

**Прямое численное моделирование и аналитическое масштабирование 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. Для разрешения многомасштабности и для получения высокоточных результатов требуются вычисления с высоким разрешением в пространстве и времени. К примеру, для решения современных резервуарных задач необходимо разрешать масштабы начиная с 30 метров (Баженовская свита) до масштаба западной Сибири (1 миллион квадратных километров) [1].

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). Ожидаемое ускорение производительности оценивается в 100 раз, во-первых, благодаря изменениям в алгоритме и, во-вторых, благодаря переходу к графическому процессору. Именно такое ускорение позволяет моделировать и разрешать такие многогранные и многомасштабные взаимодействия, чтобы точно предсказывать эволюцию природных и промышленных систем.

Целью данной работы является развитие термо-динамически самосогласованной математической модели многомасштабных термо-гидро-механических сопряженных процессов. Численное моделирование волн пористости проводится методом конечных разностей [2,3]. Результатом является код в пакетах программ Matlab/Octave с дальнейшим применением метода установления для решения системы уравнений, с целью сокращения количества итераций, и код на расширенном языке C, решающий такую же систему, использующий параллельные вычисления на CUDA ядрах. Приближенные аналитические решения используются для валидации численных расчетов. Полученные закономерности помогают выработать методы масштабирования термо-гидро-механических процессов фильтрации.

**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.