

ОТЗЫВ
официального оппонента о диссертации
ГОРДЕЕВА НИКИТЫ АЛЕКСАНДРОВИЧА
на тему: «**НЕОТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА СЕВЕРО-ВОСТОКА СИБИРСКОЙ**
ПЛАТФОРМЫ»,
представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических
наук по специальности 25.00.03 – Геотектоника и геодинамика

Целью исследования, которое выполнил соискатель, являлось определение геодинамических условий формирования новейших структур северо-востока Сибирской платформы и влияние на них спрединга хребта Гаккеля. Регион обладает большим потенциалом минеральных ресурсов, но труднодоступен. **Актуальность работы** не вызывает сомнения, так как для изучения различных аспектов геологического строения таких регионов (в данном случае речь идет о реконструкции новейших тектонических напряжений и геодинамики региона) необходимо применение материалов дистанционного зондирования и разномасштабных топокарт с разработкой новых методических подходов, дающих возможность быстрого анализа больших площадей. Диссертантом были поставлены и решены задачи по изучению неотектоники и геологии района, разработана компьютерная программа для реконструкции тектонических напряжений структурно-геоморфологическим методом Л.А. Сим, составлены и сопоставлены региональные схемы новейшей тектоники и напряженного состояния, а также 3D модели и схемы геодинамики региона.

Работа основана на большом фактическом материале, собранном и обработанном в значительной мере лично автором. **Получены новые теоретические и практические данные** по новейшим напряжениям СВ Сибирской платформы и ее обрамления. Результаты докладывались на многочисленных конференциях и совещаниях разного ранга и отражены в 32 работах, в т.ч. 3 работы в изданиях перечня ВАК, 2 – в списке РИНЦ и 1 – РИНЦ и SCOPUS.

Значимость результатов для науки и практики. Научное значение работы заключается в том, что результаты предлагаемого исследования позволили получить новые данные о новейшей структуре и геодинамических условиях северо-восточной части Сибирской платформы и ее обрамления. Практическая значимость определяется разработкой компьютерной программы SimSGM – усовершенствованной методики реконструкции сдвиговых тектонических напряжений Л.А. Сим, позволяющей быстро и на больших

площадах проводить реконструкции сдвиговых напряжений.

Содержание диссертации. Диссертация общим объемом 118 страниц состоит из четырёх глав, введения, заключения, иллюстрирована 41 рисунком, содержит 1 таблицу, 3 приложения. Список литературы насчитывает 137 наименования. Работа выполнена в лаборатории фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта Российской Академии наук.

Глава 1 – общее описание территории исследования: физико-географические данные; геологическая изученность и очень краткий очерк геологического строения СВ части Сибирской платформы (Лено-Оленекского междуречья) и Лаптевоморского региона; приведены геологические карты и разрезы. Глава занимает 31 стр. (26% работы). В стратиграфии вполне логично большое место отведено описанию неоген-четвертичных отложений, правда, потом это нигде не востребовано. Интересна впервые построенная для региона авторская 3D модель фундамента, хотя данных для построения точной модели этого региона еще недостаточно.

Замечания:

у автора нет четкости в определениях и понимании сути тектонических структур – что относится к платформе, а что к ее обрамлению. Так, в подразделе "Тектоническое строение района исследований" на стр. 34 неправильно указывается, что Лено-Анабарский и Предверхоаянский прогибы являются краевыми прогибами Сибирской платформы. Если Лено-Анабарский прогиб является, скажем так, перикратонным прогибом СП, то Предверхоаянский прогиб – это краевой прогиб Верхоянского орогена.

На стр. 35 первые абзацы начинаются с одного и того же предложения (повтор), но потом идет речь в одном случае о Кютингдинском грабене, а в другом – о Суханской впадине, а потом идет опять один и тот же текст в обоих абзацах.

Очень кратко, на взгляд оппонента, описаны разрывные нарушения региона. Из их описания нельзя получить четкой информации о распределении разрывов, их ориентировке и кинематике. Упоминается, что она в основном сбросовая и отмечено, что разрывы выражены линеаментами и что преобладают разрывы СЗ простирания. Но проведенный автором линеаментный анализ показывает гораздо более разнообразную ориентировку линеаментов, по которым в конечном итоге восстанавливается поле напряжений с радиальным рисунком

осей сжатия. Это означает, что большинство имеющихся на геологической карте разрывов не отражают новейшее поле напряжений?

И еще, хотя в методической главе много написано о линеаментах и даже приведена их классификация, оппоненту показалось, что автор любые линеаменты считает разрывами, но это не совсем так, хотя многим разрывам на поверхности соответствуют линеаменты.

