

ОТЗЫВ

**на диссертационную работу
Добрый день Станислава Викторовича**

«Методика геологической интерпретации данных геофизических исследований скважин в разрезах вулканических формаций (на примере вулканогенно-осадочной толщи северо-восточного обрамления Красноленинского свода)»

на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Туренко Сергей Константинович

Актуальность темы диссертации

Тема диссертации актуальна, т.к. посвящена недостаточно разработанному в научном плане и прагматически важному вопросу – изучению продуктивных пород-коллекторов доюрского нефтеносного комплекса. Эти отложения рассматриваются как важный объект геологоразведочных работ на нефть и газ в Западной Сибири.

Интерес к подобным объектам проявляют также во многих других странах (включая Китай и Южную Америку). Для вулканогенных коллекторов типичен сложный компонентный состав твёрдой фазы и сложная структура порового пространства. Следствием таких особенностей является сложный характер практически всех петрофизических взаимосвязей и процедуры интерпретации измерений ГИС. Предложенная диссидентом оригинальная методика ориентирована на повышение достоверности результатов геологической интерпретации данных геофизических исследований скважин в разрезах вулканогенных отложений. Вышеперечисленное обуславливает актуальность диссертации.

Степень обоснованности и достоверности основных положений, выводов и рекомендаций

Диссертация основывается на получении и использовании представительного и разносторонне изученного современными методами материала по месторождениям Рогожниковской группы, основные залежи которых связаны с триасовыми вулканитами. Используемый в диссертации объем материала и его качество вопросов у рецензента не вызывают и сам материал оценивается как представительный. В результате выполненных диссидентом исследований уменьшена неоднозначность геологической интерпретации данных

ГИС (в первую очередь за счёт учёта обоснованных им закономерностей изменения вещественного состава и петрофизических свойств горных пород в зависимости от их генезиса и вторичных преобразований). Как следствие, повышена точность определения подсчётных параметров и фильтрационных свойств, а также обеспечена высокая эффективность выделения промышленных коллекторов, что позволило достичнуть повышения качества планирования геолого-технических мероприятий.

Достоверность получаемых результатов обусловлена представительностью и надёжностью исходных керновых данных, полученных в аккредитованных по международным стандартам научно-исследовательских лабораториях; применением современной методологии научного исследования и методов обработки геолого-геофизической информации; согласованностью полученных результатов с теоретическими положениями и ранее опубликованными по теме исследования работами.

Полученные по разработанной методике результаты геологической интерпретации ГИС подтверждаются данными петрографо-петрофизических исследований керна, результатами промысло-геофизических, гидродинамических исследований, испытаний и фактической работой скважин, а также данными специальных методов каротажа (ядерно-магнитного, волнового акустического). Предложенные в диссертационной работе подходы внедрены и используются при определении подсчётных параметров вулканогенных отложений на месторождениях территории деятельности ПАО «Сургутнефтегаз»-Рогожниковское, Высотное, им. Шпильмана В.И. (Северо-Рогожниковское), Восточно-Рогожниковское. Результаты успешно защищены в ФБУ «ГКЗ».

Результаты выполненных исследований прошли апробацию на многочисленных научно-практических конференциях, опубликованы в 12 научных работах, в том числе 8 в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, а 7 работ в научных изданиях, индексируемых в международной системе цитирования Scopus.

Научная новизна (по формулировкам автора) заключается в следующем:

1. Впервые для изучаемого объекта на основе лабораторных исследований керна выявлены и объяснены эмпирические закономерности изменения петрофизических свойств [фильтрационно-ёмкостных (пористости, проницаемости, водоудерживающей способности), плотностных (объемной и минеральной плотности), акустических, электрических (удельного сопротивления, естественных потенциалов), радиоактивных (гамма-активности и

содержания естественных радиоактивных элементов)] горных пород в зависимости от их генезиса и вторичных преобразований.

2. Выделены петрологические типы (петротипы) на основе различий минерального состава и ёмкостных свойств горных пород с использованием адаптированной для изучаемых отложений минерально-компонентной модели. Определены закономерности изменения граничных значений коэффициента пористости и критических значений водонасыщенности петротипов в зависимости от их генезиса и вторичных преобразований.

