

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора геолого-минералогических наук, профессора
Запивалова Николая Петровича
на диссертационную работу Цепляевой Анны Ивановны на тему
«Моделирование залежей нефти в коллекторах палеозойского фундамента
на основе комплексирования геолого-геофизических и промысловых данных
(на примере одного из месторождений Красноленинского свода)»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук по специальности
25.00.12 – «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений»

Объект исследования. Диссертация Цепляевой А.И. посвящена исследованию Палеозойского комплекса Красноленинского свода – объекта со сложным геологическим строением, требующего нестандартных подходов.

Актуальность диссертационного исследования. В настоящее время в связи с выработкой запасов нижнемелового и юрского интервалов нефтегазоносного разреза Западной Сибири наибольший научный и практический интерес представляют древние палеозойские и протерозойские комплексы. Однако в этой области остается множество вопросов и нерешенных научно-практических задач.

Цель и основные задачи работы:

- выполнить комплексный анализ геолого-геофизических материалов, промысловой информации, данных бурения и сейсморазведочных работ;
- разработать методические приемы выделения и картирования нефтеперспективных зон в верхней части палеозойского комплекса на основе комплексирования данных 3D-сейсморазведки (динамические атрибуты), интерпретации материалов геофизических исследований скважин (ГИС), обобщения результатов исследования керна, испытаний скважин и геолого-промысловых данных;
- выявить особенности развития интервалов трещиноватости и выполнить прогноз перспективных участков в палеозойском комплексе;
- создать трехмерную геологическую модель нефтяных залежей палеозойского объекта, связанных с порово-трещинными интервалами;
- разработать принципиально новую технологию моделирования.

Научная новизна. Впервые установлена взаимосвязь нефтегазоперспективных зон в верхней части палеозойского комплекса с сейсмическими атрибутами, рассчитанными во временном окне 0-70 мс ниже отражающего горизонта «А» (кровля доюрского основания): акустическим

импедансом, среднеквадратичными амплитудами, аналогами когерентности (атрибутами «Chaos», «Variance» и «Ant Tracking»).

Практическая значимость работы. Разработана инновационная методика построения трехмерной геологической модели залежей палеозойского комплекса.

Проведено комплексирование широкого диапазона данных: 3D-сейсморазведки, петрофизических алгоритмов выделения интервалов порового и порово-трещинного типа коллектора, информации по опробованию и динамике работы скважин.

Уточнено геологическое строение палеозойского комплекса изучаемого района.

Даны рекомендации по заложению дополнительных поисково-разведочных скважин, которые полностью подтвердились.

Методы исследования. Использован метод построения трехмерной геологической модели залежей объекта «PZ» по результатам обобщения и комплексирования теоретических и специальных исследований, послуживших основой для гидродинамических расчетов, прогноза показателей работы эксплуатационных скважин и подбора геолого-технических мероприятий (ГТМ). В работе использован программный комплекс «Petrel» (Schlumberger).

Личный вклад соискателя. Автором был собран и проанализирован огромный фактический материал по 42 скважинам, включая дела скважин, данные геолого-технологических исследований; проанализированы первичные данные и результаты интерпретации геофизических исследований скважин (РИГИС); оценена достоверность промыслово-геофизических исследований; рассмотрены фактические данные разработки и результаты проведения гидродинамических исследований скважин; проведен анализ эффективности применения гидравлического разрыва пласта (ГРП). Просмотрено 448 м кернового материала; изучено макро- и микрописание представленных пород. Проанализированы данные 3D-сейсморазведки в объеме 473 км², проведена структурная интерпретация и динамический анализ сейсмических атрибутов. Построена трехмерная геологическая модель залежей палеозойского комплекса. Выполнено сопровождение постоянно действующей геолого-гидродинамической модели, выданы рекомендации по проведению ГТМ и доразведке залежей палеозойского комплекса.

Достоверность результатов работы. Достоверность результатов исследований подтверждается фактическими скважинными данными (14 разведочных скважин, 24 эксплуатационных скважины). Эффективность предложенной методики моделирования успешно подтверждена геолого-промысловыми данными и результатами эксплуатационного бурения. Материалы исследования используются на месторождении при проектировании

разработки, проведении ГТМ по дострелу выделенных автором продуктивных интервалов.

Содержание диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Содержание работы изложено на 142 страницах, включая 78 рисунков, 5 таблиц. Список литературы включает 150 наименований.

