

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Кондратьева Михаила Николаевича

на тему: **Сравнительный анализ тектонических напряжений в структурах**

позднего мезозоя и кайнозоя в Северном Приохотье

по специальности 25.00.03 «Геотектоника и геодинамика»

на соискание ученой степени **кандидата геолого-минералогических наук**

Избранная М.Н. Кондратьевым тема по «**Сравнительному анализу тектонических напряжений в структурах позднего мезозоя и кайнозоя в Северном Приохотье**» актуальна в связи со слабой изученностью тектонических деформаций и напряжений в рассматриваемом регионе, являющегося частью области сложного взаимодействия Евразийской, Северо-Американской и Тихоокеанской литосферных плит. Здесь в мезокайнозое на границах указанных плит формировались сейсмические пояса, развивались разрывно-складчатые и вулкано-плутонические структуры, связанные с ними рудные месторождения золота, серебра, олова и других металлов. В регионе сосредоточено значительное количество населенных пунктов, развита производственная, энергетическая и транспортная инфраструктура, поэтому актуальными являются вопросы сейсмического районирования территории и прогноза землетрясений. Актуальной является также задача изучения структуры рудных полей и месторождений региона с целью оптимизации поисков и разведки рудных тел на основании данных о полях тектонических напряжений. Для решения всех этих вопросов первоочередное значение имеет изучение напряженного состояния породных массивов, выявления характера нарушенности земной коры и условий ее деформирования.

Диссертация М.Н. Кондратьева объемом 127 стр. состоит из четырех глав, введения, заключения, иллюстрирована 56 рисунками и 11 таблицами. Список литературы включает 86 наименований. В первой главе кратко рассматриваются основные тектонические структуры Северного Приохотья; вторая посвящена методике исследований; в третьей главе проводится анализ фактических материалов и выдвигаются первые четыре защищаемых положения; четвертая посвящена обоснованию пятого защищаемого положения.

Научные положения диссертации последовательно рассматриваются на основании анализа регионального геолого-структурного материала в соответствии с поставленными задачами изучения трещиноватости на опорных участках и восстановления на основе парагенетического анализа дизъюнктивов локальных и региональных напряженных состояний.

Первая глава работы, по сути, является вводной. Диссертант основывается на общепринятой системе тектонического районирования и ярусного деления структур. Выделенные региональные структуры сопоставляются с четырьмя структурными ярусами, соответствующими домеловому, раннемеловому, средне-позднемеловому и кайнозойскому этапам развития. Существенным недостатком первой главы является предельная краткость описания выделенных структур, схематичность приводимых в главе геологических карт и отсутствие детальных

тектонических схем. Общая мелкомасштабная тектоническая схема приведена только в самом начале главы. Все описание структур занимает всего 6 (!) страниц (введение с общей схемой 2 стр. и по 1 стр. (даже меньше!) на каждую структурную зону). Относительно более полно приведено описание неотектонической структуры (оно изложено на 4 страницах), приведена неотектоническая схема, описаны новейшие разломы с указанием соответствия структурному плану в доплиоценовой структуре.

Вторая, методическая, глава написана подробно, в ней изложены основные понятия тектонофизики, описаны современные методы анализа тектонической трещиноватости. Эта часть работы – одна из самых интересных и значимых: помимо достаточно полного изложения известных методических приемов по изучению дизъюнктивных структур изложены оригинальные авторские разработки, существенно дополняющие возможности тектонофизических методов. Диссертантом предложен дополнительный статистический критерий выбора сопряженных сколов в условиях объемной деформации, доказана его применимость; приведено описание специальной программы Pyfrct, позволяющей получать ориентировки осей напряжений по каждой совокупности замеренных на конкретных объектах трещин. Кроме этого, в главе приведено подробное описание устройства и способа действия изобретенного диссертантом цифрового геологического компаса.

В диссертационной работе новаторские предложения по критерию выбора сопряженных сколов и использованию цифрового компаса отмечены только как достижения в разделах «Научная новизна» и «Практическая значимость» работы. Мне представляется, что эти предложения можно было представлять в качестве защищаемых положений.

