

## Реализация двухуровневого MPI-OpenMP распараллеливания газодинамического солвера на процессорах Intel Xeon Phi

В.А. Титарев<sup>1,2</sup>, А.В. Чикиткин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Московский физико-технический институт (государственный университет)

<sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН

Доклад посвящен реализации двухуровневого MPI-OpenMP распараллеливания конечно-объемного кода для решения 3-х мерных уравнений Эйлера и Навье-Стокса на неструктурированных сетках. В последнее время увеличение производительности процессоров и вычислительных систем в целом достигается в основном за счёт увеличения числа ядер внутри процессора. Появившиеся несколько лет назад сопроцессоры Intel Xeon Phi содержат более 60. Для того, чтобы в полной мере использовать возможности таких процессоров, необходимо обеспечить хорошую масштабируемость параллельных алгоритмов на большом числе потоков [1]. В докладе описываются основные проблемы, возникающие при распараллеливании конечно-объемных методов на неструктурированных сетках, и варианты их решения. Основное внимание уделяется следующим этапам алгоритма:

- 1) Многоуровневая декомпозиция расчётной сетки
- 2) Реконструкция значений переменных на гранях ячеек
- 3) Вычисление вязких потоков
- 4) LU-SGS метод решения возникающих линейных систем

В работе исследовано влияние качества разбиения сетки на масштабируемость алгоритма. Выполнено сравнение ускорения параллельных MPI и OpenMP версий кода как на 8-ядерных процессорах Xeon E5-2690, так и на 61-ядерных сопроцессорах Intel Xeon Phi 7110X кластера МВС-10П. Сравнение показывает хорошую масштабируемость гибридного кода.

### Литература

1. Горобец А.В. Параллельная технология численного моделирования задач газовой динамики алгоритмами повышенной точности. – Ж. вычисл. матем. и матем. физ. – 2015. – Т. 55. – № 4. – С. 641-652.