Во **введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, описаны методы и методология исследования, обозначена научная новизна, показана практическая значимость результатов работы. Автор отмечает, что сложное строение нижнего структурного этажа Западно-Сибирской платформы, включающего протерозойско-палеозойские породы, коры выветривания базальных горизонтов осадочного чехла, подчеркивается широким разнообразием петрографического и литологического состава продуктивных интервалов, среди которых присутствуют нижнекембрийские карбонатные отложения, гранитоиды и толщи триасового вулканогенного комплекса, а также древние метаморфические породы позднепротерозойско-раннепалеозойского возраста (стр. 5).

В **первой главе** представлен обзор месторождений, открытых в породах доюрского комплекса в различных регионах России и мира. Рассматриваются особенности геологического строения и нефтегазоносности пород доюрского комплекса Западной Сибири, в частности подробно описывается нефтегазоносность доюрских пород Красноленинского свода.

Автор особо отмечает уникальный по разнообразию вещественный состав верхней дезинтегрированной поверхности доюрского комплекса, содержащей нефтяные залежи: метаморфические сланцы протерозойско-палеозойского возраста, гранитные интрузии палеозоя, карбонатно-песчано-глинистые и карбонатно-рифогенные ассоциации отложений девона – нижнего карбона, терригенно-сланцевые отложения нижнего и среднего палеозоя, кислые эффузивы триасового и пермо-триасового возраста.

Однако доюрский разрез на глубину более 1 км освещен всего 21 скважиной, и автор делает вывод о нехватке информации и необходимости дальнейшего изучения. Схема размещения месторождений и проявлений УВ в доюрских образованиях Западной Сибири представлена на рисунке 2 (стр. 20).

На рисунке 3 (стр. 24) показан пример блокового строения и показано разнообразие магматических и метаморфических образований.

В диссертационной работе автор подробно рассматривает месторождения южной части Рогожниковско-Ляминской площади, где геологический разрез доюрского основания представлен протерозой-палеозойским комплексом, сложенным метаморфическими породами (стр. 31, рис. 5).

Во **второй главе** рассматривается геолого-геофизическая характеристика района исследования. Изучены структурно-тектонические особенности на основе сейсмогеологических данных.

Сделан вывод, что залежи протерозой-палеозойского комплекса – массивного типа с элементами тектонического экранирования, сложены метаморфическими породами. Мощность части палеозоя, вскрытой глубокими поисково-разведочными скважинами, достигает 550 метров (стр. 49).

В третьей главе дается обобщающий комплексный анализ и сопоставление результатов с фактическими данными поисково-разведочного бурения.

Проведенное сопоставление позволило выделять перспективные участки в верхней части палеозойского комплекса. На основе фактических данных сформулированы рекомендации по доразведке залежей объекта «PZ».

По данным автора, в карбонатизированном серпентините нефтенасыщение наблюдается по границам новообразованных карбонатов, в малоизмененном серпентините характер насыщения – пятнистый.

Кстати, на рисунках 22 (стр. 62) и 66 (стр. 115) показано, что значения пористости и проницаемости не характеризуются уверенной корреляцией.

Автор приходит к выводу, что изучение трещиноватости природных резервуаров нефти и газа с помощью сейсмических данных является достаточно сложной задачей, поскольку масштаб и размеры большинства трещин, участвующих в фильтрации пластовых флюидов (метры и сантиметры), находятся вне разрешающей способности стандартной 3D-съемки с регистрацией отражённых волн (стр. 70). Таким образом, сейсморазведка не панацея для решения некоторых сложных геологических задач.

Суммируя весь комплекс имеющихся данных, автор выдвигает предположение о решающем воздействии наиболее поздних по времени проявлений геодинамической активности (разломы сдвигового типа), следствием которых является присутствие систем открытых (проводящих) трещин, в отличие от трещин ранней генерации, заполненных кварцем, кальцитом, битумом и другими вторичными образованиями (стр. 76).

В четвертой главе представлена методика моделирования палеозойских залежей и описано использование ее результатов при геолого-технических мероприятиях.

Автор считает, что опыт разработки трещиноватых коллекторов в традиционной Западно-Сибирской практике весьма ограничен. Наиболее часто встречающиеся проблемы, с которыми сталкиваются недропользователи, – это получение «сухих» или низкодебитных скважин в непосредственной близости от высокодебитных (например, бурение в плотных интервалах с отсутствием трещиноватости) и ранний прорыв воды в скважину. Такого рода проблемы в первую очередь говорят о необходимости улучшения качества геологических моделей (стр. 89).

