

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук Чэнь Чжидань
на тему: «Неотектоническая деформация гор Цилиан и её связь с
геодинамикой Тибетского нагорья»
по специальности 1.6.1 – Общая и региональная геология.
Геотектоника и геодинамика

Работа Чэнь Чжиданя посвящена вопросам выявления неотектонической деформации гор Цилиан и установлению характера связи с геодинамикой Тибетского нагорья.

Актуальность работы не вызывает сомнений. Район исследований Автора, горы Цилиан, расположены на северо-востоке Тибетского нагорья, формирование которого вызвано одним из важнейших кайнозойских геологических событий на Земле – коллизией Индостана с Евразией. Формирование гор Цилиан связано с разрастанием Тибетского нагорья вследствие значительного сокращения земной коры, при этом механизм такого сокращения до сих пор остаётся не выясненным. Также остается неясной геодинамическая модель, отражающая характер деформации гор Цилиан. Автор, используя современные методы исследований, рассматривает развитие всего Тибетского нагорья в кайнозое с последующим акцентом на понимание развития области гор Цилиан на новейшем этапе, характере и направленности происходящих здесь геолого-геоморфологических процессов и явлений.

Диссертация содержит 154 страницы, включая введение, 7 глав, заключение и 2 приложения. В работе находится 57 рисунков, 5 таблиц и список литературы, содержащий 155 библиографических ссылок. Результаты исследования сформулированы в 4х защищаемых положениях.

Данная работа построена Автором от общего к частному. От общих закономерностей строения и развития Тибетского нагорья, основанных на переосмыслении большого массива литературных данных, к собственным наблюдениям и решению поставленных задач.

Во вводной I главе изложена базовая информация, необходимая для проведения исследований, главным образом – по литературным данным. Здесь приведены необходимые сведения о геологическом строении и истории формирования региона. Необходимо отметить глубокую проработку материала Автором, которая выражается в тезисном формулировании ключевых аспектов строения и особенностей развития этой сложной коллизионной области, объединенной общим структурным рисунком. При этом Автор привлекает широкий спектр методов – литолого-фациальный и стратиграфический методы для корреляции разрезов различных блоков и межгорных впадин, магнитостратиграфический и термохронологический методы датирования – для обоснования возраста отложений, позволяющего выстроить ключевые этапы деформации и восстановить геодинамику этой сложной в геологическом отношении области.

Во II главе представлены общие сведения по геологии района исследований – его границы и строение: начиная от протерозойского фундамента к палеозойским и мезозойским комплексам, развитым в горах Цилиан и далее – к кайнозойским толщам межгорных впадин и системам разломов. Для кайнозойских разрезов приводятся расчеты изменения скорости осадконакопления во времени, которые позволяют Автору рассчитать время начало подъема гор Цилиан, а привлечение термохронологических данных – подтвердить, что поднятие гор происходит в несколько этапов, с юга на север. Рассмотрены главные группы разломов: взбросовой – запад-северо-западной ориентировки и сдвиговой кинематики – северо-северо-западного простирания, скорости смещения по которым определены геоморфологическими и геодезическими методами. Для объяснения деформации гор Цилиан рассмотрены две ключевые модели,

одна из которых подразумевает решение проблемы пространства при сокращении за счет утолщения земной коры, вторая – за счет отжима материала в латеральном направлении. Привлечение данных GPS позволило Автору оценить современную скорость сокращения земной коры в районе гор Цилиан.

В III главе Автор делает акцент на использованных методах и материалах собственных исследований. Среди методов – структурно-геоморфологический анализ рельефа с применением съемки с БПЛА и созданием цифровой модели рельефа высокой точности, историческое сейсмическое районирование, работа с каталогами современных землетрясений и базами данных GPS, решение фокальных механизмов очагов землетрясений в связи с кинематикой разломов, анализ скоростей и пространственного изменения движений земной коры с определением соответствующих деформаций земной коры на новейшем этапе. Автор представляет результаты полевых исследований на ключевых объектах на западе и востоке гор Цилиан и попутно раскрывает суть используемой методики определения кинематики активных разломов. Здесь же им рассматриваются особенности смещения и деформации речных террас, что, в сочетании с результатами использованных хронологических методов (фотолюминесцентного и космогенного) датирования более 100 образцов, позволяет Автору получить количественные значения о характере и скорости тектонической деформации, начиная с позднечетвертичного времени.

