

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук Шаповалова Михаила Юрьевича на тему: «Разработка методики прогноза фильтрационно-емкостных свойств продуктивных пластов непской свиты Сибирской платформы на основе комплексной интерпретации данных 3D сейсморазведки и геофизических исследований скважин» по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Актуальность работы. Районом исследований, описанных в диссертации М.Ю. Шаповалова, является юг Сибирской платформы, где наибольшие перспективы нефтегазоносности связаны с венд-кембрийским осадочным комплексом. Изучение выявленных здесь месторождений показало, что положение залежей углеводородов контролируется, главным образом, литологическим составом пород, коллекторские свойства которых очень изменчивы. Амплитуда структур по нижним горизонтам чрезвычайно мала, причем картирование их на фоне различных помех затруднено. В пределах Непско-Ботуобинской антеклизы большая часть выявленных залежей приурочена к неантиклинальным ловушкам. Поиски локальных поднятий сейсморазведкой здесь затруднены из-за высокоскоростного характера разреза, а также из-за присутствия интенсивных волн-помех и других факторов, искажающих волновое поле (траппы, дизъюнктивные нарушения, резкая смена зоны пониженных скоростей). Эти факторы препятствуют получению достоверных сведений о геологическом строении среды. Но, несмотря на это, успехи сейсморазведки в общем комплексе геологоразведочных работ на юге Сибирской платформы бесспорны. Именно благодаря сейсморазведке здесь удалось открыть ряд промышленных месторождений.

Основное внимание в диссертации уделено изучению залежей V_{10} и V_{13} в непской свите. С этими песчаниковыми пластами связаны основные активные запасы нефти и газа. Известно, что связь между коллекторскими свойствами этих пластов и скоростью сейсмических волн реально существует. Однако эта связь не поддается строгому математическому описанию в виде корреляционной зависимости. Поэтому любые исследования, нацеленные на получение дополнительной информации о модели этих пластов, а также о возможности прогноза их ФЭС^{ФЭС}, являются весьма **актуальными**.

Цель диссертационной работы состояла в разработке методики прогноза фильтрационно-емкостных свойств продуктивных пластов непской свиты Сибирской платформы на основе комплексной интерпретации скважинных данных и материалов сейсморазведки МОВ-ОГТ 3D, обеспечивающей повышение достоверности прогноза геологического строения и свойств продуктивных пластов.

Для достижения поставленной цели **в работе решен ряд задач**: выполнено петрофизическое обоснование возможности прогнозирования фильтрационно-емкостных свойств коллекторов по сейсмическим данным; выполнен анализ качества сейсмических данных для целей инверсионных преобразований применительно к целевым терригенным пластам V_{10} и V_{13} ; изучена возможность прогноза фильтрационно-емкостных свойств при помощи инверсионных преобразований сейсмических данных с использованием синтетических моделей; разработана комплексная методика оценки упругих свойств для акустически-контрастных пластов, позволяющая получить максимально возможную сходимость прогнозных и реальных величин; разработана методика прогноза

фильтрационно-емкостных свойств пород на основе комплекса данных сейсморазведки и геофизических исследований скважин для акустически контрастных пластов.

Степень обоснованности научных положений, сформулированных в диссертации. Защищаемые положения обоснованы путем выполнения тщательного анализа существующих работ, относящихся к рассматриваемой проблеме. Помимо этого, диссертант уточнил геологическое строение целевых пластов крупнейшего месторождения региона (Верхнечонского): дал прогнозы распространения зон улучшенных и ухудшенных ФЕС, построил контуры геологических объектов внутри целевых пластов (линейные зоны глинизации, выступы фундамента и т.п.). Полученные результаты интегрированы в геологическую модель продуктивных пластов, которая в настоящее время является базовой для разработки месторождения.

Достоверность результатов обосновывается успешным применением разработанных методик на синтетических данных, в том числе зашумленных, а также хорошим согласием полученных результатов по оценке изменений упругих свойств среды с результатами, полученными путем применения других методик.

