

ОТЗЫВ

официального оппонента

Пятибратова Петра Вадимовича

на диссертацию Шарифуллиной Марии Александровны на тему
«Оптимизация размещения наклонно-направленных скважин на нефтяных
месторождениях на поздней стадии разработки с учётом неоднородности
продуктивных пластов», представленную на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности
2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

1. Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Шарифуллиной Марии Александровны посвящена решению актуальной задачи разработки нефтяных месторождений – повышению эффективности планирования размещения наклонно-направленных скважин на месторождениях на поздней стадии разработки с учетом влияния неоднородности продуктивных пластов на нефтеизвлечение.

Выбор рациональной плотности сетки скважин является одной из ключевых задач при проектировании разработки нефтяных месторождений, особенно для объектов, вошедших в позднюю стадию эксплуатации. Научные исследования подтверждают, что с ростом неоднородности нефтеносных пластов влияние плотности скважин на конечное нефтеизвлечение становится особенно значительным. Поэтому актуальность работы определяется необходимостью разработки новых методик, учитывающих неоднородность коллекторов и обеспечивающих оптимальное размещение скважин для повышения нефтеизвлечения и рентабельности добычи.

2. Научная новизна

Научная новизна исследований, выполненных автором, заключается в следующих положениях:

- уточнена формула для определения изменения коэффициента извлечения нефти (КИН) от плотности сетки скважин (ПСС) для тульско-

бобриковских и кыновско-пашийских объектов Татарстана в заданных диапазонах расчленённости,

- установлено, что для кыновско-пашийских отложений с начальной подвижностью нефти в диапазоне 0,094-0,2 мкм²/мПа·с расчленённость в значительной степени влияет на характер расположения графика зависимости коэффициента извлечения нефти от плотности сетки скважин. Предложены аналитические уравнения для расчёта коэффициентов этой зависимости от расчленённости в диапазоне 1,4-6,5 доли ед.,

- предложена номограмма зависимости КИН от ПСС для различных значений расчленённости пласта из диапазона 1,4-6,5 доли ед.

Кроме того, необходимый уровень научной новизны работы подтверждается наличием обширного списка апробаций, публикаций в рейтинговых изданиях, полученными свидетельствами о регистрации программ для ЭВМ.

3. Значимость полученных автором результатов для науки и практики

Теоретическая значимость работы обосновывается тем, что автором разработаны методики:

- планирования сетки скважин и производственных программ бурения на разрабатываемых месторождениях (в т. ч. на поздней стадии) в условиях ограничений, обеспечивающие баланс между полнотой поиска и вычислительной эффективностью,

- оптимального размещения проектных наклонно-направленных скважин, которая заключается в поэтапной расстановке на прокси-моделях скважин по неравномерной сетке с учётом неоднородности продуктивных пластов при заданных геолого-технологических и экономических критериях рациональности бурения,

- формирования множества сценариев разбуривания нефтяных месторождений, включающая подходы к ранжированию скважин и учитывающая применение в нефтедобывающих компаниях кустового

бурения, которая заключается в распределении проектных скважин по годам периода планирования детерминированными способами и расчёте технико-экономических показателей сценариев с учетом очередности ввода скважин в эксплуатацию.

Практическая значимость подтверждена тем, что разработанные методики реализованы в программных модулях, на которые получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, и внедрены непосредственно в производственные процессы, сопровождающие разработку и эксплуатацию высоковыработанных месторождений Республики Татарстан. Был получен экономический эффект от их использования, который составил 14 млн руб.

4. Оценка содержания и завершенности диссертации и автореферата

Диссертация состоит из введения, четырех глав, в каждой из которых имеются свои выводы, общего заключения, списка литературы и одного приложения. Объем работы составляет 131 страницу, список использованных литературных источников состоит из 125 наименований.

В диссертационной работе большое внимание автор уделяет методическому подходу к оптимальному размещению проектных скважин. При этом задача оптимизации сформулирована для всех находящихся в разработке месторождений в целом, что позволяет учитывать и распределять имеющиеся у нефтедобывающей компании инвестиционные ресурсы и буровые мощности. В результате формируется такая комбинация сценариев разработки каждого месторождения, которая в совокупности обеспечивает достижение наилучших экономических результатов (например, чистый дисконтированный доход или накопленная добыча нефти) в условиях ограничений.

Для решения этой задачи для каждого объекта разработки месторождений формируется множество вариантов его разбуривания на основе некоторого потенциального рентабельного наиболее плотного

проектного фонда, удовлетворяющего условиям рационального размещения скважин. В работе представлены научно-обоснованные подходы к выбору начальной плотности размещения проектных скважин на основе уравнений зависимости КИН от ПСС для различных характеристик неоднородности пласта.

Уникальность предложенных подходов заключается в использовании в расчетах прокси-моделей нефтяных месторождений, которое обеспечивает высокое быстродействие расчетов. Так, формирование потенциального рентабельного «ковра бурения» для 85 месторождений, которые включают более 250 объектов разработки, занимает порядка 4 часов. Генерация сценариев разработки для полученного проектного фонда занимает не более 2 часов, что на несколько порядков меньше выполнения аналогичных расчетов с использованием геолого-гидродинамических моделей.