В четвертой главе автор останавливается на модели «двойной пористости». Суть этой модели автор описывает как представление пустотного пространства трещиноватого коллектора в виде среды, состоящей из двух

систем: низкопроницаемой матрицы, обладающей большим поровым объемом и содержащей основную часть флюида, и высокопроницаемых трещин, объем флюида в которых относительно невелик. Согласно литературным данным, пористость (относительная ёмкость) трещин в большинстве случаев не превышает 0.1-0.25%, в редких случаях достигая 0.5-1% (системы крупных тектонических трещин в карбонатных и интрузивных магматических породах) (стр.94).

По результатам испытания поисково-разведочных и эксплуатационных скважин объекта PZ автор делает вывод, что притоки УВ в большинстве случаев были получены после применения ГРП (стр. 120). Поэтому в качестве единственного рентабельного варианта разработки залежей палеозойских пород автор предлагает применение ГРП при выходе скважин из бурения.

При этом необходимо отметить, что хотя метод гидравлического разрыва пластов кратковременно увеличивает объем трещинных флюидов за счет матричных и поэтому часто применяется, чтобы создать в трещиноватой фильтрационной системе новые порции активной нефти, но одновременно он рвет матрицу и разубоживает матричную нефть. Применение этого метода предопределило наличие на месторождениях Западной Сибири крупных объемов остаточной нефти, которую многие считают трудноизвлекаемой. Особенно серьезными будут последствия применения ГРП для палеозойских и протерозойских пород. Нужны новые, специально разработанные технологии извлечения нефти (Improved Oil Recovery).

На стр. 106-119 подробно описан по этапам авторский алгоритм построения геологической модели, разработанный с целью учесть все трендовые зависимости и текущее концептуальное представление о строении залежей палеозойского комплекса.

Проведенные по рекомендации автора мероприятия подтвердили достоверность выполненных геологических модельных представлений о распределении перспективных интервалов в палеозое (стр. 123).

В **заключении** обозначены основные результаты исследования, даны конкретные рекомендации. В их числе автор указывает уточнение геологического строения палеозойского комплекса района исследования (стр. 128). Разработанная автором методика построения трехмерной геологической модели палеозойских залежей является достоверной основой для прогноза продуктивности эксплуатационных скважин и рекомендуется к использованию для объектов со схожим геологическим строением.

Защищаемые положения и выводы. Сформулированы четкие научно-практические выводы и рекомендации. Особенно интересным и важным представляется понятие геологической модели залежей палеозойских пород, учитывающей низкопроницаемую матрицу и системы высокопроницаемых трещин в коллекторах с различными типами пород как основы прогноза продуктивности скважин.

Дискуссионные вопросы, замечания, предложения и пожелания.

1. Оппонент в отзыве умышленно избегает термин «фундамент», так как этот термин не является конкретным и корректным.
2. Принципиальным является вопрос о наличии материнских толщ в сложном «нагромождении» палеозойских и протерозойских блоков. Видимо, надо фиксировать генерационные очаги в каждом отдельном блоке (комплексе). Залежь нефти – это живая флюидо-породная (породно-флюидная) система с быстро меняющимися параметрами.
3. Чрезвычайно важной является разработка представления о порово-трещинном коллекторе и целесообразности проведения ГРП.
4. К сожалению, в диссертации опущен очень важный геохимический сегмент информации, в том числе геохимический анализ нефти в описанных месторождениях.
5. Трудно согласиться с безусловностью полного доверия разным видам численного (виртуального) моделирования. Вследствие современной динамики геологических процессов любая модель со временем будет нуждаться в корректировке. Относительно численного моделирования имеются ограничения, которые выражены тезисом известного специалиста по моделированию и математической статистике профессора Джорджа И.П. Бокса: «В сущности, все модели неправильны, но некоторые из них бывают полезными» («Essentially, all models are wrong but some are useful») (Box G.E.P., Draper N.R. Empirical model building and response surfaces. – New York: John Wiley & Sons, 1987. – 424 p.). Существенно более достоверные выводы можно получить с помощью натурального моделирования. В нефтегазовом деле это значит иметь полигоны на месторождениях и постоянные датчики во всех работающих скважинах.
6. Хотелось бы отметить, что имеется огромное количество информации и публикаций о нефтеносности палеозойских пород Западной Сибири (доюрский комплекс, переходный комплекс и т.д.). Уникальная информация по разнообразным исследованиям этого комплекса накоплена у Бочкарева В.С. Имеется очень много работ и других уважаемых исследователей. У меня лично и с соавторами имеется 185 опубликованных работ (1972-2018 гг.) по различным аспектам изучения и освоения этого комплекса. В Институте нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН под руководством А.А. Трофимука был составлен «Атлас месторождений нефти и газа в доюрских породах Западной Сибири» с подробными характеристиками залежей и нефтегазопроявлений более чем по ста объектам (авторы – Н.П. Запивалов, Л.П. Ситникова; Новосибирск, ОИГГМ, 1994 г.). Большую помощь и поддержку в получении информации для этого атласа оказали тюменские геологи, особенно Г.П. Быстров. Академик А.А. Трофимук называл палеозой «золотой подложкой Западной Сибири».

