**Лаборатория численного моделирования сейсмических полей**

зав. лабораторией − д.ф.-м.н. Фатьянов А.Г.

### Важнейшие достижения

**Решение прямых двумерных и трёхмерных задач электрического и электромагнитного каротажа на графических процессорах**.

Для задач моделирования показаний зондов высокочастотного изопараметрического каротажного зондирования (ВИКИЗ) и бокового каротажного зондирования (БКЗ) построены полностью параллельные алгоритмы, учитывающие GPU архитектуру. Решение данных задач с помощью конечно-разностного метода приводит к решению больших, разреженных, плохо обусловленных систем линейных алгебраических уравнений. Симметризация, масштабирование исходной системы и способ организации хранения матрицы позволили минимизировать обращения к памяти и сократить число арифметических действий. Применение в итерационных методах предобуславливателя, аппроксимирующего обратную матрицу, построенного на основе алгоритма Хотеллинга-Шульца, и функций библиотеки CUBLAS NVIDIA позволили создать быстрые программы. Алгоритм построения предобуславливателя очень прост, устойчив, не требует особых временных затрат и полностью параллелен.

Автор: к.ф.-м. н, Суродина И.В.

### Отчет по этапам работ, завершенным в 2015 г.

### в соответствии с планом НИР института

**Проект НИР I.3.1.3.** «Методы создания, исследования и идентификации математических моделей в науках о Земле, номер государственной регистрации НИР 01201370229», руководитель: член-корреспондент С.И. Кабанихин

Разработан новый численный параллельный алгоритм для моделирования акустических и упругих волновых полей в присутствии сложной геометрии свободной поверхности (рельефа). Алгоритм реализован в виде программы для многопроцессорных вычислительных систем. Проведенные численные расчеты показали свою эффективность, в том числе при использовании тысяч процессоров.

Для задач моделирования показаний зондов высокочастотного изопараметрического каротажного зондирования (ВИКИЗ) и бокового каротажного зондирования (БКЗ) построены полностью параллельные алгоритмы, учитывающие GPU архитектуру. Решение данных задач с помощью конечно-разностного метода приводит к решению больших, разреженных, плохо обусловленных систем линейных алгебраических уравнений. Симметризация, масштабирование исходной системы и способ организации хранения матрицы позволили минимизировать обращения к памяти и сократить число арифметических действий. Применение в итерационных методах предобуславливателя, аппроксимирующего обратную матрицу, построенного на основе алгоритма Хотеллинга-Шульца, и функций библиотеки CUBLAS NVIDIA позволили создать быстрые программы. Алгоритм построения предобуславливателя очень прост, устойчив, не требует особых временных затрат и полностью параллелен. Программа для двумерного моделирования ВИКИЗ стала основой программы инверсии, которая создана и протестирована в ИНГиГ. Там же реализована программа совместной 2D инверсии ВИКИЗ и БКЗ. Верификация алгоритма инверсии ВИКИЗ проведена на практических данных. Результаты 2D инверсии позволили уточнить положения границ, насыщение части коллектора и выделить маломощные прослои глин и карбонатов. Трёхмерные программы позволили оперативно решать задачи с сильно контрастными параметрами. Были промоделированы трещины, возникающие при гидроразрыве пласта.

Рис.1 Применение двумерной инверсии на практических данных. Жумажановское месторождение, пласт группы БС. Обозначения: сплошная линия - практические данные, пунктирная линия - расчётные данные.

Создан аналитический метод расчета волновых полей для произвольных блоково – неоднородных сред в случае цилиндрической геометрии. Метод основан на использовании преобразований Фурье-Бесселя. В итоге задача сведена к системам обыкновенных дифференциальных уравнений с несимметричными матрицами. Развит новый метод сведения несимметричных матриц к симметричным. Это позволяет свести исходную задачу для цилиндрической системы координат к ранее рассмотренной задаче для декартовой геометрии и получить, тем самым, решение искомой задачи

Выполнен ряд численных экспериментов по решению системы уравнений Максвелла с отрицательными параметрами среды методом векторных конечных элементов 2