

ОТЗЫВ

на диссертацию

Юдина Евгения Викторовича

«Научно-методические основы подготовки и принятия системных технологических и технических решений при разработке месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти и газа»,

представленную на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Тема исследований Юдина Е.В., результаты которых представлены в его диссертации, безусловно, актуальная. Это во-первых связано с тем, что для сопровождения разработки месторождений углеводородов отсутствует достаточный инструментарий в части поддержки принятия решений. Во-вторых, качество сопровождения разработки месторождений углеводородов на основе традиционного подхода (гидродинамического моделирования) является не достаточно высоким, что во многом обусловлено колоссальной неопределенностью объектов моделирования (залей углеводородов) и сложностью процессов моделирования. В-третьих, указанные факторы, очевидно, являются более выраженными применительно к трудноизвлекаемым запасам нефти и газа.

Защищаемые положения представлены в 6 пунктах, 5 из которых – алгоритмы и методы, разработанные автором и касающиеся анализа промысловых данных, мониторинга и планирования разработки месторождений, построения карт, анализа параметров эксплуатации скважин, проведения интегрированных расчетов. **Полученные результаты можно характеризовать как новые, обладающие теоретической и практической значимостью.** При этом практическая значимость подтверждается шестым защищаемым положением - результатами внедрения, которые состоят в широком перечне задач разработки месторождений углеводородов применительно к значительному списку месторождений. Отметим, что перечисленные месторождения существенно отличаются между собой по геолого-физическим характеристикам, способам разработки и расположены в разных регионах, в т.ч. за рубежом.

Отличительной особенностью диссертации Юдина Е.В. является использование разнообразных математических методов и моделей, в т.ч. и за счет «комплексирования и совместного использования». Видно, что автор на высоком уровне владеет математическим аппаратом - это дало ему возможность получить оригинальные результаты, позволяющие для решения ряда практических задач ослабить или даже исключить необходимость использования гидродинамического моделирования, как универсального подхода, но при этом ресурсозатратного, характеризующегося значительной неопределенностью и низкой точностью прогнозирования.

К диссертации Юдина Е.В. имеются следующие замечания:

1. Автор не вполне корректно характеризует модель CRM. На стр.33 отмечается, что «основными недостатками описанных CRM моделей является *большое* количество неизвестных параметров и отсутствие физического способа регуляризации решения обратной задачи нахождения данных параметров...». В действительности же модели CRM имеют, не большое (по крайней мере по сравнению с 3D гидродинамической моделью) количество параметров. Так, например, в наиболее распространенной модификации CRMP *максимальное* количество неизвестных параметров равно

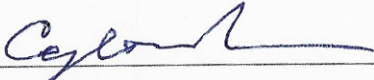
количество добывающих скважин * (количество нагнетательных скважин + 3) – эта информация дана в диссертации М. Sayarpour (F. Cao «Development and Application of Capacitance-Resistive Models to Water/CO₂ Floods», Ph.D. Dissertation, The University of Texas at Austin, 2008) на стр.59. При этом количество параметров можно существенно уменьшить за счет предварительной оценки масок взаимовлияния скважин, как вариант на основе векторного энтропийного моделирования (Тырсин А.Н., Степанов С.В., Ручкин А.А., Бекман А.Д. Повышение достоверности моделирования взаимовлияния скважин для анализа эффективности системы заводнения // Математическое моделирование, 2023, т.35, №6, с.63-80). Касательно регуляризации решения – такое тоже возможно, причем разными способами, в т.ч. за счет установленных связей между коэффициентами взаимовлияния по CRM и параметрами взаимовлияния скважин по указанной выше векторной энтропийной модели. Далее автор пишет «предполагается, что коэффициенты f_{ij} , τ_{ij} , J_{ij} постоянны во времени...», что тоже не вполне верно, поскольку существует ряд модификаций модели CRM, учитывающих нестационарность этих коэффициентов. Например, Бекманом А.Д. получена модификация, учитывающая нестационарность коэффициентов взаимовлияния скважин f_{ij} (Бекман А.Д. Учет геолого-технических мероприятий при моделировании разработки нефтяной залежи методом материального баланса // Математическое моделирование. 2022. Том 34, № 6. С. 22-36), Шевцовым Н.О. разработана модификация, позволяющая учесть нестационарность коэффициента продуктивности J (Шевцов Н.О., Степанов С.В. Совершенствование модели материального баланса для учета изменения коэффициента продуктивности скважин // Математическое моделирование, 2022 г, т.34, №2, с.3-16), F. Cao предложена модификация, учитывающая нестационарность параметра τ (F. Cao «Development of a Two-Phase Flow Coupled Capacitance Resistive Model», Ph.D. Dissertation, The University of Texas at Austin, 2014).