На стр. 93 диссертант все-таки точно высказался, что он подразумевает под линеаментами: "Линеаменты, по мнению автора, являются ослабленными зонами (трещиноватость или разрывы)".

Есть ошибки в геологических терминах: в подрисуночной подписи к тектонической схеме вместо "...область развития каледонид... герцинид..." написано: *область развития каледонидов и герцинидов*.

Глава 2 – методическая – отражает комплексность подхода к решению поставленных задач. Глава занимает значительный объем диссертации (36 стр. из 118, включая приложения. Это более 30%). Четко описан каждый из применявшихся в работе методов: структурно-геоморфологический, позволяющий выявлять связь рельефа с неотектоническими структурами; новый современный метод 3D геологического моделирования для установления взаимосвязи глубинных структур с новейшими; линеаментный анализ, позволяющий уточнить границы новейших поднятий и впадин. Но большая часть главы посвящена методике реконструкции сдвиговых тектонических напряжений Л.А. Сим (руководителя данной работы). Описан исходный метод и приведено детальное описание его усовершенствованной разработки (разработка проводилась с участием автора) в виде программы SimSGM, позволяющей быстро и на больших площадях проводить реконструкции сдвиговых напряжений. На примере основного для диссертации Лено-Оленекского междуречья произведено тестирование программы, проведено сравнение полученных материалов с результатами, получаемых при обработке ручным методом. В конце главы обсуждаются результаты использования и недостатки программы. Достигнут главный результат – возможность использования автоматизированного метода для определения неотектонических напряжений на больших территориях.

Такая подробность, наверное, обоснована, но не хотелось бы, чтобы за счет объема методической главы могли бы пострадать другие разделы диссертации. Мне же показалось, что именно это в данном случае и произошло.

Глава 3 посвящена анализу новейшей тектоники региона. Для анализа автором (в соавторстве) составлены две схемы, послужившие основой главных результатов работы: новейших пликативных и дизъюнктивных структур Лено-Оленекского междуречья и новейшей тектоники того же междуречья и структур его обрамления. По этим картам проведено районирование и выделены области с разным характером структур, которые в главе и описаны (раздельно для двух областей) на пятнадцати страницах.

Замечания:

На стр. 65 указывается, что различия северной и южной частей территории обусловлены "особым положением крупных региональных структур (Анабарской антеклизы, Вилюйской синеклизы, Верхоянский хребет) на Сибирской платформе". Во-первых, Верхоянский хребет это не структура и не принадлежит Сибирской платформе. Во-вторых, в работе не идет речь о территории Вилюйской синеклизы. И названия структур не соответствуют схеме районирования из главы 1.

В описании структур есть некоторая непоследовательность. Оно идет то с севера на юг, то с юга на север. Все поднятия обрамляются прогибами, но в некоторых местах написано, что поднятия граничат друг с другом.

При описании 3D модели, позволяющей выделить унаследованные и инверсионные поднятия, не обращено внимания на то, что унаследованными поднятиями являются внутренние структуры платформы, а инверсионные поднятия возникли на ее периферии.

Глава 4, занимающая 22 стр. (18,6%) посвящена описанию восстановленных полей напряжений и геодинамических реконструкций на северо-востоке Сибирской платформы. Она содержит все защищаемые положения диссертации.

1-е защищаемое положение обосновывается в разделе **4.1. Общая характеристика напряженного состояния**. Автором по линеаментам мелкомасштабных топокарт и известным разрывам как элементов основной структуры составлена схема новейших тектонических напряжений региона. Определение современных геодинамических условий проанализировано с применением программы SimSGM. По установленным ориентировкам осей сжатия выделено 2 ранга полей напряжений. Поля напряжений различаются в областях, соответствующих тектоническим структурам: 1) кряж Чекановского и Лаптевоморское побережье, 2) Верхоянье, 3) Мунское и Оленёкское поднятия (центральная область) и 4) западная область.

Замечания: четко не указано, каким структурам соответствуют выделенные области, что важно для понимания общей геодинамической ситуации: две из них принадлежат платформе, две – ее обрамлению: со стороны Верхоянья (ороген с краевым прогибом) и со стороны Лаптевоморского побережья). Характер обобщенной розы-диаграммы ориентировок осей сжатия по платформенной части хорошо иллюстрирует 1-е защищаемое положение: неотектоническое деформирование СВ части Сибирской платформы в сдвиговом поле напряжений 1-го ранга с субмеридиональной осью сжатия.