Главной в работе является **третья глава**, так как именно в ней изложено обоснование четырех из пяти защищаемых диссертантом положений. Глава сложная, разделена на четыре части по всем рассматриваемым структурам. Заключением каждой части являются защищаемые положения. Представительность полевого фактического материала по тектонической трещиноватости региона, собранного автором за более чем 10-летний срок и использование для его анализа комплекса разнообразных тектонофизических методов и приемов определяет достоверность полученных результатов. Правда, судя по таблице, приведенной в начале главы, статистически значимые результаты получены не по всем анализируемым опорным участкам, для 6 участков из 12 статистически значимый результат получен только по 1 пункту. По Армано-Вилигинскому синклиниорию на одном из трех, Хасыно-Момолтыкской зоне на двух из трех, ОЧВП на трех из пяти участков, по кайнозойским впадинам рассмотрен только один участок.

Общим замечанием к третьей главе, как и к первой, выступает предельная краткость изложения геологического материала, отсутствие единого принципа геолого-структурного описания рассматриваемых объектов. Трещиноватость также описана кратко и, кроме того, ее описание очень разнородно по исходным фактическим данным. В полевых условиях зафиксированы единичные наблюдения жил и отрывов с минеральным выполнением, зеркал скольжения раз-

личного типа, других кинематических индикаторов, слабо охарактеризованы общие кинематические особенности структур. Не приведено четкого описания качественных и количественных параметров трещиноватости. Неоднородность исходного структурно-кинематического материала по трещиноватости и обусловила, в частности, необходимость применения различных методов определения напряженного состояния в разных местах. Главным образом использовался метод П.Н. Николаева, основанный на особенностях распределения «немой» трещиноватости, в меньшей степени применялся метод катакластического анализа, учитывающий характер смещений по минидизъюнктивам. Сравнение результатов анализа трещиноватости, полученных при использовании различных методов практически не приводится.

Судя по таблицам, по региону замерено большое количество трещинных структур, но, к сожалению, в работе приведено относительно мало диаграмм трещиноватости, отражающих характер ее распределения в породных массивах, а также интерпретационных схем, доказывающих достоверность тектодинамических выводов.

И главное. Как уже отмечено, третья глава самая большая в работе, в ней обосновываются четыре (!) из пяти защищаемых положения. Все четыре положения по существу однотипны. Они озвучивают выводы о напряженных состояниях четырех рассматриваемых в работе структур, что в каждой из них проявляется определенный тип напряженного состояния, свойственный именно этой структуре. С обоснованностью выводов по всем рассмотренным структурам, подтверждающейся устойчивыми результатами по проявленным в них напряженно-деформированным состояниям, с диссертантом можно согласиться. Однако однотипность их формулировок, мне кажется, свидетельствует о том, что они могли бы рассматриваться как одно защищаемое положение.

Четвертая глава «Особенности напряженного состояния в разных тектонических структурах Приохотья» по сравнению с третьей выглядит более интересной и значимой, хотя она и обосновывает только одно пятое защищаемое положение. Глава посвящена разностороннему анализу полученных по рассмотренным структурам данных о напряженно-деформированном состоянии. К главе также имеется ряд замечаний.

Достоинством главы (раздел 4.1) является факт применения к анализу полученных результатов по типам напряженного состояния региональных структур нестандартных статистических подходов, что хорошо иллюстрировано приведенными в работе схемами (рис. 4.2-угол от оси на зенит осей сигма 2 и сигма 3; 4.3-плотность выхода направления на зенит относительно осей главных напряжений; 4.4-типы напряженных состояний в зависимости от положения оси на зенит относительно осей главных напряжений). Именно по результатам этого анализа убедительно показано, что разнородные структуры обладают специфическими характеристиками напряженного состояния при преобладающей в регионе обстановке горизонтального сдвига с элементом горизонтального растяжения.

Интересен раздел о влиянии на напряженное состояние активных разломов (раздел 4.2), но его восприятие опять усложняется краткостью изложения. Хотелось бы, чтобы такие сложные вопросы были изложены более подробно.