Результаты диссертационного исследования были широко представлены на многочисленных региональных, всероссийских и международных научных конференциях. По теме исследования автором опубликовано 33 научных труда, из которых 11 статей опубликованы в изданиях, рекомендованных высшей аттестационной комиссией РФ, 12 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.

Содержание диссертации полностью соответствует сущности выполненной работы и решению поставленных автором задач. Диссертационная работа является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне и написанной грамотным, научным языком. Структура диссертации организована логично и последовательно, что обеспечивает целостность и понятность изложения материала. Автореферат диссертации отражает основные положения и результаты исследования. По содержанию и оформлению как диссертация, так и автореферат полностью соответствуют требованиям ВАК.

5. Замечания к диссертационной работе

- Во 2-ой главе сформулирована задача оптимизации, предполагающая максимизацию определенной целевой функции при заданных ограничениях на затраты на бурение и количество ежегодно вводимых скважин из бурения. Не указана размерность ни у одного параметра. Например, в целевой функции присутствуют слагаемые, единицы измерения которых не указаны. NPV_{ijt} – ЧДД, возможно в денежных единицах; Q_{ijt} – возможно в массовых; $Topt$ – безразмерный. Сумма весовых коэффициентов при этом равна единице. Постановка задачи, а именно построение и смысл целевой функции, требует дополнительных разъяснений. Не понятно каким образом можно использовать данную постановку задачи на практике, в которой возможно в целевой функции суммируются слагаемые разной размерности.
- При расчете ожидаемых параметров проектной скважины логично было бы рассматривать эффективную нефтенасыщенную толщину вместо нефтенасыщенной толщины (формула 20), т.к. именно эффективная нефтенасыщенная толщина участвует в расчете проектного дебита скважины. Более того, пористость (формула 21) тогда рассчитывалась бы как средневзвешенная также по эффективной толщине.
- На стр. 56-57 диссертации рассматриваются разные варианты распределения планируемых кустов на пятилетний прогнозный период. Не понятно применение дискретного подхода по вводу кустов типа «лестница», если предварительно были определены точки бурения, а кусты скважин были ранжированы с учетом комплексного критерия. При наличии ограничений на капитальные затраты или возможности бурения количество вводимых скважин и/или кустов могут быть однозначно определены. Не логичнее ли формировать варианты последовательности ввода исходя из задания капитальных затрат и возможностей бурения.
- В главе 3 приведены зависимости КИН (ПСС) вида $КИН = Ae^{-\alpha s^n}$. Рассмотрены два показателя степени n , равные 1 и 1,5. Сделан вывод, что «Для

уравнений при $n = 1,5$ коэффициент достоверности аппроксимации выше, чем для уравнений при $n = 1$ ». Вывод не очевиден. Для ряда пластов при $n=1$ коэффициент детерминации значительно выше, чем при 1,5. Очевидно, что универсальных зависимостей быть не может ввиду массы причин. Не понятно, почему рассмотрены только два значения n .

– В качестве пожелания было бы крайне полезно для понимания и возможной повторяемости работы иметь более подробное и детализированное на примере одного объекта изложение апробации в главе 4 по этапам работы алгоритмов.

– В работе приведен фактический экономических эффект, достигнутый благодаря внедрению разработанного программного обеспечения, который выражается в дополнительном чистом дисконтированном доходе, полученном компанией от бурения рекомендованных проектных скважин. Было бы полезно представить прогнозный экономический эффект, который можно получить при формировании производственной программы бурения с использованием оптимизационных алгоритмов, по сравнению с распространенным на практике методом весовой сортировки, широко применяемым в текущий момент времени.

6. Заключение

Представленные замечания не снижают положительную оценку диссертационной работы и её научно-практическую значимость. В ходе исследования решены все поставленные задачи, а результаты обладают новизной, теоретической и прикладной значимостью.

Диссертационная работа Шарифуллиной Марии Александровны на тему «Оптимизация размещения наклонно-направленных скважин на нефтяных месторождениях на поздней стадии разработки с учётом неоднородности продуктивных пластов» является завершённым научно-квалификационным трудом, в котором изложены научно обоснованные результаты и выводы, полученные в рамках исследований и имеющие практическое значение.

Работа, представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, удовлетворяет требованиям пункта 9 Положения об учёных степенях, а ее автор Шарифуллина Мария Александровна и заслуживает присуждения степени кандидата технических наук.

Я, Пятибратов Петр Вадимович, согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

Декан факультета разработки нефтяных и газовых месторождений
Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»,
кандидат технических наук по специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, доцент



Пятибратов Петр Вадимович
«12» ноября 2025 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»
Почтовый адрес: 119991, г. Москва, Ленинский пр-т., д.65
Тел.: +7 (499) 507-82-97; внутр. 1839
Электронная почта: pyatibratov.p@gubkin.ru