

Сравнение различных методов решения задач динамики несжимаемой жидкости по времени счета

АВДЮШЕНКО АЛЕКСАНДР ЮРЬЕВИЧ

Институт вычислительных технологий СО РАН (Новосибирск), Россия
e-mail: ovalur@gmail.com

Работа посвящена исследованию различных подходов к ускорению решения нестационарных трехмерных задач динамики несжимаемой жидкости методом, предложенным в [1]. В его основу положены метод искусственной сжимаемости [2], конечных объемов и приближенной LU -факторизации. Сравнение подходов проводится на задачах обтекания кругового цилиндра и течения жидкости в реальной гидротурбине.

Для решения нестационарных задач в концепции искусственной сжимаемости на каждом шаге по времени организуется итерационный процесс установления по псевдовремени. На каждой итерации необходимо решать систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)

$$\mathbf{Ax} = \mathbf{b}, \quad (1)$$

возникающую при дискретизации уравнений Рейнольдса.

Рассмотрены три подхода

1. неявная схема с приближенной LU -факторизацией для решения СЛАУ (1) и явным заданием граничных условий;
2. неявная схема с точным обращением матрицы СЛАУ методами библиотеки Intel MKL для разреженных матриц: PARDISO и FGMRES;
3. явная схема Рунге-Кутты по псевдовремени.

Исследованы скорости сходимости и эффективности параллельной реализации этих методов. Реализованы две версии параллельных алгоритмов. Первая – с использованием стандарта OpenMP [3], вторая – с использованием CUDA Fortran [4] для проведения расчетов на графическом процессоре. Все расчеты проведены на кластере ИВЦ НГУ. Минимальное время расчета нестационарной задачи получено при использовании неявной схемы с приближенной LU -факторизацией и распараллеливанием по стандарту OpenMP.

Список литературы

- [1] С. Г. Черный, Д. В. Чирков, В. Н. Лапин, В. А. Скороспелов, С. В. Шаров. Численное моделирование течений в турбомашинах / Новосибирск: Наука, 2006. — 202 с.
- [2] Владимирова Н. Н., Кузнецов Б. Г., Яненко Н. Н. Численный расчет симметричного обтекания пластинки плоским потоком вязкой несжимаемой жидкости // Некоторые вопросы вычисл. и прикл. математики. — 1966. — С. 186–192.
- [3] Антонов А. С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: Учебное пособие / М.: Изд-во МГУ, 2009. — 77 с.

- [4] RUETSCH G., FATICA M. CUDA Fortran for Scientists and Engineers / NVIDIA Corporation, 2011. — 152 p.