Оппонент убежден, что из полученных данных можно было бы извлечь гораздо больше информации и попытаться осмыслить общее распределение полей напряжений, проанализировать ориентировку осей сжатия относительно региональных структур. Сравнить полученные результаты с имеющимися данными по современному полю напряжений региона (См. Гущенко О.И. Реконструкция поля мегарегиональных тектонических напряжений сейсмоактивных областей Евразии // Поля напряжений и деформаций в литосфере. М.: Наука, 1979. С. 26–51; Zoback M.L. First- and second-order patterns of stress in the lithosphere: the World stress map project // Journal of Geophysical Research. 1992. V. 97. P. 11703–11728). Насколько я понимаю, полученные диссертантом ориентировки осей сжатия не соответствуют ориентировкам на более ранних мелкомасштабных картах.

Раздел 4.2 посвящен обоснованию **2-го защищаемого положения** – о влиянии спрединга в Арктике на напряженное состояние территории исследований. Этот раздел включает в себя отдельно рассмотренные подразделы "Тектоническое и геологическое строение Лаптевоморского региона" (написан с привлечением современных геологических, тектонических и сейсмологических данных) и "Тектонофизические реконструкции и геодинамика". По Лаптевоморскому шельфу принята концепция позднемезозойской структуры его фундамента с перекрытием кайнозойским чехлом.

Замечания:

Немного странным кажется то, что уже во введении к разделу декларативно излагаются два (это и следующее) защищаемых положения. Во-первых, нужно было обосновать необходимость привлечения дополнительных механизмов для областей с отличными ориентировками осей напряжений. Во-вторых, логичнее было бы поменять местами разделы 4.2 и 4.3, так как в разделе 4.3 идет речь о части рассмотренной области, по которой получены результаты о поле напряжений, изложенные в разделе 4.1, а в разделе 4.2 –

о территории, не вошедшей в эту область.

Результаты тектонофизического анализа по программе SimSGM отразили преобладание в Прибрежном районе в зонах левых сдвигов Лено-Хатангского прогиба СВ сжатия; в зонах субмеридиональных разломов новейших впадин СЗ и ССЗ, в Верхоянье – широтного и СВ сжатия. Главным для обоснования 2-го ЗП послужил вывод о преобладании в Прибрежном районе СВ сжатия, отвечающего направлению спрединга в хребте Гаккеля. Для объяснения геодинамической ситуации перехода обстановок растяжения, связанных со спредингом, к обстановкам сдвига и сжатия на суше были привлечены данные по механизмам в очагах землетрясений (МОЗ). По результатам МОЗ на суше, в отличие от структурно-геоморфологического метода, определяется СЗ ориентировка сжатия. Это противоречие объяснено автором тем, что в условиях растяжения разница между промежуточным и растягивающим напряжениями может привести к действию промежуточной оси как оси сжатия, которую и может зафиксировать двумерный СГ метод. Сдвиговые решения по МОЗ попали в зоны сдвигов, установленных СГ методом; взбросовые – в область кряжа Чекановского, что показало успешное применение на новой территории программы SimSGM.

Переход от спрединговых обстановок растяжения к обстановкам сдвига и сжатия на суше связывается автором диссертации с наличием развивающегося на новейшем этапе граничного переходного между Латовморским шельфом и континентальной частью тектонического вала, который был выявлен при детальном анализе структуры. Этот вал, по мнению автора, являлся преградой от воздействия внешних наведенных сил, вызванных спредингом. И поэтому южнее тектонического вала проявляются другие ориентировки сжатия, а также могут действовать обособленные источники напряжений (Оленёкское и Мунское поднятия).

Выводы по разделу, отраженные на авторской (в соавторстве) схеме геодинамики прибрежного района, являются обоснованием 2-го защищаемого положения: о влиянии неотектонического спрединга в Арктике только на развитие структур обрамления Сибирской платформы (в данном случае кряжа Чекановского) в виде наведенных напряжений.

Замечания:

На стр. 84 написано, что "Лаптевское побережье реагирует компенсацией на

многочисленные области с геодинамическим режимом растяжения... Реагирует не на области, а на процессы в соседних областях.

На стр. 84–85 приведено опять описание Оленекского поднятия и Лено-Хатангской впадины с хаотическим распределением осей сжатия! Почему об этом пишется здесь?

На стр. 86 указано 2 концепции соотношения фундамента и чехла шельфа моря Лаптевых. И указывается, что автором принимается первая концепция (складчатые мезозойские комплексы перекрыты осадочным чехлом верхнемелового-кайнозойского возраста), а в доказательство идет ссылка на разрез 1.3.5, на котором отчетливо "видно, что меловые-нижнекайнозойские отложения смяты в складки и разбиты разрывами, а лишь верхнемиоценовые-четвертичные отложения не нарушены".