Глава IV посвящена рассмотрению вопросов, связанных с проявлениями новейшей активности района исследования – активным разломам, сейсмичности и скоростям деформации по данным GPS. На основе анализа цифровой модели рельефа и принятой классификации рельефа по крутизне склонов, Автор создает схему гористой местности района работ и получает генерализованные направления простирания хребтов, которые ориентированы перпендикулярно направлению коллизии Индостана и Евразии. Он заключает, что сокращение земной коры, вызванное коллизией,

является непосредственной причиной поднятия гор Цилиан, при этом западная часть гор Цилиан более интенсивно сжата по сравнению с восточной. Для западной части гор характерно преобладание землетрясений с компрессионными параметрами, а в восточной части – землетрясений с параметрами сдвига. Делается вывод, что различия в сейсмической активности указывают на преобладание сжатия в области западных гор и сдвига в области восточных гор. Далее Автор рассматривает распределение активных разломов и скорость движения земной коры в горах Цилиан по данным GPS, которое на западе характеризуется уменьшением величины вектора, без изменения направления, что указывает на общее сокращение земной коры. При этом в восточных горах фиксируется уменьшение длины вектора с изменением направления, что указывает на вращение и движение на восток с рассчитанными скоростями до 5-7 мм/год.

На основе материалов, изложенных в I-IV главах Автором сформулировано и в достаточной степени обосновано **первое защищаемое положение**, которое утверждает, что неотектонические движения гор Цилиан обусловлены деформацией сжатия в северо-восточном направлении на западе и сдвиговой деформацией вдоль пограничных разломов на востоке.

Глава V посвящена углубленному рассмотрению молодых деформаций в *западных* горах Цилиан. По геодезическим наблюдениям скорость сокращения земной коры здесь достигает 5-7 мм/год. Это сокращение сопровождается развитием многочисленных активных разломов со взбросовой кинематикой и структурами сжатия. Автор разделяет западные горы условно на три блока, ограниченные разломами взбросовой и взбросо-сдвиговой кинематики. Собственные исследования в области р. Байан, посвященные изучению литологического состава и амплитудам смещения террас, позволили Автору рассчитать скорость смещения по активным разломам, которая с позднего плейстоцена составляла 0,3-0,7 мм/год и восстановить их кинематику.

Второе защищаемое положение констатирует, что разломы в западных горах Цилиан проявляются в виде взбросов и скорости вертикальных смещений по этим взбросам, начиная с позднего неоплейстоцена, варьируют в пределах 0,3-0,7 мм/год. Защищаемое положение обосновано представленными материалами в Главе V.

Глава VI посвящена детальному рассмотрению особенностей позднечетвертичных деформаций в *восточных* горах Цилиан, в частности – крупному разлому Хайянь с левосдвиговой кинематикой, оперяющим его правым сдвигам и немногочисленным взбросам. Текст насыщен полевыми иллюстрациями. Автор сопоставляет литературные данные по скоростям смещения по разломам и связанной с ними сейсмичности, а также приводит характеристику некоторых особенностей форм рельефа вблизи активных разломов, позволяющих ему реконструировать кинематику, провести датирование и собственный расчет скоростей смещения по разломам – в т.ч. отличающихся в средних частях и на окончаниях разломов.

Результаты исследования, приведенные в Главе VI легли в основу **третьего защищаемого положения**, которое обоснованно констатирует, что средняя часть разлома Хайянь на востоке гор Цилиан характеризуется левосдвиговым смещением со сбросовой компонентой, и скоростями горизонтального смещения до ~4 мм/год и вертикального смещения — до ~0,4 мм/год с позднего неоплейстоцена.

