

**Отзыв официального оппонента**  
**Трифонова Владимира Георгиевича**  
**на диссертацию Деева Евгения Викторовича «Неотектоника и палеосейсмичность**  
**внутригорных впадин северной части Центральной Азии (на примере Горного Алтая**  
**и Северного Тянь-Шаня)» по специальности 23.00.03 – геотектоника и геодинамика**  
**на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук**

**Актуальность** рецензируемой диссертации определяется, прежде всего, необходимостью знания новейшей структуры и сейсмической опасности Горного Алтая и Северного Тянь-Шаня для их хозяйственного развития и обеспечения безопасности населения, существующих и вновь возводимых инженерных сооружений. Немаловажное значение имеет также совершенствование методики подобных исследований для применения её в других тектонически и сейсмически активных регионах.

**Цель** диссертации – путём применения комплекса современных методов исследования определить структуру новейших впадин и сопряжённых зон активных разломов, параметры связанных с ними палеоземлетрясений, проявившихся, в частности, в эпохах травертинообразования. Для достижения этой цели решались следующие **задачи**. (1) Проанализировать структуру новейших впадин и сопряжённых зон активных разломов путём применения геологических, структурно-геоморфологических и геоэлектрических методов. (2) Детально исследовать ранее известные и вновь обнаруженные проявления доисторических голоценовых и позднеплейстоценовых сильных землетрясений, определить их параметры, оценить магнитуды и периоды повторяемости в зонах активных разломов путём применения методов палео- и археосейсмологии. (3) Выявить структурную взаимосвязь полей позднечетвертичных травертинов и зон активных разломов, временную корреляцию эпох травертинообразования и сильных землетрясений.

**Объектами** исследований явились внутригорные впадины и зоны активных разломов Горного Алтая и Иссык-Кульская впадина Северного Тянь-Шаня с её активными обрамлениями. **Предмет исследований** детально и всесторонне охарактеризован в диссертации. Её объём – 450 с., включая 275 высококачественных иллюстраций (карты, разрезы, графики), 12 таблиц и список цитируемой литературы из 561 наименования. Диссертация состоит из «Введения», 5 глав и «Заключения».

Во «Введении» содержатся все необходимые атрибуты этого раздела. Приведены четыре защищаемых положения, отмечены научная новизна, теоретическая, методическая и практическая значимость диссертации и личный вклад автора.

Глава 1 описывает методику исследований. Её главное достоинство – комплексное применение традиционных и передовых методов исследования на уровне лучших мировых стандартов. При изучении структуры внутригорных впадин Горного Алтая геологические и структурно-геоморфологические методы комбинируются с геоэлектрическими: вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ), электромагнитных исследований становлением поля в ближней зоне (ЗС) и электротомографии до глубин ~100 м. Для выявления и параметризации палеоземлетрясений широко использовался тренчинг активных разломов. При изучении траншей стратиграфический, литологический и структурно-геологический методы комбинируются с датированием выделенных подразделений методами ОСЛ и  $^{14}\text{C}$ . Важную роль в оценке сейсмического потенциала активных зон сыграло изучение вторичных сейсмогенных деформаций (сейсмитов) и археосейсмических проявлений. Новаторской явилась методика определения приуроченности позднечетвертичных травертинов к зонам активных разломов и корреляция эпох травертинообразования с сильными палеоземлетрясениями. В изучении травертинов, помимо структурно-геологических, использованы методы корреляции травертинов с карбонатными отложениями фундамента, радиоизотопной характеристики травертинов и определения их возраста методами  $^{14}\text{C}$  и U/Th датирования.