3. Усовершенствован способ определения типа пустотного пространства горных пород путём учёта влияния вторичных минералов на геофизические параметры. Предложен способ определения коэффициента проницаемости по данным стандартного комплекса ГИС (АК, НК, ГГК-П, ГК), учитывающий структуру пустотного пространства горных пород.

4. Разработана методика геологической интерпретации геофизических исследований скважин, основанная на учёте генезиса и вторичных преобразований горных пород вулканогенно-осадочной толщи северо-восточного обрамления Красноленинского свода. Отличительными чертами методики является углублённое исследование и учёт влияния вещественного состава и петрофизических свойств пород на геофизические параметры.

С приведенными формулировками научной новизны, с некоторыми уточнениями, можно согласиться. Так с точки зрения рецензента правильнее говорить не столько о "выявлении и объяснении эмпирических закономерностей", сколько об их уточнении. Тематика выделения петротипов нуждается в более детальном обсуждении, как и предложенная для использования "гантельная модель". Сама по себе предлагаемая диссертантом методика (включая значение коэффициентов для каждого петротипа) не может быть однозначно реконструирована из текста диссертации.

Структура и объём диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и заключения. Объём работы составляет 168 страниц текста, 84 рисунка, 2 таблицы, 2 приложения. Список литературы содержит 188 наименований.

С точки зрения рецензента список литературы оставляет хорошее впечатление (он включает как наиболее информативные работы по теме, так и интересные и трудно доступные источники)

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи, рассмотрены методы исследования, показаны научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе «Анализ методик изучения вулканических формаций методами геофизических исследований скважин» выполнено обобщение и анализ существующих методик интерпретации данных ГИС в разрезах вулканических формаций.

С точки зрения рецензента было бы интересно (но отнюдь не обязательно) привести карту Земли иллюстрирующую расположение обсуждаемых диссертантом объектов.

Отдельный интерес представляет рисунок 1.2 данной главы, включающий сведения о различных петротипах горных пород, вычленяемых разными авторскими коллективами в основном по Рогожниковскому и Средне-Назымскому месторождениям. Естественной смотрелась бы попытка расширить эту таблицу (за счет привлечения мировых данных) и отсортировать её по датам. Но подобная работа наталкивается на ограниченную применимость понятия петротипа. В диссертации широко используется понятие петротип. С точки зрения рецензента задачи оценки литологии и генезиса следует связывать с поиском литотипов. Вместе с тем для задач оценки физических свойств естественнее говорить о петротипе под которым имеет смысл понимать “совокупность диапазонов и сочетания значений, отражающих как формализуемые свойства изучаемых горных переменных, так и приёмы и правила их комплексирования”.

Отдельная тема касается геофизических петротипов. Отличие степени дифференциации показаний ГИС и керна должно привести к разному уровню диффузности петротипов по глубине.

Если принять эту точку зрения, то литотипы следует вычленять литологическими методами и измерениями, а петротипы – петрофизическими и их сходство или различие станет предметом осознанной и полноценной работы.

Вторая глава «Геолого-геофизическая характеристика вулканогенно-осадочной толщи северо-восточного обрамления Красноленинского свода» посвящена систематизации и комплексному анализу геолого-геофизической информации, накопленной при изучении целевого объекта. Показано, что непостоянный полиминеральный состав и сложная структура пустотного пространства обуславливают существенные вариации петрофизических свойств и, как следствие, геофизических параметров горных пород.

В данной главе диссертант обращает особое внимание на гидротермально-метасоматические преобразования и их роль в формировании облика пород и их физические свойства. Рассмотрение материалов главы наводит на вывод об ограниченной применимости моделей гауссовского распределения измерений.

В третьей главе «Комплексный анализ результатов петрографо-петрофизических исследований горных пород» по данным о химическом, минеральном составе и изменениям структурно-текстурных особенностей, связанных с генезисом и вторичными преобразованиями, обосновано 10 петрологических типов горных пород. Изучены их петрофизические свойства (фильтрационно-емкостные, плотностные, акустические, электрические, радиоактивные, капиллярные), структура пустотного пространства.