В разделе о напряженных состояниях в главных структурах (раздел 4.3) излагаются представления автора об истории развитии тектонической структуры региона и проявлении различных типов напряженного состояния. Мне кажется, что эта информация должна была бы прозвучать ранее, при общей геологической характеристике региона. А в данном разделе можно было только сопоставлять полученные результаты с имеющейся региональной информацией по геодинамике и истории развития структур, пытаясь объяснить проявление тех или иных напряженно-деформированных состояний именно в связи с особенностями строения и геодинамического развития территории: почему при формировании Яно-Колымской зоны и Удско-Мургальской дуги преобладает напряженное состояние в условиях сдвигового поля напряжений со взбросовой составляющей в условиях субширотного сжатия, Охотско-Чукотского вулканического пояса – растяжение со сбросом (на стр. 102, видимо, опечатка – написано взброс с растяжением в субмеридиональном и субширотном направлении) и сдвиг с меридиональным растяжением, а кайнозойские впадины формировались в условиях сбросового типа поля напряжений с растяжением в меридиональном и широтном направлении и сдвигового типа с меридиональным растяжением, что соответствует современной кинематике плит.

Автору можно было бы изложить и свои представления о том, как могли меняться поля напряжений при формировании структур региона, и попытаться понять, что обусловило формирование в них устойчивых структурных рисунков. Это в определенной степени рассматривается при анализе различных вариантов сочетания типов полей напряжений (раздел 4.4). Диссертант убедительно доказывает отсутствие признаков последовательной смены полей напряжений в структурах и кинематического секционирования вследствие влияния конкретных структур. Представляется, что в этом плане ситуация гораздо более сложная. В условиях последовательной смены полей напряжений деформационная структура породных массивов изменяется, но доминирование в массивах определенных структурных свойств приводит к формированию в них устойчивых структурных рисунков. Вероятно, происходит и секционирование деформаций, но на разновозрастную деформацию существенное влияние оказывают исходные для каждого этапа структурные неоднородности, что определяет итоговую деформационную картину. Так что наличие флюктуаций, то есть определение напряженного состояния типом данной структуры (пятое защищаемое положение) – это более сложная система взаимосвязи исходной и наложенной деформации, в результате осуществления которой **тектонические структуры обладают специфическими характеристиками напряженного состояния, отражающими геодинамические условия их собственного развития.**

Подводя итог, можно сказать, что выводы диссертанта представляются вполне обоснованными и надежными. Впервые для региона получены данные по тектонической трещинова-

тости, выявлены характерные для региональных структур Северного Приохотья напряженные состояния. Эти данные могут и должны использоваться при построении региональных геолого-структурных карт и схем сейсмического районирования, а также для уточнения структур рудных полей и месторождений. Использование разработанного М.Н. Кондратьевым статистического критерия достоверного выделения сопряженных сколовых трещин χ^2 может существенно уточнять деформационные характеристики региональных структур, использование цифрового геологического компаса позволит существенно ускорить процесс проведения замеров трещиноватости.

Несмотря на высказанные замечания и дискуссионность ряда затронутых в диссертационной работе Кондратьева Михаила Николаевича проблем, она представляется интересной и научно-значимой. Диссертация М.Н. Кондратьева является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи определения и анализа тектонических напряжений в разнородных и разновозрастных структурах, возникших в процессе тектонической эволюции Северного Приохотья в зоне взаимодействия Евразиатской, Северо-Американской и Тихоокеанской литосферных плит. В работе изложен новый научно-обоснованный критерий выделения сопряженных систем трещиноватости, в процессе работы разработан цифровой геологический компас, что имеет существенное значение для развития геологической отрасли. Изложенное подтверждает, что предъявленная к защите работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Официальный оппонент,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент, доцент кафедры региональной геологии и истории Земли Геологического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Почтовый адрес: 119234, Российской Федерации, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет
Телефон: +7 (495) 939-29-70

Электронная почта: tvertat@yandex.ru 
10 сентября 2019 г.

Подпись Т.Ю. Тверитиновой заверяю:
Декан Геологического ф-та



академик Д.Ю. Пущаровский