В главе 2 охарактеризованы структура Чуйской, Курайской и Уймонской кайнозойских впадин Горного Алтая и Иссык-Кульской впадины Северного Тянь-Шаня и их активные разломные ограничения. В этих впадинах ранее проведёнными геологическими исследованиями выделены нижняя палеоген-неогеновая моласса, относительно тонкообломочная и частично отлагавшаяся в озёрных условиях, и верхняя четвертичная моласса, грубообломочная и отлагавшаяся за счёт разрушения интенсивно поднимавшихся соседних горных хребтов при участии гляциального фактора. Выполненные при решающем участии диссертанта геоэлектрические исследования впадин Горного Алтая показали, что нижняя моласса характеризуется в целом низким электросопротивлением, а палеозойский фундамент впадин и верхняя моласса – высоким. Это позволило автору выявить внутреннюю структуру впадин и впервые оценить глубину Уймонской впадины. В итоге выполненных исследований автор приходит к выводу, что нижняя моласса формировалась в условиях растяжения и трансенсии впадин, а верхняя моласса – в условиях их горизонтального сжатия и транспрессии.

Главы 3 и 4 наибольшие по объёму и посвящены выявлению свидетельств сильных палеоземлетрясений и их параметризации, соответственно, в Горном Алтае (глава 3) и

краевых частях Иссык-Кульской впадины (глава 4). Эти детальные, всесторонние и обильно иллюстрированные описания убеждают в достоверности полученных результатов и существенно пополняют наши знания о сейсмотектонике и палеосейсмичности указанных регионов, уточнив параметры и расширив возрастной диапазон сейсмической летописи. В Горном Алтае наиболее важным и новым является выделение и обоснование трёх разломных зон палеоземлетрясений: Курайской (вдоль СВ бортов Курайской и Чуйской впадин) с магнитудами  $M_w=6.7-7.5$ , Южно-Теректинской (вдоль северного борта Уймонской впадины) с магнитудами  $M_w=7.0-7.7$  и Котунской с магнитудами  $M_w=7.2-7.6$ . В Северном Прииссыккулье определено положение эпицентральных областей трёх палеоземлетрясений, связанных с зонами Аксуйского ( $M_w=6.3-6.7$ ) и Культорского ( $M_w=6.8-7.3$ ) палеоземлетрясений. Впервые выявлены палеоземлетрясения, связанные с активными разломами Южного ( $M_w=6.5-7.3$ ) и Западного ( $M_w=6.2-7.6$ ) Прииссыккуля.

Важную роль в оценке палеосейсмичности Горного Алтая и особенно Прииссыккуля сыграли изучение сейсмиков и археосейсмологические исследования. Показано морфологическое разнообразие сейсмиков и способы отличить их в конкретных ситуациях от экзогенных деформаций, связанных с особенностями седиментации и диагенеза осадков. Выявлены, в частности, экзогенные деформации, например, подводные оползни, для которых землетрясения были триггерами. Среди проявлений археосейсмичности обнаружены редкие первичные и более частые вторичные сейсмогенные деформации древних сооружений. Для Горного Алтая такие работы были новаторскими.

В главе 4 рассмотрены позднечетвертичные травертины Курайской активной зоны разломов Горного Алтая. Установлены их приуроченность к этой активной зоне и высокая положительная корреляция возраста травертинов и сильных палеоземлетрясений. Предлагается убедительная модель, согласно которой подземные воды насыщаются углекислотой за счёт карбонатных пород фундамента. Поступление этих вод на поверхность блокируется многолетней мерзлотой, но в зонах активных разломов из-за повышенного теплового потока мерзлота разрушается, а разрывы при сильных землетрясениях облегчают подъём карбонатных вод и седиментацию травертинов. Таким образом, травертины оказываются индикаторами активных разломов, а возраст травертинов указывает на возраст близкорасположенного сильного землетрясения.

На основе представленных исследований сформулированы четыре защищаемых положения. Положения 2, 3 и 4, относящиеся к сейсмической активности разломов, палео-

и археосейсмичности и травертинам, обоснованы надёжно и убедительно. Первое защищаемое положение, формулирующее результаты неотектонического изучения внутригорных впадин, вызывает два замечания.