2. На стр.132 написано: «можно построить карты проницаемости, интерполируя вычисленные закрепленные значения по каждой из скважин», а на стр.137 – «предлагаемая версия метода граничных элементов достаточно точно учитывает неоднородное распределение проницаемости». Поскольку интерполяция далеко не всегда приводит к удовлетворительному воспроизведению искомого поля, то из этих фраз не понятно, насколько универсальным является разработанный метод. Более того, не понятно, насколько значим для этого метода фактор многофазного насыщения пласта. На стр.130 сказано об «учете эффектов многофазной фильтрации», но при этом говорится об эффективных вязкостях (в терминах «вязкость по i -ой скважине»), представляемых как функции насыщенности. Понятие эффективной вязкости известно, но смущает тот факт, что в случае добывающей скважины «водонасыщенность определяется на скважине из текущей обводненности и корреляций Corey». Возникает вопрос – откуда известны параметры функций Кори и насколько правомерно говорить о вычислении насыщенности через обводненность? Напомним, что обводненность скважины можно ассоциировать с функцией Бакли-Левретта только при существенных допущениях о пласте и особенностях многофазной фильтрации в околоскважинной зоне.
3. Состоятельность разработанных методов автор демонстрирует сопоставлением результатов применения этих методов с аналогичными результатами, полученными на гидродинамических симуляторах. Например, на рис.120 приводятся карты остаточных нефтенасыщенных толщин, что, очевидно, подразумевает моделирование многофазной фильтрации. Известно, что результат моделирования многофазной фильтрации может существенно зависеть от особенностей моделируемых процессов и численных эффектов, обусловленных дискретизацией и детализацией расчетной сетки. В этой связи не понятно, насколько качественными можно считать результаты гидродинамического моделирования, чтобы их можно было использовать как истинные данные для доказательства состоятельности разработанных методов.

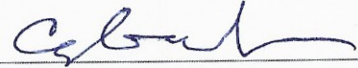
4. В диссертации помимо системы «пласт-скважина» рассматривается и система «пласт-скважина-поверхностная инфраструктура» (глава 5). Автор справедливо отмечает, что «модели и инструменты интегрированного расчета должны быть быстрыми и автоматизированными», что, очевидно, относится не только к моделированию инфраструктуры, но и к моделированию пласта. Поскольку качественное сопровождение разработки с использованием интегрированного моделирования - это не только возможность проведения быстрых расчетов, но и необходимость учета различных неопределенностей, не лишним было бы в 5-ой главе уделить внимание и вопросу снижения неопределенности моделирования пласта.
5. В диссертации множество орфографических и стилистических ошибок, что затрудняет восприятие материала.

Приведенные замечания не существенны, поэтому можно сказать, что диссертация Юдина Е.В. «Научно-методические основы подготовки и принятия системных технологических и технических решений при разработке месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти и газа» имеет высокий научный уровень, удовлетворяет всем критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени доктора наук. Полученные результаты соответствуют паспорту специальности. Автор диссертации – Юдин Евгений Викторович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Старший эксперт, доктор технических наук (специальность: 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ)

 Степанов Сергей Викторович
« 17 » апреля 2026 г.

Я, Степанов С.В., даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и на их дальнейшую обработку.

 Степанов Сергей Викторович

ООО «РН – Геология Исследования Разработка»
625048, Тюменская обл., г.Тюмень, ул. Максима Горького, 42
+7 3452 52 90 90, доб.6638
svstepanov@rn-gir.rosneft.ru

Подпись Степанова С.В. заверяю.

Верючий С.В. Теллерман



М.П.

С.В. Теллерман