

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института геологии алмаза
и благородных металлов Сибирского отделения
Российской академии наук,
доктор геол.-мин. наук В.Ю. Фридовский

«13» марта 2018 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской академии наук о диссертационной работе **Москаленко Артема Николаевича «Реконструкция параметров напряженно-деформированного состояния по сейсмическим данным МОВ ОГТ ЗД на примере юго-восточной части Нюрольской впадины (Западная Сибирь) и северного склона Байкитской антеклизы (Восточная Сибирь)»**, представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.03 – Геотектоника и геодинамика

Диссертационная работа А.Н. Москаленко состоит из Введения, трех глав, Заключения, списка литературы (121 название) и четырех приложений, общим объемом 139 страниц, включая 48 рисунков и 16 внутритекстовых таблиц.

Актуальность исследования определяется тем, что при наличии довольно большого числа работ по определению напряженно-деформированного состояния на основании прямых наблюдений природных обнажений, скважин, а также данным о механизмах очагов землетрясений, косвенные методы определения напряженно-деформированного состояния встречаются значительно реже. В диссертационной работе представлен новый подход к интерпретации данных МОВ ОГТ ЗД, позволяющий реконструировать напряженно-деформированное состояние в плохо обнаженных сейсмически слабоактивных территориях, где применение традиционных методов реконструкции напряженно-деформированного состояния, основанных на прямых наблюдениях, было невозможно.

Целью и задачей исследования является разработка подхода выделения вектора перемещения по сейсмическим данным МОВ ОГТ ЗД для последующей реконструкции напряженно-деформированного состояния и проверка разработанного подхода на двух объектах, расположенных в Нюрольской впадине (Западная Сибирь) и Байкитской антеклизе (Сибирская платформа).

Научная новизна исследования состоит в основе предложенного подхода, предполагающего работу с поверхностями сейсмических горизонтов теми же методами, что и с природными обнажениями. Диссертант предлагает на основании смещения

характерных структурных форм (в данном случае, следа осевой поверхности), определить ориентировку и величину векторов перемещения на поверхностях выделенных по сейсмическим данным разрывных нарушений, и обосновывает их сходство с бороздами скольжения на поверхностях трещин. Подобный подход к интерпретации данных сейсмических исследований ранее в литературе не встречался. Кроме того, автором предложена новая модель тектонической эволюции Нюрольской впадины Западной Сибири, обосновано выделение здесь нескольких этапов деформаций – рифтогенного и сдвигового, а в Байкитской антеклизе впервые установлены два этапа предвендских сдвиговых деформаций.

Научная и практическая значимость полученных результатов определяется следующим. Во-первых, предложенный подход к определению напряженно-деформированного состояния по сейсмическим данным МОВ ОГТ 3Д дает новую важную информацию об эволюции полей напряжений, что необходимо для корректного проведения палеотектонических реконструкций. В этом научная значимость исследования. Во-вторых, определение напряженно-деформированного состояния в пределах изучаемого регионального объекта позволяет реконструировать ориентировку систем открытых трещин, что необходимо при прогнозе качества нефтегазовых коллекторов, и в этом практическая значимость работы.

В **первой главе** рассматриваются основные положения предложенного диссертантом структурно-геологического подхода и является методической основой для двух последующих глав, в которых разработанный подход применен для конкретных геологических объектов. В главе последовательно изложены принципиальная схема определения вектора перемещения по полученным по данным МОВ ОГТ 3Д картам поверхностей сейсмических горизонтов, рассмотрены исходные данные и обоснована возможность применения предложенного подхода к изучаемым объектам в Нюрольской впадине и Байкитской антеклизе, содержание базы данных и методы ее обработки. Для исключения субъективности при отображении следа осевой поверхности, наряду с визуальным анализом морфологии поверхности сейсмического горизонта использовался расчет коэффициента кривизны поверхности. Рассмотрены критерии контроля достоверности выделяемых векторов перемещения, два метода реконструкции полей напряжений, основанные на разных принципах, и необходимое для их применения программное обеспечение. Такое детальное рассмотрение методических вопросов вызывает доверие к полученным в ходе исследования результатам и является важным достоинством диссертации. Детальный разбор имеющихся работ, опубликованных как на русском, так и английском языках свидетельствует об эрудиции диссертанта, хорошо разобравшегося в специфике различных методов реконструкции напряженно-деформированного состояния.

Во **второй главе** предложенный подход к выделению векторов перемещения применен к Арчинскому объекту, расположенному в мезозойском осадочном чехле в

Нюрольской впадине. На основании изучения четырех сейсмических горизонтов, выделенных в разрезе нижней и средней юры, определены ориентировка и амплитуда 159 векторов перемещения, показано преобладание сдвиговых перемещений по разрывным нарушениям. Установлено наличие трех этапов перемещений по разломам наиболее раннего преимущественно сбросового и двух последующих сдвиговых, причем для этапов сдвиговых перемещений установлена инверсия поля напряжений со сменой ориентировки осей сжатия и растяжения. Показано, что выделенные этапы хорошо соответствуют имеющимся представлениям о геодинамической эволюции региона в триасе и юре, в том числе с раннеюрской кинематикой плит в реконструкциях В.Н. Пучкова. Результаты исследования последовательности деформаций на Арчинском объекте отражены в первом защищаемом положении, завершающем вторую главу.

