерном моделировании течений на ЭВМ параллельной архитектуры.

Линейная система уравнений в методе Ньютона решается итерациями по Зейделю (верхней релаксацией для дозвуковых течений). Известно, что для больших, плохо обусловленных систем сеточных уравнений, получаемых для расчета трехмерных сверхкритических течений, релаксационные методы утрачивают свою эффективность. Однако применение к ним алгоритма ускорения итераций [2], позволило построить простой в реализации и быстро сходящийся итерационный метод.

Предложенная вычислительная схема была использована для компьютерного моделирования трансзвукового обтекания эллипсоидов вращения. На рис.1 представлены результаты расчетов на трех вложенных сетках. Многосеточная технология с алгоритмом ускорения итераций позволила сократить время получения приближенного решения на порядок. На рис. 2 изображена структура течения, полученная на адаптивной к скачку уплотнения последовательности сеток (рис. 3). По точности приближенное решение соответствует расчету на регулярной равномерной сетке, содержащей 80x80x80 узлов, а вычислительные затраты сопоставимы с обычным многосеточным моделированием на трех сетках, начиная с 10x10x10 узлов.

Список литературы

1. **South J., Brandt A.** *Application of multi-level grid method to transonic flow calculations* // Proc. of Workshop on Transonic Flow Problems in Turbomachinery, Monterey, 1976, edited by T.C. Adomson and M.F. Platzer, Hemisphere, 1977, pp. 180-206.
2. **Karamyshev V., Kovenya V., Sleptsov A. and Cherny S.** *Variational method of accelerating linear iterations and its applications* // Computers & Fluids, Elsevier Science Ltd., 1996, v. 25, No 5, pp. 467-483.
3. **Karamyshev V., Kukartseva O.** *On the optimization of the relaxation method for solving the three-dimensional problems of transonic aerodynamics* // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling, 1997, v. 12, No 2, pp. 151-162..

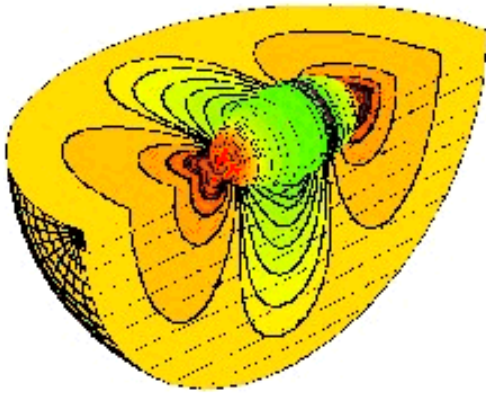


Рис. 1. Сверхкритическое обтекание эллипсоида под нулевым углом атаки при $M_\infty=0.85$ на самой мелкой сетке (37x37x34). Распределение давления и линии тока.

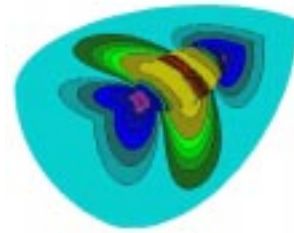


Рис. 2. Обтекание эллипсоида под углом атаки $\alpha=10^\circ$ при $M_\infty=0.85$. Изолинии чисел Маха

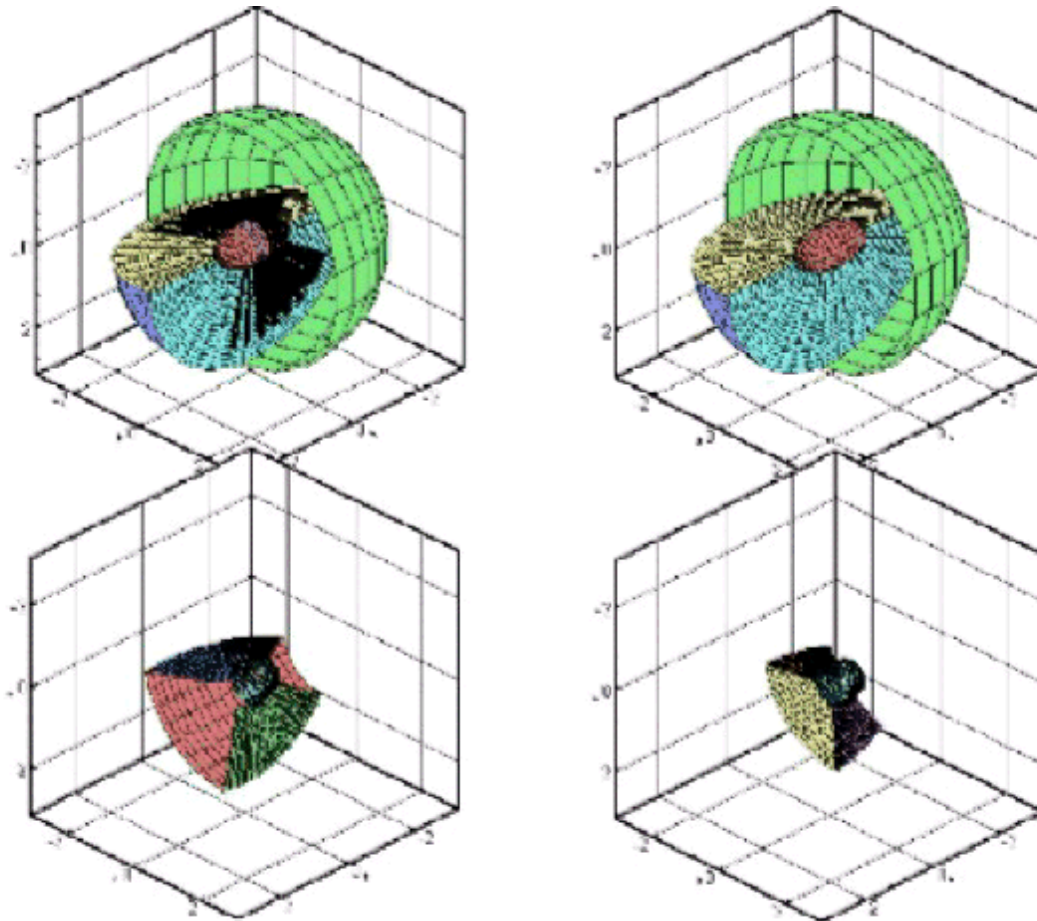


Рис. 3. Топология вложенных сеток: общая композиция и ее составные части (20x20x20, 30x19x38, 52x19x74)