

Ранжирование бурения проектного фонда на основе комплексного анализа рисков с применением геолого-гидродинамической модели

Д.А. Аленкин¹,
А.Р. Фахрутдинов²,
А.А. Аленкин³

^{1,2,3}ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина

^{1,3}ГБОУ ВО АГНИ

²РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

Ranking of project fund drilling based on comprehensive risk analysis using geological and hydrodynamic model

D.A. Alenkin¹,
A.R. Fakhrutdinov²,
A.A. Alenkin³

^{1,2,3}PJSC Tatneft n.a. V.D.Shashin

^{1,3}Almetyevsk State Oil Institute

²National University of Oil and Gas

Ключевые слова: карта нефтенасыщенных толщин, риски бурения, рейтинг скважин кандидатов, математическая модель, текущие запасы, уплотнение сетки скважин, запасы, геолого-техническое мероприятие, статистический анализ

Keywords: map of oil-saturated thicknesses, drilling risks, candidate well rating, mathematical model, current reserves, well grid sealing, reserves, geological and technical event, statistical analysis

Рассмотрен подход по ранжированию бурения проектного фонда на основе геолого-гидродинамической модели и статистического анализа работы окружающих скважин.

The algorithm of formation of the program of geological and technical measures (GTM) on the basis of geological and hydrodynamic model and statistical analysis of the conducted measures at the development object is considered.

В активах большинства крупных компаний находятся зрелые месторождения нефти, которые уже оснащены инфраструктурой, системой поддержания пластового давления. Для вовлечения в разработку запасов с ухудшенными фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) и залежей малого размера, которые ранее было нерентабельно разрабатывать, актуальным остается адресное уплотнение сетки скважин. Учитывая, что бурение скважин неизбежно сопряжено с различными неопределенностями и рисками, для их минимизации [1] составляется рейтинг скважин кандидатов на первоочередное бурение, зависимое. Это позволяет определить наиболее перспективные скважины для бурения и ввести их в эксплуатацию с наименьшими потерями.

Зачастую риск, по мнению авторов [2], повышается при подборе скважин кандидатов из-за невозможности достоверно оценить влияние ФЕС пласта на процесс разработки из-за вариабельности указанных свойств по простиранию, как и по разрезу. На примере одного из месторождений Западной Сибири был рассмотрен метод машинного обучения (МО) при составлении рейтинга бурения. На гидродинамической модели для 180 скважин была построена диаграмма Вороного, суть которой отобразить границы зон дренирования. Затем были рассчитаны текущие запасы внутри диаграммы. На основании подобранных проектных скважинах, имеющих максимальные запасы на диаграмме и расположенных как можно дальше от остальных скважин, пересчитываются текущие запасы и выбираются лишь те, которые превышают обоснованное экономически рентабельное значение. Таким образом, была получена модель, которая в процессе обучения на фактических данных позволила отсеять 15–20 % потенциальных скважин кандидатов на основании высокой интерференции с действующим фондом, а где-то было предложено использовать другое геолого-техническое мероприятие (ГТМ).

В данной работе отражен алгоритм, позволивший на основе геолого-гидродинамической модели (ГГДМ) с учетом комплексного подхода по анализу работы участка и оценке рисков произвести ранжирование бурения проектных скважин, а также учесть целесообразность бурения с учетом межскважинного взаимовлияния. Алгоритм предполагает наличие актуализированной и садаптированной гидродинамической модели (включая закачку) на первый расчетный шаг прогнозного сценария и дальнейшую оценку уже размещенного в ГГДМ проектного фонда. Концептуально ранжирование состоит из 3 основных модулей, взаимоувязанных между собой в одном алгоритме, суть которого в следующем:

1) Первоначально для каждой проектной скважины производится формирование ее окружения на основе скважин текущего фонда (рис. 1, а). Это происходит на основе учета текущей плотности сетки скважин на объекте и заданных пользователем коридоров ограничений, например, от 200 до 500 м. Минимальное ограничение по расстоянию до окружения определяется с учетом возможной интерференции со скважинами текущего фонда и уточняется по мере пересчета интерференции на одном участке.