В **третьей главе** приведены результаты аналогичных исследований на Куюмбинском объекте, расположенном в рифейском осадочном чехле Байкитской антеклизы. Здесь изучались три сейсмических горизонта, выделенных в разрезе нижнего и среднего рифея, определены ориентировка и амплитуда 96 векторов перемещения. Как и на Арчинском объекте, преобладает сдвиговая составляющая, но она ассоциирует со взбросо-надвиговыми перемещениями. Установлено, что сбросы, сформировавшиеся во время формирования рифтов около 1,5 млрд лет назад, были сначала реактивированы как взбросы, а потом вовлечены в сдвиговые перемещения, происходившие в два этапа с инверсией поля напряжений. Неоднозначность палеомагнитных данных не позволяет связать выделенные этапы сдвиговых перемещений с кинематикой плит, но по косвенным признакам устанавливается, что сдвиговые перемещения примерно синхронны основным фазам предвендских деформаций Енисейского кряжа. Полученные данные о последовательности деформаций на Куюмбинском объекте отражены во втором защищаемом положении.

Важный раздел третьей главы, не отраженный в защищаемых положениях, посвящен предварительной оценке интенсивности трещиноватости карбонатных пород. Здесь, с использованием методов механики (редуцированные диаграммы Мора), выделены области условной вероятности наличия и интенсивности систем открытых трещин. Несмотря на небольшое количество скважин с известным дебитом (всего 11), наблюдается корреляция между расчетной интенсивностью трещиноватости и данными по дебиту нефти. Полученный результат, хотя и может рассматриваться только как предварительный, является важным практическим применением разработанного А.Н. Москаленко подхода к интерпретации данных сейсмических исследований.

В **Заключении** суммированы основные результаты исследования и сформулировано третье защищаемое положение, имеющее методическую направленность.

К работе имеются следующие замечания

1. В названии работы и по тексту неудачно сочетание структурно-тектонических (Нюрольская впадина, Байкитская антеклиза) и географических (Западная Сибирь,

Восточная Сибирь) терминов при определении расположения объектов исследования. Предпочтительнее использование единой структурно-тектонической терминологии – западно-Сибирский осадочный бассейн, Сибирская платформа.

2. Приведенные диссертантом соотношения в разрезе и в плане между разломами и складками разного возраста (рис. 1.2) убедительны, но не исчерпывают всех возможных ситуаций. В частности, во фронтальных зонах складчато-надвиговых систем широко распространены крупные пластины, в которых антиклинали висячего крыла развивались одновременно с надвигообразованием, но при этом поверхность надвига не деформирована.

3. При отображении следа осевой поверхности диссертант использовал как визуальный анализ, так и математические методы. Возникает вопрос, насколько велики различия в полученных результатах и с чем они связаны? Возможно ли применение только одного из этих методов или они всегда должны применяться вместе?

4. При описании региональных объектов в главах 2 и 3 присутствует раздел «Ориентировка осей главных напряжений и форма стресс-эллипсоида». Почему стресс-эллипсоида, а не эллипсоида напряжений? В чем их отличие в данном контексте? Из текста работы это непонятно.

Сделанные замечания не ставят под сомнение защищаемые положения и другие выводы и не влияют на высокую оценку работы. Говоря о диссертации в целом, необходимо отметить логичность и последовательность ее построения. Сначала обоснована методика, потом показано ее применение на региональных объектах. В главах, посвященных региональным объектам, сначала приведена краткая характеристика рассматриваемого объекта, более подробно рассмотрена стратиграфия с обоснованием возрастной привязки сейсмических горизонтов, и уже после этого анализируются сами сейсмические горизонты. Впечатляет кругозор диссертанта – от стратиграфии и тектоники до кругов Мора. Нет сомнений, что представленная диссертационная работа – законченное исследование с четко сформулированной задачей, понятными методами и логично вытекающими выводами, имеющими как научное, так и прикладное значение. Разработанный диссертантом структурно-методический подход можно предложить для публикации в качестве методической рекомендации для определения напряженно-деформированного состояния пород при анализе сейсмических данных МОВ ОГТ ЗД. Диссертация прекрасно иллюстрирована, снабжена необходимыми таблицами; приведенные ссылки сделаны корректно.

Автореферат диссертации отражает ее основное содержание и структуру. Основные результаты по теме диссертации изложены в 11 публикациях, три из них – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК. Диссертация соответствует критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней (утверждено постановлением правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертациям, я ее автор

А.Н. Москаленко заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.03 – Геотектоника и геодинамика.

Автор отзыва –
Заведующий лабораторий,
«Геодинамики и региональной геологии»,
главный научный сотрудник,
кандидат геолого-минералогических наук

Прокопьев Андрей Владимирович

Отзыв о диссертации А.Н. Москаленко рассмотрен и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН (протокол № 3 от 13 марта 2018 года), одними из направлений деятельности которого являются тектонические и геодинамические модели формирования твердых оболочек Земли, сеймотектонические процессы и современная геодинамика Сибирского кратона (за – 13, против – 0, воздержался – 0).

Председатель Ученого совета
ИГАБМ СО РАН,
доктор геолого-минералогических наук

Фридовский Валерий Юрьевич

Ученый секретарь ИГАБМ СО РАН,
кандидат геолого-минералогических наук

Королева Ольга Валерьевна

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской академии наук,
677980, г. Якутск, проспект Ленина, д. 39,
Тел.: +7 (4112) 335864
e-mail: geo@yakutia.ru

Подписавшие отзыв сотрудники согласны на обработку персональных данных и включение их в материалы, связанные с работой диссертационного совета.

Подписи сотрудников Андрея Владимировича Прокопьева, Ольги Валерьевны Королевой и Валерия Юрьевича Фридовского заверяю:



Начальник отдела
ОДК и ПСВК ИГАБМ СО РАН

Малгина Александра Николаевна