

Прямое численное моделирование многомасштабных термо-гидро-механических процессов фильтрации

Научный руководитель – Подладчиков Юрий Юрьевич

Антоненко Борис Дмитриевич

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра вычислительной механики, Москва,
Россия

E-mail: antonenko.boris@mail.ru

В наши дни, задачам вычислительной механики требуется численное моделирование нелинейных сложных процессов, которые включают в себя многомасштабность и рассмотрение термодинамических, гидрологических и механических взаимодействий. Моделирование и решение таких процессов нужно для того, чтобы точно предсказывать изменения природных систем.

В частности, необходимо разрешать масштабы начиная с 30 метров (Баженовская свита) до масштаба западной Сибири (1 миллион квадратных километров) [1]. Кроме того, нелинейная связь проницаемости и пористости приводит к появлению феномена распространения аномалий пористости и проницаемости как уединённых волн [2].

Для получения точных результатов требуются вычисления с высоким разрешением в пространстве и времени [3]. В связи с этим появляется необходимость в значительном ускорении расчётов, которого можно добиться, производя вычисления не на CPU (центральном процессоре) компьютера, а используя параллельные вычисления на CUDA ядрах видеокарт (технология Nvidia CUDA).

В данной работе численно моделируются волны пористости с учётом термо-гидро-механических уравнений методом конечных разностей. Результатом является скрипт в пакетах программ Matlab/Octave. Далее был создан код на языке C, решающий такую же систему, параллельные вычисления. Анализ полученных результатов показывает многократное ускорение работы программы при различии итоговых ответов, в пределах диапазона, который обусловлен машинной ошибкой.

В дальнейшем в задаче будут учтены новые механизмы взаимодействия между твёрдой средой и флюидом в её порах, например, нелинейные волны пористости.

Источники и литература

- 1) Peshkov G. A. et al. Impact of differing heat flow solutions on hydrocarbon generation predictions: A case study from West Siberian Basin //Marine and Petroleum Geology. – 2020. – С. 104807.
- 2) Räss L., Simon N. S. C., Podladchikov Y. Y. Spontaneous formation of fluid escape pipes from subsurface reservoirs //Scientific reports. – 2018. – Т. 8. – №. 1. – С. 1-11.
- 3) Räss L., Duretz T., Podladchikov Y. Y. Resolving hydromechanical coupling in two and three dimensions: spontaneous channelling of porous fluids owing to decompaction weakening //Geophysical Journal International. – 2019. – Т. 218. – №. 3. – С. 1591-1616.