Стр. 87. При описании выраженных долинами грабенных бортов их борты неудачно описываются как левые и правые. Далее: указывается, что вдоль террасированных структур в бортах грабен-горстов (вероятно, речь идет о ступенчатых сбросах) происходят сдвиговые деформации северо-восточного простирания (?).

На стр. 89 написано, что новейшими структурами северного окончания Сибирской платформы являются Верхоянский ороген (нет!), Оленекское поднятие (да), кряж Чекановского (вероятно нет).

Не совсем понятно, как автор понимает распределение разрывов от оси спрединга к суше – что значит уменьшение степени разрывообразования при удалении от хребта Гаккеля к прибрежной зоне?

Раздел 4.3 посвящен обоснованию 3-го ЗП. Уже и по некоторым сведениям из предыдущих разделов было ясно, что южные районы территории характеризуются своим напряженным состоянием, не связанным с давлением от гранц плит. В качестве возможных источников избыточных напряжений привлекается концепция остаточных гравитационных напряжений [Rebetsky, 2008]. Обосновывается это положение схемой новейших тектонических напряжений Лено-Оленекского междуречья, составленной по мелкомасштабным топокартам. Главным признаком проявления особого напряженного состояния является радиальный рисунок осей сжатия.

Замечания:

На стр. 93 отмечается, что "в пределах Оленекского поднятия ориентировки осей сжатия I ранга расположены радиально. При этом оси сжатия II ранга характеризуют

разрывы соответствующего ранга и скорее разнонаправлены.

Возникают вопросы: Как различить радиальные и разнонаправленные ориентировки осей сжатия? Как радиальные ориентировки сжатия соотносятся с концепцией преобладающего меридионального сжатия в СВ части Сибирской платформы, вынесенной в Первое защищаемое положение? Или это поле напряжений является дополнительным?

Стр. 93. Далее говорится, что в центральной части Оленекского поднятия характерны поднятия "брахиоморфной" (правильно брахиморфной!) формы (этот факт служит по мнению диссертанта доказательством роста свода), а по западной периферии, где "хорошо выражены коленообразные участки русла... по тектоническим трещинам", определяющие кулисное чередование вытянутых локальных поднятий, выявляются сдвиговые подвижки. Здесь обнаруживается некоторое противоречие (и это отмечает сам автор работы). На основании представления об участках русел как структурах растяжения, вдоль зоны ССВ простирания выявляется правый сдвиг, а по структурному рисунку поднятий читается правый сдвиг. В любом случае речь идет не о локальных, а о региональных полях напряжений.

Четкое изменение характера напряженного состояния на границах структур указывает на их тектоническую природу. Проявление как вертикальных, так и горизонтальных перемещений является свидетельством трансpressивного типа деформаций.

Указанные факты вполне обосновывают **3-е защищаемое положение: Оленекский и Мунский своды развились из-за внутриплатформенных тектонических напряжений и, в свою очередь, являются источниками напряжений для структур обрамления.**

Несмотря на грамматические и вопиющие терминологические ошибки, многочисленные замечания и нестыковки в изложении, работа Н.А. Гордеева, несомненно, является новаторской: построена детальная новейшая схема региона, впервые для региона созданы 3D модели поверхности фундамента, выявлены системы унаследованных и инверсионных новейших структур (хотя эти структуры четко не привязаны к крупным тектоническим структурам!), установлены геодинамические условия формирования региона и составлена схема геодинамики.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию работы в целом.

Следует особо отметить, что автор успешно развивает идеи своего руководителя Лидии Андреевны Сим, продолжая разработку структурно-геологических методов для определения новейших полей напряжений на новом современном уровне.

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

Принимая во внимание вышеизложенное, целесообразно сделать вывод о том, что выполненная под руководством доктора геолого-минералогических наук, ведущего научного сотрудника Лидии Андреевны Сим, диссертационная работа **ГОРДЕЕВА НИКИТЫ АЛЕКСАНДРОВИЧА** на тему «**НЕОТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА СЕВЕРО-ВОСТОКА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**», представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.03 – **Геотектоника и геодинамика**, является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной научной задачи – определение геодинамических условий формирования новейших структур северо-востока Сибирской платформы и влияние на них спрединга хребта Гаккеля, имеющей существенное значение для специальности 25.00.03 – **Геотектоника и геодинамика**, а диссертант заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

доцент кафедры региональной геологии и истории Земли
геологического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
119991, Российская Федерация, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, МГУ имени М. В. Ломоносова.
Сайт МГУ им. М.В. Ломоносова www.msu.ru
e-mail: tvertat@yandex.ru
тел. (915) 162-27-35

 Тверитинова
Татьяна Юрьевна



29 сентября 2021