

Полноволновое сейсмическое моделирование с использованием метода спектральных элементов и его реализация на суперкомпьютере MSU270

Научный руководитель – Левин Владимир Анатольевич

Антонов А.М.¹, Вершинин А.В.², Петровский К.А.³

1 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Механико-математический факультет, Москва, Россия, *E-mail: artmihant@gmail.com*; 2 - Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Механико-математический факультет, Кафедра вычислительной механики, Москва, Россия, *E-mail: versh1984@mail.ru*; 3 - Тульский государственный университет, Тула, Россия, *E-mail: constantine.89@rambler.ru*

Метод сейсморазведки основывается на возбуждении в породе и последующей регистрации упругих волн, позволяя посредством анализа картины отражений, записанных в форме сейсмограмм, выявить глубинное строение Земли, залегание месторождений полезных ископаемых и структурные особенности пород.

Для обработки сейсмограмм используются методы решения обратной задачи сейсморазведки. Корректная обработка первичной информации представляет собой сложную задачу, в том числе и из-за недостатка возможности верифицировать существующие алгоритмы на наборе качественных тестов, представляющих себя пару из высокоточной геологической модели, приближенной по характеристикам к реальному месторождению и соответствующими ей сейсмограммами. Для создания такого теста необходимо точно решить прямую задачу полноволнового моделирования, то есть смоделировать распространение упругих волн в крупномасштабной неоднородной среде и получить множества сейсмограмм для анализа.

В настоящем докладе описываются исследования, направленные на решение прямой задачи полноволнового моделирования на основе модели реального участка нефтегазового месторождения площадью 200 кв. км в Западной Сибири. Задача решалась явной схемой по времени с дискретизацией по пространству посредством метода гексогональных спектральных элементов 8 порядка для модели месторождения из 5.6 миллиона кубических элементов. На решение задачи было потрачено два месяца работы суперкомпьютера "270 лет МГУ".

Особенное внимание в докладе уделено предварительному этапу работы, включающему в себя выбор сетки приемников и источников, а так же выбор достаточного порядка спектрального элемента.

Источники и литература

- 1) Ампилов Ю.П., Вершинин А.В., Левин В.А., Петровский К.А., Приезжаев И.И., Штейн Я.И. Полноволновое моделирование в сейсморазведке на основе цифровой геологической модели с использованием метода спектральных элементов. Геология и геофизика, 2024
- 2) Ампилов Ю.П. Поглощение и рассеяние сейсмических волн в неоднородных средах. М., «Недра», 1992 г., 160 с.
- 3) Левин В.А., Вершинин А.В. Численные методы. Параллельные вычисления на ЭВМ Т.2 (Нелинейная вычислительная механика прочности. Цикл монографий в 5 томах под. ред. В.А. Левина). — ФИЗМАТЛИТ Москва, 2015. — 544с.

- 4) A. Vershinin, Yu. P. Ampilov, V. A. Levin, K. A. Petrovskii,. Full waveform modeling in seismic exploration based on a digital geological model using spectral element method on gpu. 16th World Congress on Computational Mechanics and 4th Pan American Congress on Computational Mechanics, CIMNE Vancouver, Canada, 2024.
- 5) D. Komatitsch and J. Tromp. Introduction to the spectral element method for three-dimensional seismic wave propagation. Geophysics, 1999, 139, 806-822.
- 6) Yu P. Ampilov, A. V. Vershinin, V. A. Levin, K. A. Petrovskii, I. I. Priezzhev, and Ya I. Shtein. Full-waveform seismic modeling based on digital geological model using spectral element method: Applications to seismic exploration. // Russian Geology and Geophysics, pages 1-9, 2024