В главе VII проводится обсуждение всех полученных ранее результатов, посвященных неотектонической деформации гор Цилиан. Эти результаты позволили обосновать **четвертое защищаемое положение** о том, что скорости неотектонических деформаций гор Цилиан согласуются с данными о современных тектонических движениях, полученных с помощью GPS, что свидетельствует об их унаследованности.

Таким образом, сделанные выводы и сформулированные защищаемые положения **обоснованы** обширными материалами исследований.

Однако, существует и ряд замечаний. Среди них выделяются смысловые, терминологические и замечания редакционного характера. К первой группе можно отнести изобилие материала, которое, с одной стороны, отвечает теме диссертации и успешно вводит читателя в курс современных проблем, существующих в области континентальной коллизии Тибетского нагорья и возможных вариантов их решения, с другой стороны – представляется несколько избыточным для обоснования защищаемых положений и требует особой организации текста. Например, более четкой артикуляции тех выводов в конце глав, которые далее используются для формулировки защищаемых положений. Последнее в большей мере относится к четвертому защищаемому положению, затрагивающему вопросы унаследованности, рассмотрению которых в тексте можно было бы уделить больше места.

Другой пример замечаний этой группы связан с критериями выбора геодинамических моделей. Автором собран обширный ретроспективный материал и в Главе 1.5 рассмотрено 5 главных моделей формирования Тибетского нагорья. Позднее, в Главе 2.5.3 для гор Цилиан оставлено для рассмотрения только 2 модели, как наиболее соответствующие материалам наблюдения – модели «утолщения земной коры» Молнара (1975) и «экструзии земной коры» Таппонира с коллегами (1975). В то же время, работу бы украсило критическое рассмотрение степени применимости остальных моделей с позиций собственных наблюдений. Например, один из северных разломов (Байнан) в западной части р-на исследований описан Автором в Главе 5.4.3 как пологий (углы до 30°) взброс. Иными словами, разлом этот является надвигом, что позволяет рассмотреть этот факт в качестве возможного свидетельства в пользу модели Дьюи (1973) «увеличения мощности земной коры» (см. Рис. 1.8, б), рассматривающей утолщение земной коры вследствие шарьирования и скучивания тектонических покровов.

Среди редакционных технических замечаний можно отметить, что некоторые обзорные рисунки, такие как региональная стратиграфическая схема кайнозойских отложений, с названиями свит и их корреляцией, не читаются при увеличении. Также, некоторые из используемых терминов, такие как «поглощение» земной коры или «мелкие» морские карбонатные осадки можно истолковать двояко.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационной работы. Проведенное Автором исследование и полученные выводы имеют большое **научное значение, достоверность и новизну.** Автор привлекает обширный новый геолого-геоморфологический фактический материал и использует новые современные методы его обработки. Полученные результаты существенно уточняют характер геологического строения региона.

Работа имеет также большое **практическое** значение. Ее результаты могут быть использованы при составлении геологических карт и для организации прогнозно-поисковых работ, а собранные и систематизированные материалы могут использоваться для различных учебных курсов, посвященных строению и методикам изучения коллизионных областей.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.1 – «Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика» (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Чэнь Чжидань заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.1 – «Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика».

Официальный оппонент:

кандидат геолого-минералогических наук,

старший научный сотрудник

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

«Геологический институт Российской академии наук», Лаборатория

тектоники консолидированной коры

ПОЛЕЩУК Антон Владимирович

подпись

Дата подписания

13.11.2023

Контактные данные:

тел.: 7(9) _____ .ru

Специальность, по которой официальным оппонентом

защищена диссертация: 25.00.01 – Общая и региональная геология

Адрес места работы:

119017, Москва, Пыжевский пер, д. 7

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Геологический

институт Российской академии наук», Лаборатория тектоники

консолидированной коры

Тел.: +7 (495) 951-83-46; e-mail: gin@ginras.ru



Подпись т. *Полещука А.В.*
УДОСТОВЕРЯЕТСЯ
КАНЦЕЛЯРИЯ
Геологического ин-та

23.11

13.11.2023