Представленная в главе 3 информация позволила сформулировать *первое защищаемое положение*: «Учёт выявленных закономерностей изменения вещественного состава, петрофизических свойств, структуры пустотного пространства горных пород в зависимости от их генезиса и вторичных преобразований является одним из необходимых условий повышения информативности методов ГИС в разрезах вулканических формаций».

Полезным украшением данной главы является рисунок 3.1 “Обобщение результатов петрографического описания керна изучаемой вулканогенно-осадочной толщи”. На данном рисунке сопоставлена работа, выполненная в ТО СургутНИПИнефть в предыдущих исследованиях и диссертантом. Диссертантом изучено примерно столько же образцов керна, как и в ходе предшествующих исследований, но анализ наличия и отсутствия смещения данных между первой и второй коллекциями не проведен (хотя бы на традиционных кросс-плотах связи пористости и проницаемости).

Четвёртая глава «Методика геологической интерпретации данных геофизических исследований скважин» посвящена разработке методики геологической интерпретации данных ГИС в разрезах вулканогенно-осадочной толщи северо-восточного обрамления Красноленинского свода.

На основе кластерного анализа геофизических параметров и по установленным на керне характерным диапазонам содержаний минералов и коэффициента пористости предложена методика выделения петрологических типов горных пород в разрезах скважин.

В работе приводятся интересные кросс-плоты отражающие корреляции минеральных компонент породы для разных петротипов - рис.3.5). Вместе с тем аппроксимации полей петротипов в диссертации отсутствуют. Что касается кластерного анализа то его результат может сильно зависеть от алгоритма и было бы желательно выбирать его осознанно и доказывать преимущество такого выбора

Установлено два типа коллектора: трещинно-кавернозно-гранулярный и трещинно-каверновый.

Диссидент не вычленяет чисто трещинный (трещинно-гранулярный) и чисто каверновый (каверново-гранулярный) типы.

Для коллекторов трещинно-кавернозно-гранулярного типа по результатам совместного анализа данных керна и результатов промыслового-геофизических исследований скважин установлены граничные значения коэффициента пористости петротипов. Показано, что значение граничной пористости петротипа растёт с усложнением структуры пустотного пространства и содержания вторичных минералов.

Таким образом предполагается, что каждый петротип не имеет свои граничные пористости и проницаемости, а они связаны с содержанием минералов в каждом конкретном компонентном минеральном составе породы.

Выделение коллекторов трещинно-кавернового типа в работе рекомендовано производить с использованием параметров акустических волн, фазокорреляционных диаграмм, специальных методик, фиксирующих формирование/расформирование зоны проникновения в пласте.

Расчёт коэффициента пористости выполнен по комплексу акустического (АК), нейтронного (НК), гамма-плотностного (ГГК-П), гамма каротажа (ГК) с учётом особенностей петротипов. В результате достигнута сходимость с данными керна $\pm 3\%$, в отличие от $\pm 3.5\%$ при расчётах без использования гамма каротажа.

К сожалению, взаимосвязи внутри петротипов и иные особенности петротипов в явном виде (таблицы с числовыми значениями) в диссертации рецензенту обнаружить не удалось.

Определение коэффициента проницаемости решается в зависимости от преобладающего типа эффективной ёмкости. Для трещинных коллекторов получена связь коэффициента проницаемости по данным гидродинамических исследований скважин от коэффициента трещинной пористости. Для коллекторов трещинно-кавернозно-гранулярного типа обоснована теоретическая модель расчёта проницаемости, учитывающая особенности пустотного пространства.

Диссидентом использована так называемая "модель гантели". Её применимость иллюстрируется сравнением результатов с получаемым по модели Тимура-Коатса. Модель Тимура-Коатса обычно применима к данным ЯМР, а к оценке проницаемости применима известная модель Тимура (в ней логарифм проницаемости оценивают через логарифмы пористости и остаточной водонасыщенности). При одинаковом наборе регрессоров эта модель должна давать результаты сходные с "гантельной".

