

# Использование технологии параллельных вычислений NVIDIA® CUDA® на GPU для численного моделирования неустойчивости Релея-Тейлора в высоковязкой ньютоновской жидкости\*

Т.В. Абрамов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН)

Моделирование неустойчивости Релея-Тейлора является актуальной задачей гидродинамики, имеющей практическое значение. В частности, при изучении известного геологического процесса – соляного диапиризма, всплытия твердой каменной соли через более плотные перекрывающие осадки в геологическом масштабе времени.

В работе соляной диапиризм описывается ползущим течением, происходящем под действием силы тяжести в ограниченном свободной поверхностью полупространстве несжимаемой ньютоновской жидкости с высокой постоянной вязкостью. Для этой задачи есть найденная аналитически функция Грина [1], что позволяет вычислить поле течения в полупространстве как ее свертку с распределением плотности, вместо использования разностных методов.

Для численных расчетов созданы программы, использующие прямой алгоритм вычисления свертки, который имеет наибольшую вычислительную сложность, но при этом эффективно распараллеливается практически на любое количество узлов, по аналогии с задачей N-тел, достигая близкой к пиковой производительности [2]. Программы используют графические ускорители гибридного кластера с помощью технологий NVIDIA CUDA и MPI. Также есть реализация на CPU с использованием SSE и MPI. На рис. 1 показаны графики производительности от количества вычислительных устройств – GPU Tesla M2090 и CPU Xeon X5670 кластера НГУ.

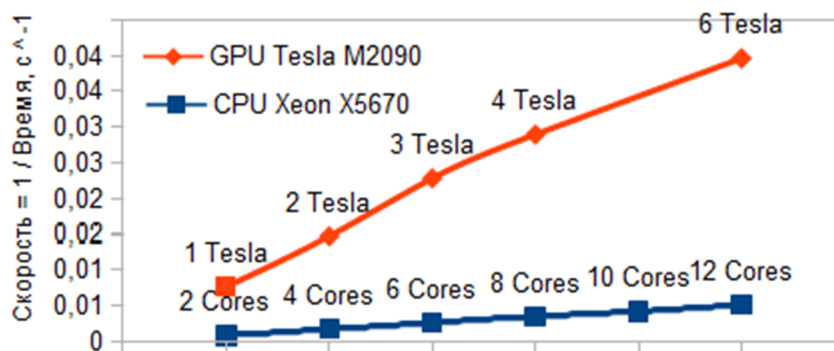


Рис. 1. Зависимость скорости вычислений от количества узлов

Зависимость, близкая к линейной, показывает высокий потенциал метода и его реализации для гибридных архитектур. Для сеток порядка  $100 \times 100 \times 100$  точек, время расчета эволюции до глубоких стадий на одной Tesla занимает обычно не более одного часа.

## Литература

1. Лунёв Б.В. Изостазия как динамическое равновесие вязкой жидкости. // Доклады АН СССР. 1986. Т. 290, № 1. С. 72-76.
2. Боресков А. В., Харламов А. А. Основы работы с технологией CUDA. М.: ДМК Пресс, 2010. 232 с.

\* Работа выполнена в рамках программы VIII.73.2 фундаментальных научных исследований СО РАН.