

## Секция «Вычислительная математика и кибернетика»

### Использование высокопроизводительных систем для моделирования распространения акустических волн в задачах сейсморазведки

*Бурцев Александр Павлович*

*Студент*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики, Тула, Россия*

*E-mail: apburtsev@gmail.com*

В настоящее время поиск полезных ископаемых, таких как нефть и газ, является очень важной задачей. Промышленность и транспорт потребляют всё больше и больше углеводородов, а развитие альтернативных источников энергии, пока не позволяет отказаться от использования традиционных природных ресурсов.

Одним из методов поиска месторождений полезных ископаемых является сейсморазведка. Сейсморазведка — геофизический метод изучения геологических объектов с помощью упругих колебаний — сейсмических волн [4]. Моделирования распространения акустических волн в неоднородной среде — одна из важных задач с которой сталкиваются геофизики. Она возникает как на этапе построения модели реальной среды, так и на этапе проверки адекватности построенной модели, полевым экспериментом. Сейчас геофизики собирают сотни гигабайт данных при обследовании даже небольших площадей, а требуется исследовать сотни и сотни квадратных километров [2]. Обработка такого объема полученных данных требует применения мощных компьютеров и больших затрат машинного времени, что часто невозможно в полевых условиях. Ускорение процесса обработки данных даст огромный экономический эффект. Решением проблемы обработки больших объёмов данных может быть использование супер-вычислителей: многоядерных машин, кластеров, грид-систем.

Цель данной работы — исследование эффективности различных параллельных алгоритмов моделирования распространения акустических волн в однородной и неоднородной среде на регулярных сетках. Для численного решения дифференциального уравнения, описывающего распространение волн, используется явная конечно-разностная схема 2-ого порядка по времени и 4-ого по пространственным координатам [3]. На границе среды реализованы поглощающие граничные условия. За основу взят последовательный вариант предложенный в open-source пакете Madagascar [5]. Рассматриваются три основных комплекса программно-аппаратных средств для разработки параллельных решений: OpenMP для SMP архитектуры, MPI для кластеров и CUDA для графических ускорителей компании NVIDIA [1], а также комбинированные версии этих подходов. При организации параллельных вычислений был использован принцип геометрического параллелизма: исходные данные разбиваются на набор одинаковых подобластей, в каждой из которых можно вести вычисления независимо при этом на каждом шаге по времени требуется проводить обмен граничными элементами между соседними подобластями. Основные тесты проводились на базе кластеров «Ломоносов» и Blue Gene/P. Все предложенные варианты показали достойную эффективность и масштабируемость, основным недостатком GPU версии является сравнительно небольшой размер данных которые можно вычислять на одной видеокарте и достаточно долгое время необходимое на копирование данных между памятью видеокарты и оперативной памятью CPU.

Одновременно с вычислениями можно выполнять копирование данных из оперативной памяти на жёсткий диск, что дает значительный прирост производительности. Для повышения качества моделирования можно заменить поглощающие граничные условия на PML. Существенным будет переход от акустических к упругим волнам, это значительно повысит точность расчётов.

### **Литература**

1. Боресков А. В., Харламов А. А. Основы работы с технологией CUDA. М.: ДМК 2010. 230 с.
2. Бурцев А. П., Курин Е. А. Исследование различных подходов к разработке параллельных алгоритмов моделирования распространения акустических волн для задач сейсморазведки // Программные системы и инструменты. Тематический сборник. 2012. No 13. С. 56–61.
3. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики. М: Изд-во МГУ: Наука 2004. 742 с.
4. Хмелевской В. К., Горбачёв А. В., Калинин А. В., Попов М. Г., Селиверстов И. Н., Шевнин В. А. Геофизические методы исследований. Петропавловск-Камчатский: КГПУ 2004. 232 с.
5. Страница проекта "Guide to programming with madagascar": <http://reproducibility.org/wiki/>

### **Слова благодарности**

Хочется выразить благодарность генеральному директору ООО "ГЕОЛАБ": Курину Е.А.