Новизна рассматриваемой работы заключается в следующем: в условиях вендского терригенного комплекса показано, что использование трендово-блоковых моделей упругих свойств устраняет неоднозначность положения акустических границ и обеспечивает максимальную точность восстановления акустических параметров слоев; установлено, что использование динамических параметров сейсмических данных 3D в условиях высокой латеральной изменчивости литологии пластов V_{10} и V_{13} обеспечивает повышение достоверности прогноза ФЕС. Кроме того, на основе комплексной интерпретации керновых, скважинных и сейсмических 3D данных в вендском терригенном комплексе выявлены следующие неизвестные ранее элементы: шнурковые глинистые тела в пласте V_{10} , рассекающие его на изолированные резервуары и контролирующее местоположение зон ухудшенных и улучшенных ФЕС; границы эрозионного среза пласта V_{13} и локальные эрозионные выступы фундамента, контролирующее местоположение зон ухудшенных и улучшенных ФЕС.

Содержание диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав и заключения, содержит 164 страницы, включая 95 рисунков и 13 таблиц. Список литературы содержит 133 наименования.

Во **введении** обосновывается актуальность темы диссертации, формулируются цель работы, решаемые задачи, защищаемые положения; обосновывается новизна и практическая значимость работы; дается краткое описание методов исследования; описан личный вклад автора в исследования, приводится информация об апробации работы.

В **главе 1** содержится характеристика Непско-Ботубинской антеклизы. Рассмотрены общие сведения о районе работ, стратиграфическое строение осадочного чехла, тектоническая схема, перспективы района, связанные с запасами углеводородного сырья.

В **главе 2** описывается возможность применения инверсионных преобразований на изучаемой площади для целей прогноза ФЕС коллекторов нефти и газа в целевых пластах. Показано, что исследование взаимосвязи между упругими параметрами пород и их остальными свойствами позволяет предсказывать распределение различных атрибутов пород в межскважинном пространстве на основе сейсмических данных. Данное предположение и положено в основу обоснования возможности выполнения

инверсионных преобразований. Диссертантом установлено наличие связи коэффициента пористости замеренного на образцах керна и акустического импеданса. Связь по керну оказалась очень плотной (коэффициенты корреляции 0.91 и 0.87 для пластов V_{10} и V_{13} , соответственно). Установлено наличие связи коэффициента пористости, рассчитанного по методам ГИС, с акустическим импедансом, рассчитанным из кривых АК и ГГКп. Для пласта V_{10} коэффициент корреляции оказался равен 0.69, для пласта V_{13} – 0.61 соответственно. Были выявлены связи между упругими параметрами среды, рассчитанными по данным ГИС, и соответствующими амплитудами сейсмических отражений. Акустический импеданс (по скважинам) пласта V_{10} имеет тесную связь с амплитудой отражений в интервале горизонтов М2 и F. По мнению диссертанта, для пласта V_{13} линейная связь акустического импеданса с амплитудами отсутствует в виду его малой мощности и нахождения в «тени» других «более мощных реперных отражений».

Диссертантом была изучена возможность прогноза литологии с использованием инверсионных преобразований. Для этого были рассмотрены кроссплоты распределения литотипов в полях различных упругих параметров (V_p , V_s , V_p/V_s и др.). Для каждого литотипа рассчитывалась статистическая функция плотности вероятности. В случае, если разделение между литотипами составляло более двух стандартных отклонений, делался вывод о возможности прогноза литологии из соответствующих упругих параметров. Так, было установлено, что разделение литотипа «засолоненный неколлектор» со всеми остальными литотипами возможно даже в поле акустического импеданса. Таким образом, прогноз зон развития засоления коллектора возможен при использовании акустической инверсии. Литотипы «коллектор» и «неколлектор» имеют тенденции к разделению в поле V_p/V_s , однако критерий двух стандартных отклонений не достигается. Целевые пласты сложены тонким переслаиванием глин и песчаников, что осложняет использование упругих методов в силу ограниченности их разрешающей способности. Кроме того, влияние несовершенства конструкции скважины вносит шум в данные, что также приводит к уменьшению разделения литотипов. Для устранения этих эффектов было выполнено петрофизическое моделирование, которое позволило получить разделение литотипов «коллектор», «неколлектор» и «засолоненный неколлектор».

Третья глава посвящена систематизированию информации для построения модели вендского бассейна седиментации на территории Непско-Ботуобинской антеклизы. В ходе расчетов синтетических волновых полей были оценены изменения волнового поля, обусловленные изменением: мощности вендского терригенного комплекса; импеданса пласта V_{10} в зонах малых, средних и повышенных мощностей терригенного венда в пределах планшета сейсмической съемки; импеданса пласта V_{13} в зонах средних и повышенных мощностей терригенного венда в пределах планшета сейсмической съемки. Результаты моделирования позволили сделать ряд существенных выводов и рекомендаций.