7. Чрезвычайно важным условием успешности нефтегазопроисковых работ в глубоких горизонтах палеозоя и протерозоя являются глубокие и сверхглубокие скважины (аналогично проекту опорных скважин в Западной Сибири 1950-х годов). Это позволит решить многие геологические проблемы и открыть значительные скопления нефти и газа. Сейчас проект «Палеозой» является приоритетным во многих государственных программах. Особую активность проявляет ПАО «Газпромнефть».

8. Одновременно может быть открыт новый способ получения энергии. Предполагается, что в глубоких горизонтах имеется неиссякаемый источник геотермальной (петротермальной) энергии. По существу, это будет новый вид планетарной энергетики – одновременное решение экологической и энергетической проблем.

9. Вероятно, наступило время существенного обновления геолого-геофизического мышления. Международный слоган звучит так: «Making a giant leap in petroleum geosciences!».

Заключение оппонента. Диссертационная работа Цепляевой Анны Ивановны представляет собой законченное научно-практическое исследование. По своему содержанию, стилю изложения материала и качеству оформления соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автором выполнено уникальное по охвату комплексирование данных. Такой подход является образцом творческого профессионального решения научно-практических проблем нефтегазового дела.

Автореферат диссертации полностью соответствует содержанию диссертационной работы. Все защищаемые положения автора обоснованы, а результаты исследований имеют большое научное и практическое применение.

По теме диссертации опубликовано 20 работ, из которых 5 научных статей – в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, в том числе три работы в рецензируемых научных изданиях, входящих в международные базы данных (Web of Science, Scopus); результаты исследований также многократно докладывались на научных конференциях, симпозиумах и совещаниях различного уровня и публиковались в сборниках докладов. Публикации достаточно полно отражают содержание диссертационной работы.

В итоге выполненного диссертационного исследования поставленные автором задачи решены, цель работы достигнута.

Принимая во внимание вышеизложенное, можно уверенно сделать вывод о том, что диссертация Цепляевой А.И. на тему «Моделирование залежей нефти в коллекторах палеозойского фундамента на основе комплексирования геолого-геофизических и промысловых данных (на примере одного из месторождений

Красноленинского свода)» представляет собой законченную научно-квалификационную работу.

Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, изложенным в п. 9 действующего Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

Считаю, что автор диссертационной работы Цепляева Анна Ивановна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.12 – «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений», а также она имеет достаточный задел для подготовки докторской диссертации.

Официальный оппонент

профессор кафедры геологии месторождений нефти и газа
Новосибирского государственного университета,
главный научный сотрудник Института нефтегазовой
геологии и геофизики СО РАН,
доктор геолого-минералогических наук
(научная специальность 25.00.12 – «Геология, поиски и разведка нефтяных и
газовых месторождений»)

 Н.П. Запивалов

Подпись Н.П. Запивалова заверяю





23 ноября 2018 г.

Сведения об официальном оппоненте:

Запивалов Николай Петрович
доктор геолого-минералогических наук,
профессор кафедры геологии месторождений нефти и газа Новосибирского
государственного университета, главный научный сотрудник Института
нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН
почтовый адрес: пр. Коптюга, 3, г. Новосибирск, 630090
телефон: +7 383 333 2895
адрес электронной почты: ZapivalovNP@ipgg.sbras.ru