Определение коэффициента нефтенасыщенности рекомендуется выполнять по зависимости электрического сопротивления от объёмной водонасыщенности горных пород. Зависимость получена с использованием результатов исследований керна с сохранённой насыщенностью. Зависимость учитывает особенности структуры пустотного пространства и вторичных преобразований изучаемых горных пород.

Использование полученной зависимости позволило снизить неоднозначность определения Кн и характера насыщения за счёт учёта факторов, приводящих к аномальным изменениям электрического сопротивления. Характер насыщенности рекомендуется определять с использованием критических значений фильтрационно-ёмкостных свойств, полученных по результатам обработки кривых относительных фазовых проницаемостей образцов керна.

С моделями фазовой проницаемости возникают вопросы. Переход от уравнений (3.4) и (3.5) к (3.6) и (3.7) не очевиден и упоминаемые в диссертации коэффициенты не выписаны.

Полученные в главе 4 результаты обосновывают *второе защищаемое положение*: «Методика геологической интерпретации данных ГИС, учитывающая генезис и вторичные преобразования позволяет повысить достоверность определения подсчётных параметров (эффективных толщин, коэффициентов пористости, нефтенасыщенности) и фильтрационных свойств (коэффициентов абсолютной и фазовых проницаемостей) горных пород вулканогенно-осадочной толщи северо-восточного обрамления Красноленинского свода».

В пятой главе «Практическая апробация разработанной методики при прогнозе эксплуатационных характеристик скважин» с использованием результатов петрологического расчленения, определения подсчётных параметров и фильтрационных свойств по разработанной методике геологической интерпретации данных ГИС по стандартному комплексу (АК, НК, ГГК-П, ГК, ЭК (ЭМК)) (ЭК, ЭМК – электрический, электромагнитный каротаж) рассчитаны эксплуатационные характеристики скважин – коэффициент продуктивности и содержание воды в притоке (обводнённость). Полученные результаты подтверждаются фактическими данными работы скважин.

Полученные в главах 3, 4, 5 результаты совместно подтверждают *третье защищаемое положение*: «Повышение достоверности определения фильтрационных свойств на основе учёта структуры пустотного пространства горных пород открывает возможность прогноза начальной продуктивности и обводнённости скважин по данным стандартного комплекса ГИС (АК, НК, ГГК-П, ГК, ЭК (ЭМК))».

В заключении представлены основные результаты, полученные при решении поставленных задач и рекомендации для дальнейшего повышения достоверности геологической интерпретации данных ГИС в разрезах вулканических формаций.

Анализ содержания текста диссертации позволяет сделать вывод о том, что рассматриваемая работа представляет собой комплексное исследование со значительным вкладом автора.

Замечания по диссертационной работе отсутствуют.

Приведенные замечания и пожелания носят субъективный характер. Вместе с тем есть одно общее замечание. При выборе того или иного алгоритма желательно проводить его сравнение с наиболее популярными и полноценно аргументировать свой выбор.

Соответствие паспорту научной специальности

Указанная область исследования соответствует паспорту специальности 1.6.9 - Геофизика (геолого-минералогические науки), а именно:

- пункту 14 – «Математические методы и численное моделирование в теории прямых и обратных задач геофизики, включая геофизические методы разведки, скважинную и инженерную геофизику. Алгоритмы решения прямых и обратных задач геофизики, методы аппроксимации геофизических полей, цифровой фильтрации (в том числе – с использованием методов машинного обучения и искусственного интеллекта). Проблемы повышения чувствительности методов, подавления помех, построения изображений. Создание соответствующих компьютерных технологий, в том числе для суперкомпьютеров и графических процессоров, а также их применение в геолого-геофизической практике при достаточной математической новизне»;
- пункту 16 – «Методы обработки и интерпретации результатов измерений геофизических полей, в том числе применительно к геофизической разведке»;
- пункту 20 – «Интегрированный анализ больших объемов многомерной, многопараметровой и разнородной информации, включающей геофизические данные»;
- пункту 24 – «Теоретическое и экспериментальное исследование связей физических свойств горных пород с результатами измерения геофизических полей. Цифровая петрофизика, методы определения физических и фациальных характеристик по данным компьютерной томографии и комплекса лабораторных методов».

