



Геолого-гидродинамическое моделирование морских месторождений нефти и газа с использованием высокопроизводительных компьютерных вычислений (ВПКВ)

Захаров Олег Владимирович, аспирант
РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина (г. Москва)

В настоящее время значительная часть морских месторождений нефти и газа характеризуется структурой со сложным геологическим строением и трудноизвлекаемыми запасами углеводородов. Ранее разработка залежей со сложной геологической структурой, высоковязкой нефтью, а также малодобитных залежей была малоэффективной по причине отсутствия технологий, обеспечивающих максимально возможное и экономически обоснованное извлечение нефти и газа из недр. Ввод в разработку подобного рода месторождений требует детального рассмотрения каждой залежи с учётом изменения свойств коллектора и насыщающих его флюидов во времени при проведении технологических операций, направленных на извлечение углеводородов. Поэтому разработка подобных месторождений должна быть обоснована проведением дополнительных работ по уточнению геологического строения, а также определению фильтрационных свойств коллекторов путём построения геолого-гидродинамической модели, позволяющей выбрать рациональные технологии и способы эксплуатации выделенных объектов, а также осуществить разработку месторождения по различным сценариям. Геолого-гидродинамическое моделирование позволяет получать не только физически обоснованные данные об эксплуатационной характеристике месторождения, но и представления о недоступных напрямую изучению геолого-физических процессах, а также учитывать показатели, характеризующие влияние учтённых при идентификации факторов.

Более того трёхмерное моделирование с применением современных информационных систем и технологий является неотъемлемой частью процесса поиска, разведки и эксплуатации углеводородных месторождений. Необходимость его использования для обоснования решений регламентируется нормативными и законодательными документами как в России, так и в большинстве стран мира.

Геологическая модель строится на основе больших объёмов данных, которые, в связи с усложнением строений разрабатываемых месторождений и появлением новых технологий добычи, постоянно увеличиваются и требуются всё более современных высокопроизводительных компьютерных технологий (так называемых суперкомпьютеров) для качественной интерпретации и последующей детальной визуализации. Как правило, геологическая модель является основой для построения гидродинамической модели. Гидродинамическое моделирование сводится к построению модели фильтрации месторождения посредством решения систем дифференциальных уравнений течений многокомпонентных изотермических систем (для каждой из имеющихся фаз), выраженных в частных производных;

построенная фильтрационная модель позволяет визуализировать течения пластовых флюидов с последующим прогнозированием их распределения во времени и пространстве. Сложные математические расчёты, визуализация результатов и их анализ выполняются на программных комплексах полномасштабного гидродинамического моделирования (так называемые симуляторы пласта-коллектора).

Необходимо отметить, что полномасштабное моделирование, подразумевающее работу с экстремально масштабным объёмом данных, требует применения самых современных вычислительных программно-аппаратных комплексов, в частности, суперкомпьютеров. Суперкомпьютер (supercomputer) представляет собой один отдельно стоящий, качественно превосходящий аналоги высокопроизводительный компьютер, способный выполнять множество различных цифровых операций за секунды [2]. Принцип действия суперкомпьютеров основывается на использовании специальных алгоритмов высокопроизводительных компьютерных вычислений (high-performance computing, HPC). Моделирование месторождений с помощью гидродинамических симуляторов нового поколения, основанных на принципах высокопроизводительных компьютерных вычислений (ВПКВ), позволяет обнаружить новую нефть в местах, пропущенных другими предыдущими моделированиями с использованием более грубой сетки, спланировать сложные скважины, размещая каждую горизонтальную скважину в наиболее оптимальных местах. При таком высокопроизводительном моделировании подразумевается оперативное использование крупномасштабных объёмов данных и отображение с максимально близким к сейсмическому разрешением ячеек. Именно применение высокопроизводительных компьютерных вычислений позволяет выполнить сложные математические расчёты с необходимым быстродействием и визуализировать результаты в соответствующем ПО качестве. В частности, гидродинамический симулятор GigaPOWERS применялся при гидродинамическом моделировании крупнейшего шельфового месторождения «Сафания» (Safaniya) с 1 млрд. и 4 млн. ячеек, включающих 50-летнюю историю добычи. Размер сетки по площади составил 15 метров. Расчёт (нефть-вода) при этом занял 15 часов при использовании кластерного компьютера с 4 000 процессорами [3]. За счёт использования ВПКВ расчёт больших моделей может быть произведён за минуты. В частности, разработка полной модели Самоглорского месторождения с 5 млн. активных блоков заняло 1 час 22 минуты (tNavigator)[1].

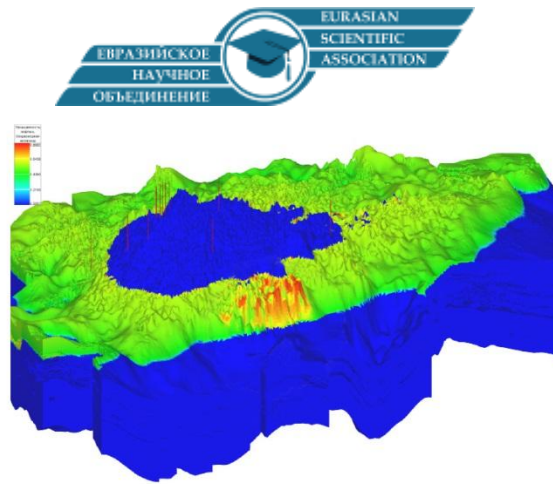


Рис. 1. Цифровая модель Самотлорского месторождения

Таким образом, геологические и гидродинамические модели строятся на основе больших объёмов данных, которые, в связи с усложнением строений разрабатываемых месторождений и появлением новых технологий разведки и добычи, постоянно увеличиваются и требуются всё более современных высокопроизводительных компьютерных тех-

нологий для качественной интерпретации и последующей детальной визуализации. Использование ВПКВ позволяет выполнить сложные математические расчёты с необходимым быстродействием и визуализировать результаты в качестве, адекватном уровню используемого ПО.

Литература:

1. Суперкомпьютеры в гидродинамическом моделировании — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://rfdyn.com/ru/technology/supercomputers_hydrodynamic_modeling.html (дата обращения 21.12.2014).
2. High Performance Computers and Export Control Policy: Issued for Congress, High-Performance Computing Act 1991 — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://www.nitrd.gov/congressional/laws/102-194.pdf> (дата обращения 20.12.2014).
3. Ali H.Dogru. Giga-cell simulation improves recovery from giant fields // *World oil October 2010* — Vol.231, №10. — 5 P.