2) На основе сформированного окружения происходит поскважинный анализ геологических кубов (1 модуль) и рассчитанных на последний расчетный шаг гидродинамических кубов модели. Для оценки используются кубы песчанистости, пористости, проницаемости, карта разломов и др., дополнительная карта множителей (для учета результатов импульсно-кодированного гидропрослушивания (ИКГ), сейсмических карт, разломов, границ лицензионных участков, санитарно-защитных зон (СЗЗ) и т.д.) и куб запасов и давлений.

3) Далее происходит анализ степени неоднородности свойств по загруженным кубам в двух направлениях внутри доверительного интервала – как отношение конкретного свойства верхней ячейки к нижней и соответственно правой к левой внутри одного доверительного радиуса (рис. 1, б). Доверительный радиус на первом приближении задается пользователем вручную. Путем перемножения данных соотношений определяется общий для скважины коэффициент анизотропии. По итогам расчета на первой итерации в случае значительного отклонения значений данного коэффициента от средневзвешенного значения по всему окружению (существующих скважин) происходит уменьшение доверительного радиуса и повторный пересчет до тех пор, пока скважина не выйдет из окружения.

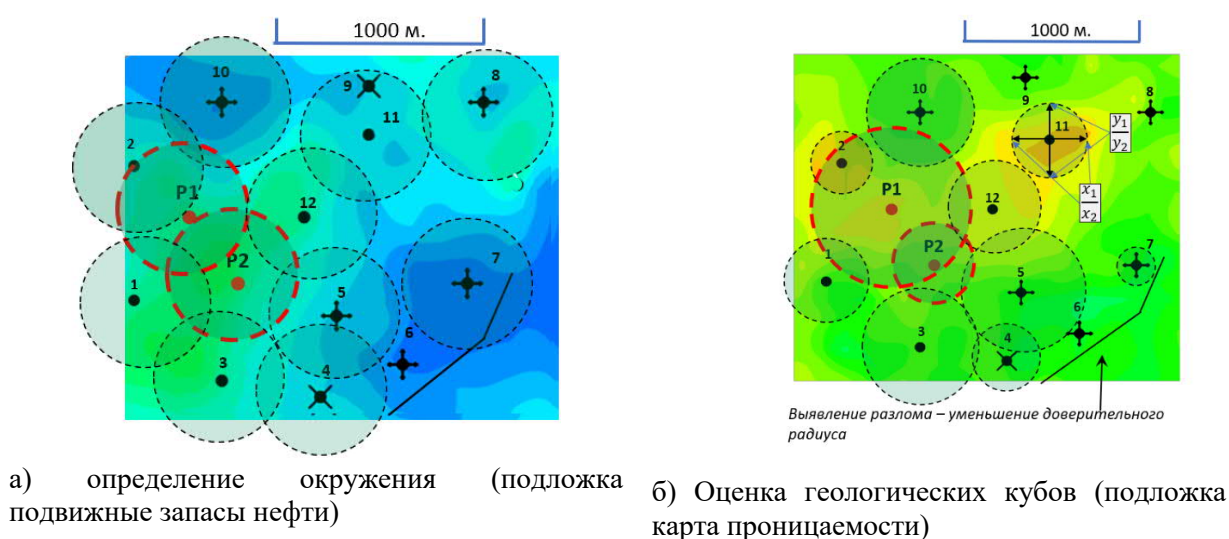


Рис. 1. Карта взаиморасположения скважин

Таким образом, на данном этапе происходит учет таких факторов, как наличие коллектора в окружающих скважинах, отсутствие перепадов в значениях пористости, проницаемости, песчанистости, что не является краем залежи, отсутствие разломов внутри анализируемого участка.

4) После формирования и уточнения окружения на основе геологических данных происходит поскважинная оценка адаптации (2 модуль) гидродинамической модели по таким показателям как: дебит жидкости, дебит нефти, пластовое давление, приемистость (рис. 2). Производится построение линии тренда ($y=kx+b$) к историческим показателям работы скважины на заданный период и аналогично к модельным расчетам. Оценка адаптации производится через расчет коэффициента адаптации по следующей формуле (1):

$$K_{\text{адап.}} = \frac{k_{\text{мод.1}}}{k_{\text{ист.1}}} * \frac{k_{\text{мод.N}}}{k_{\text{ист.N}}} \quad B_{\text{адап.}} = \alpha \frac{b_{\text{мод.1}}}{b_{\text{ист.1}}} * \alpha \frac{b_{\text{мод.N}}}{b_{\text{ист.N}}} (1),$$

