ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дубини Никиты Владиславовича «Прямые и обратные задачи изучения естественной трещиноватости методами геомеханики», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.9 — Геофизика

Актуальность диссертационного исследования Н.В. Дубини обусловлена необходимостью совершенствования методов изучения естественной трещиноватости — ключевого фактора, контролирующего фильтрационные свойства коллекторов и устойчивость горных пород в процессе освоения месторождений. В работе впервые предложена замкнутая система математических моделей, описывающих как генерацию трещин сдвига в процессе неупругого деформирования, так и их флюидопроводимость в текущем поле напряжений, что позволяет перейти от статических геологических описаний к динамическим прогнозам изменения свойств трещиноватых пород. Это особенно важно в условиях активной разработки углеводородов, сопровождающейся существенными изменениями порового давления и перераспределением напряжений. Следует отметить, что автор не ограничивается постановкой прямых задач, но и предлагает эффективные алгоритмы для обратной задачи реконструкции напряженного состояния по данным о трещиноватости, что делает работу целостной и логически завершенной.

С теоретической точки зрения наиболее существенным вкладом является аналитическое решение неравенства сухого трения, позволяющее определять все возможные пространственные ориентации флюидопроводящих трещин для произвольного тензора напряжений. В отличие от классических подходов, ограниченных случаями, когда одно из главных напряжений является вертикальным, предложенное решение работает в условиях сложного напряженного состояния, характерного для многих геологических объектов, включая зоны разломов и сейсмоактивные регионы. Автором также детально исследованы тренды изменения флюидопроводимости при варьировании тектонических условий — от приповерхностных зон до глубин более километра, а также в околоскважинном пространстве и вблизи крупных разломов различных типов. Полученные закономерности, например, о влиянии ориентации скважины на активацию трещин, имеют непосредственное практическое значение для оптимизации траекторий бурения и дизайна гидроразрыва пласта. Вероятностное обобщение предложенного подхода с использованием распределения Фишера является важным шагом вперед, поскольку оно позволяет учитывать естественную статистическую изменчивость ориентировок трещин, характерную для реальных массивов.

Практическая апробация работы выполнена на высоком уровне. Автор использовал данные из трех различных регионов, характеризующихся разными геологическими условиями — от зоны активной субдукции до

платформенных областей. В каждом случае разработанный алгоритм реконструкции напряжений показал результаты, согласующиеся с независимыми оценками, что подтверждает его универсальность и устойчивость. Особого внимания заслуживает анализ чувствительности решения обратной задачи к зашумлению исходных данных, выполненный в главе 6: показано, что погрешность в определении флюидопроводимости трещин на уровне до 20% не приводит к существенному ухудшению качества реконструкции, что свидетельствует о робастности разработанного метода. Предложенная в главе 4 процедура построения согласованной геомеханической и гидродинамической модели трещиноватости с учетом изменений порового давления открывает новые возможности для прогноза эволюции фильтрационных свойств коллекторов в процессе разработки, что является важным вкладом в решение практических задач нефтегазовой отрасли.

Замечания:

1. В работе большое внимание уделено вероятностному прогнозу флюидопроводимости, однако выбор порогового значения целевой функции Rcrit для отбора решений обратной задачи в главе 7, по существу, остается эмпирическим — предлагается выбирать его по минимуму разницы между модовым значением распределения и независимой оценкой. Такой подход снижает прогностическую ценность метода для объектов, где независимые оценки отсутствуют (например, для разведочных скважин). Не было бы более объективным использовать критерии, основанные на свойствах самой матрицы данных, например, на анализе распределения собственных значений ковариационной матрицы решений?

2. При описании лабораторных экспериментов в главе 2 автор использует многоуровневое ультразвуковое сканирование для контроля изменений внутренней структуры образца. Однако в автореферате не указан диапазон частот используемых упругих волн и степень их чувствительности к микротрещинам различного размера. Как известно, скорость упругих волн зависит от масштаба неоднородностей; хотелось бы уточнить, насколько методика сканирования позволяет фиксировать зарождение и рост субкритических трещин на ранних стадиях нагружения, а не только уже сформировавшиеся макроскопические разрывы.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки работы и не влияют на ее научную и практическую ценность.

Диссертация «Прямые и обратные задачи изучения естественной трещиноватости методами геомеханики», представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.9. Геофизика, соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям, а ее автор – Дубиня Никита Владиславович –

заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.9. Геофизика.

Я, Валиуллин Рим Абдуллович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Заведующий кафедрой геофизики физико-технического института федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» (УУНИТ), доктор технических наук по специальности 04.00.12 – Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, профессор Валиуллин Рим Абдуллович

«21» сентября 2026

Валиуллин Рим Абдуллович
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» (УУНИТ)
Почтовый адрес: 450076, Российская Федерация, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32
Эл. почта: valrageo@yandex.ru
Телефон: +7 (917) 342-49-97

Подпись Валиуллина Р. А.
Удостоверяю «23» 09 2026 г.
Заместитель начальника общего отдела УУНиТ Гильмутдинова Г. Р.