Заключение по диссертационной работе

Диссертант безусловно заслуживает присуждения ему искомой степени, но сложность и значимость задачи заставляет отнести к работе не только по формальному принципу признания достижений диссертанта.

Диссертация Добрыдень С.В. «Методика геологической интерпретации данных геофизических исследований скважин в разрезах вулканических формаций (на примере вулканогенно-осадочной толщи северо-восточного обрамления Красноленинского свода)» является завершённым научным трудом. В ней решена задача повышения достоверности геологической интерпретации

данных ГИС в разрезах вулканогенных отложений вмещающих скопления углеводородов, что имеет важное прикладное значение при проведении геологоразведочных работ на нефть и газ.

Качество оформления автореферата и изложения информации соответствует требованиям, предъявляемым к авторефератам на соискание учёной степени кандидата наук. Автореферат соответствует содержанию полного текста диссертации. Содержание диссертации в достаточной мере отражено в опубликованных работах.

Диссертационная работа Добрыдень Станислава Викторовича отвечает требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям в соответствии с п.9-11, 13-14 (постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842) «Положения о присуждении учёных степеней» и её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика.

Официальный оппонент: Еникеев Борис Николаевич

Учёная степень: кандидат технических наук по специальности 25.00.10 - «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Почтовый адрес: 121552, г. Москва, ул. Оршанская д.4, кв.52

Телефон: +7-916-597-73-80

E-mail: bnenator@gmail.com

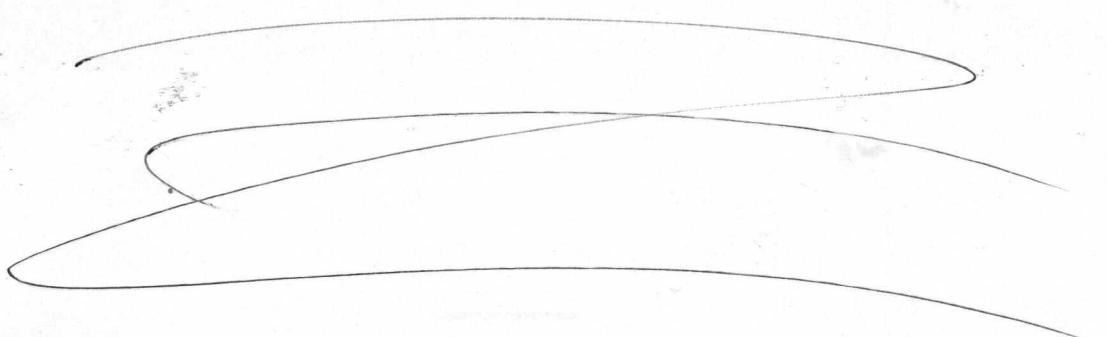
Полное название организации: пенсионер

**Кандидат технических наук
по специальности 25.00.10
«Геофизика, геофизические
методы поисков полезных
ископаемых»**



Б. Н. Еникеев

Я, Еникеев Борис Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Н.Н.
заявитель

Еникеев Борис Николаевич

Российская Федерация

Город Москва

Третьего мая две тысячи двадцать третьего года

Я, Бахшалиев Сархан Самеддин Оглы, временно исполняющий обязанности нотариуса города Москвы Чернявского Олега Васильевича, свидетельствую подлинность подписи Еникеева Бориса Николаевича.

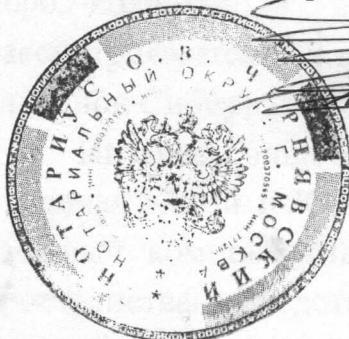
Подпись сделана в моем присутствии.

Личность подписавшего документ установлена.

Зарегистрировано в реестре: № 50/572-н/77-2023-2-1782.

Уплачено за совершение нотариального действия: 1500 руб. 00 коп.

С.С.Бахшалиев



Всего прошнуровано,
пронумеровано и скреплено
печатью Б. МИЛЛЕ
листов.

ОГНН:

00000000000000000000000000000000