где α – весовой коэффициент для учета влияния адаптации по низкодебитному и высокодебитному фонду

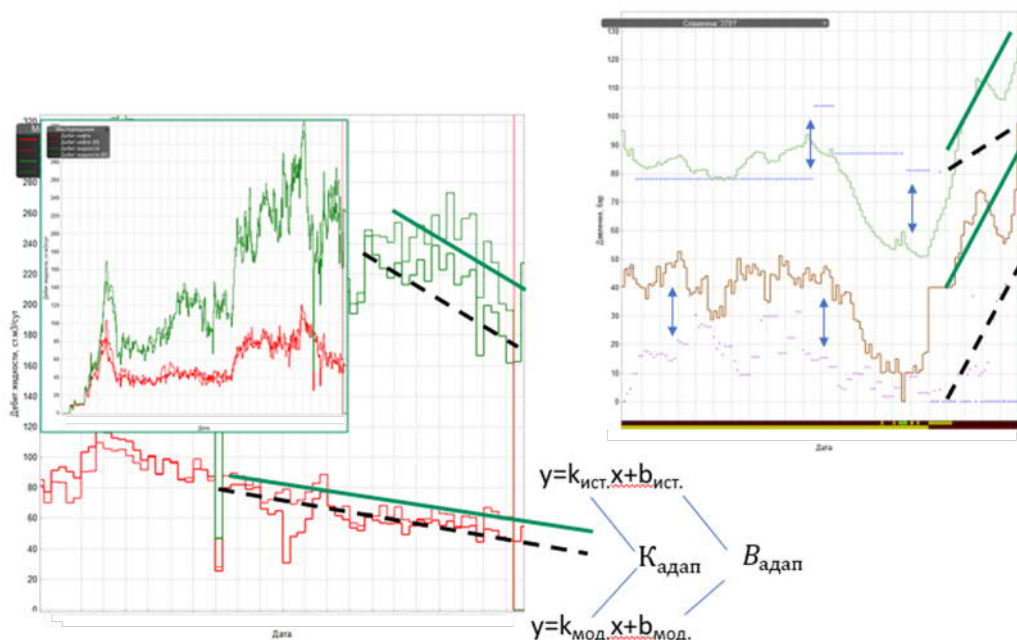


Рис. 2. Оценка адаптации по окружающим скважинам

Таким образом, анализируется сходимость модели по основным показателям работы скважины на предпрогнозный шаг по всему окружению относительно проектной скважины.

5) На основании весовых коэффициентов (основным весом является расстояние от проектной скважины до существующей), коэффициентов по геологии и адаптации определяется интегральный коэффициент риска для каждой скважины.

6) На основании рассчитанного базового сценария разработки на долгосрочную перспективу (15 лет), подразумевающего инерционное продолжение текущих тенденций разработки месторождений и сценария с бурением проектных скважин для каждой сформированной группы вокруг одной проектной скважины, определяется доля интерференции с действующим фондом и проводится экономическая оценка эффективности бурения рассматриваемого участка.

7) Дальнейшее ранжирование позволяет сформировать:

- реестр высокорентабельных с менее рискованными скважинами;
- реестр скважин с зависимым бурением;
- реестр скважин текущего фонда на проведение исследований;
- перечень кандидатов на поскважинную доадаптацию.

Представленный выше подход позволил выявить и оцифровать потенциальные геологические и гидродинамические риски на основе исходных геологических данных, заложенных в модель. Данный подход позволяет не только автоматизировать экспертную оценку участков при ранжировании проектного фонда, но потенциально также применим и в части оценки мероприятий на текущем фонде скважин.

Список литературы

1. *Екименко, А.В.* Оценка неопределенности структурных построений при проектировании добывающих скважин / Н.Г. Главнов, Д.Е. Перминов; Геология и геолого-разведочные 2016. – выпуск 01, стр 21-27 с. - Текст : электронный.
2. *Колесов, В.В.* Расчет рейтинга скважин-кандидатов при уплотняющем бурении с помощью машинного обучения на промысловых данных (метод опорных векторов) / Д.В. Курганов, Вестник Самарского государственного технологического университета, 2019 №1, стр. 6-19.