

Комплекс псевдомногосеточных подпрограмм для решения краевых и начально-краевых задач механики сплошной среды

П.Д. Токталиев, С.И. Мартыненко

ФГУП «Центральный Институт Авиационного Моторостроения им. П.И. Баранова»

Целью данной работы является развитие автономного (т.е. устроенного по принципу «чёрного ящика») кода для решения широкого класса (не)линейных прикладных задач, обладающего высокой эффективностью в последовательном и параллельном исполнениях. Отличительной особенностью разработанных программ является численное решение разностных краевых и начально-краевых задач при помощи универсальной многосеточной технологии (УМТ) [1]. УМТ является оригинальным односеточным вариантом метода Зейделя, который обладает трудоёмкостью, близкой к оптимальной, при минимуме проблемно-зависимых компонент, т.е. решение СЛАУ, полученных в результате аппроксимации краевых и начально-краевых задач, потребует $O(N \lg N)$ арифметических операций, N где есть количество неизвестных. Для наглядности УМТ представлена как многосеточный метод, где метод Зейделя с блочным упорядочением неизвестных в качестве сглаживающей процедуры. Выбор сглаживающей процедуры позволяет решать унифицированным образом широкий класс задач, включая седловые. При решении уравнений Навье-Стокса используемый сглаживатель совпадает с методом Ванки, системы дифференциальных уравнений в частных производных всегда решают совместно.

В докладе дано краткое описание УМТ, основные результаты анализа сходимости и трудоёмкости, оценки ускорения и эффективности параллелизма и описание программной реализации основных компонентов технологии (построение и хранение многосеточной структуры, вычисление отображения индексов, аппроксимация шаблонных функционалов на многосеточной структуре и т.д.). Приведены примеры решения краевых и начально-краевых задач для уравнений Навье-Стокса, описывающих течение несжимаемой среды (результаты моделирования течений в каверне и катализаторе микроЖРД).

В настоящее время наиболее полные результаты получены для структурированных сеток. Показано, что в данном случае существует возможность уменьшения объёма вычислений при решении уравнений Навье-Стокса посредством декомпозиции давления и использовании интегральных форм уравнений неразрывности (уравнений постоянств массового расхода) в качестве дополнительных условий. Приведены соответствующие иллюстративные примеры (результаты моделирования течений в каверне и микросопле Лаваля).

В заключение сформулированы основные направления обобщения разработанных численных методов и программного обеспечения на неструктурированные сетки.

1. Мартыненко С.И. Многосеточная технология: теория и приложения. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. 208 с.

Сведения об участниках:

Токталиев Павел Дамирович

ФГУП «Центральный Институт Авиационного Моторостроения им. П.И. Баранова»

Мартыненко Сергей Иванович (докладчик)

ФГУП «Центральный Институт Авиационного Моторостроения им. П.И. Баранова»