Четвертая глава посвящена описанию методики инверсионных преобразований. Предложенная методика позволяет минимизировать влияние выявленных осложняющих факторов. Проблемы, связанные с возникновением интерференции волн на тонких пластах, диссертантом предлагается решить посредством использования блоковой априорной модели упругих свойств. Это позволяет снизить неопределенность в местоположении коэффициента отражения и сосредоточить усилия на подборе величины

этого коэффициента. Сложности, вызванные влиянием вмещающих пород на отражения от целевого интервала, предлагается решать дополнительной обработкой сейсмических материалов с целью устранения растяжения сигнала на дальних суммах. Описаны результаты применения предлагаемой методики на реальных сейсмических данных, полученных на Верхнечонском нефтегазоконденсатном месторождении. Приведены оценки корректности и достоверности выполненных инверсий, а также сделаны выводы о пригодности полученных результатов для дальнейших работ по прогнозу фильтрационно-емкостных свойств целевых горизонтов V_{10} и V_{13} . В конце данной главы дан сравнительный анализ результатов использованных видов инверсий и сделаны выводы о пригодности каждой из них для решения поставленных задач прогноза ФЕС и литологии целевых терригенных пластов. Кроме того, сформулированы основные положения предлагаемой методики выполнения инверсионных преобразований для изучаемого месторождения.

В пятой главе описана методика прогноза ФЕС на основе комплексирования сейсмических и скважинных данных, нацеленная на выделение и оценку параметров основных элементов строения пластов V_{10} и V_{13} . Здесь приведен обзор использованных методов кинематического и динамического анализа сейсмических данных. Комбинирование разных параметров сейсмических волн позволило диссертанту построить карты линейной емкости, эффективных толщин и пористости для зон малых и больших толщин терригенных пластов.

В шестой главе описана методика построения прогнозных карт ФЕС и кубов литологии. На основе регрессионного анализа связей между параметрами ФЕС и атрибутами сейсмической записи, в том числе акустического импеданса, для пластов V_{10} и V_{13} были получены прогнозные карты линейной емкости, пористости и эффективной мощности. Вероятностный прогноз литологии с использованием результатов инверсии позволил получить карты мощности литотипов «засолоненный неколлектор», «глинистый неколлектор» и «коллектор». Интегрирование керновой, скважинной, сейсмической и другой геолого-геофизической информации позволило создать сейсмогеологические модели залежей в целевых пластах V_{10} и V_{13} .

Замечания к рецензируемой работе носят, в основном, редакционный характер и состоят в следующем:

1. Имеет место путаница в понятиях «пласт» и «слой», наблюдаемая даже в формулировке первого защищаемого положения.
2. В главе 3 без должного пояснения параллельно используются обозначения ВЧ1 и ВЧ2, соответствующие обозначениям V_{10} и V_{13} в другой классификации, применяемой в диссертации.
3. Неправомерно и многократно используется глагол «производить» вместо «проводить».
4. Отношения величин нередко именуется «соотношением».
5. Искажения результатов инверсии, обусловленные отсутствием в спектре отражений низкочастотной его части, явно переоценены. Дело в том, что спектры отражений от тонких контрастных слоев имеют, как известно,

высокочастотный характер, так что «нехватка» информации в низкочастотной части в данном случае не столь существенна.

6. Комплексируя данные наземной сейсморазведки и ГИС, диссертант ни словом не упоминает столь важное связующее звено между этими методами, как метод вертикального сейсмического профилирования (ВСП). Это трудно понять и оправдать, учитывая значительный объем работ ВСП, выполненный к настоящему времени на разных участках Сибирской платформы.

Эти замечания не умаляют, однако, значимости диссертационного исследования.

Диссертация Шаповалова Михаила Юрьевича является научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям ВАК. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых». Соискатель Шаповалов Михаил Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Официальный оппонент:

доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ООО «НПП «Спецгеофизика»
ШЕХТМАН Григорий Аронович

07.04.2020 г.

Контактные данные:

тел.: 8 916 882 3887, e-mail: gregs.geo@yandex.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Адрес места работы: 117198, г. Москва, Ленинский проспект, 113/1, офис Е-205

тел.: 8 916 882 3887, e-mail: gregs.geo@yandex.ru

Подпись сотрудника Г.А.Шехтмана заверяю:

Генеральный директор
ООО «НПП «Спецгеофизика»



С.Н.Резник