

Моделирование соляного диапиризма расчетом трехмерных ползущих течений с использованием технологии параллельных вычислений CUDA на GPU

АБРАМОВ ТИМОФЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (Новосибирск), Россия
e-mail: abramovtv@ipgg.sbras.ru

ЛУНЕВ БОРИС ВАЛЕНТИНОВИЧ

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (Новосибирск), Россия

Соляной диапиризм – известный геологический процесс, связанный с подъемом твердой каменной соли через более плотные перекрывающие осадки. Он является частным случаем развития гидродинамической неустойчивости Релея-Тейлора. Известно, что размещение залежей углеводородов в большинстве нефтегазовых провинций в значительной мере контролируется соляной тектоникой, поэтому целесообразно изучение этих структур и истории их развития.

В настоящее время процессы соляного тектогенеза обычно моделируются ползущим течением высоковязкой ньютоновской жидкости. Как правило, расчет основан на использовании параллельной реализации разностных методов [1]. Из-за трудности распараллеливания, ускорение вычислений оказывается ограниченным пропускной способностью памяти, а не пиковой производительностью устройства, как показано в [2].

Для полупространства однородно-вязкой ньютоновской жидкости со свободной границей решение краевой задачи удалось получить аналитически в виде функции Грина [3]. Отыскание поля течения в этом случае сводится к вычислению интеграла свертки, аналогично решению задачи N-тел. Это позволяет получить значительное ускорение при использовании параллельных архитектур [4]. Возможность расчета скорости движения только на границах тел с различной плотностью снижает размерность задачи и увеличивает скорость вычислений.

Заложенные в методе возможности удалось реализовать в программе, использующей технологию CUDA для расчета на GPU вычислительного кластера НГУ. Явное задание границ слоев в виде триангулированных поверхностей, вместе с эффективной параллельной реализацией, показывает отличные результаты моделирования за приемлемое время.

Список литературы

- [1] Исмаил-заде А. Т., Цепелев И. А., Тэлбот К., Остер П. Трехмерное моделирование соляного диапиризма: численный подход и алгоритм параллельных вычислений // Вычислительная сейсмология, 2000. – №31. – С. 62-76.
- [2] БОРЕСКОВ А. В., ХАРЛАМОВ А. А. Основы работы с технологией CUDA. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 232 с.
- [3] ЛУНЕВ Б. В. Изостазия как динамическое равновесие вязкой жидкости // Доклады АН СССР, 1986. – Т. 290, № 1. – С. 72-76.

- [4] GPU Gems 3 [Электронный ресурс]: <https://developer.nvidia.com/content/gpu-gems-3>