1. Первую фразу защищаемого положения 1 можно понять таким образом, что разделение разреза впадин Горного Алтая на нижнюю низкоомную и верхнюю высокоомную части позволило выделить нижнюю и верхнюю молассы, сформированные в разных геодинамических условиях. На самом деле, разделение на нижнюю и верхнюю молассы было сделано прежде по геологическим данным, а выполненные автором геоэлектрические исследования позволили обособить нижнюю низкоомную и верхнюю высокоомную молассы на прежде недоступных для наблюдения уровнях и, тем самым, определить внутреннюю структуру впадин. Рассматриваю этот недочёт автора как неудачную формулировку важного полученного результата.
2. Более серьёзное замечание относится к оценке автором геодинамических условий развития впадин. Он заявляет, что палеоген-неогеновое тонкообломочное озёрное заполнение впадин Горного Алтая (формирование нижней молассы) происходило в условиях растяжения, и лишь в четвертичную фазу впадины «трансформировались в рамповые и полурамповые бассейны», развивающиеся в условиях горизонтального сжатия или транспрессии. Далее утверждается, что «Иссык-Кульская впадина имеет сходную историю развития». Растяжение на палеоген-неогеновой стадии развития впадин Горного Алтая диссертант обосновывает преобладающим озёрным осадконакоплением и тем, что в некоторых впадинах наиболее прогнутые области находятся в краевых частях (с. 141), а в отложениях карачумской (палеоген) и кошагачской (олигоцен – ранний миоцен) свит Чуйской впадины обнаружены сбросы (с. 87). Сжатие или транспрессия на четвертичной стадии развития впадин несомненны, но растяжение на более ранней стадии вызывает возражение. Во-первых, озёрное осадконакопление может происходить также во впадинах, развивающихся в условиях сжатия или транспрессии (пример – Севанская впадина в Армении). Во-вторых, наибольшее опускание в краевых частях характерно далеко не для всех впадин растяжения и, вместе с тем, может быть и в краевых частях впадин сжатия, например, в передовых прогибах. Наконец, присутствие сбросов в отдельных частях Чуйской впадины, если и отражает локальное растяжение, едва

ли может служить основанием для утверждения о растяжении всех впадин на палеоген-неогеновой стадии. Что же касается Центрального Тянь-Шаня, то в Иссык-Кульской впадине не обнаружено признаков растяжения на позднепалеоген-неогеновой стадии развития. В других впадинах Центрального Тянь-Шаня – на юге Чуйской впадины (Миколайчук и др., 2003; Трифионов и др., 2008), на юге Тогуз-Тороузской впадины (Шульц, 1948) и в Минкуш-Кёкёмеренском рампе (Бачманов и др., 2008), описаны надвиги и принадвиговые складки в нижней молассе, несогласно перекрытые отложениями верхней молассы, что указывает на сжатие в позднем палеогене и неогене.

Прочие замечания сугубо второстепенны.

3. Трудно представить взаимное расположение описанных в диссертации новейших впадин и зон активных разломов Горного Алтая без карты, на которой все они были бы показаны. Такая же карта с географическими названиями, упоминаемыми в тексте, нужна для зоны Аксуйского разлома Северного Прииссыккуля. Без неё неясно взаимоположение Аксуйского, Чон-Аксуйского и Кичик-Аксуйского сегментов.
4. На с. 136 утверждается, что «верхняя возрастная граница киргизской свиты может подниматься до 1.8 млн. лет (Додонов, 2002)». Это ошибка. Речь идёт о верхней границе иссыккульской свиты.
5. На рис. 4.18 направление на север не соответствует описанию в тексте.
6. На с. 292 шарпылдакская свита отнесена к плиоцену – нижнему плейстоцену. Согласно современному хроно-стратиграфическому делению, которое признаёт диссертант ([www.stratigraphy.org](http://www.stratigraphy.org)), она целиком принадлежит нижнему плейстоцену.

Итак, диссертация представляет собой оригинальное законченное фундаментальное исследование, в котором уточнена структура внутригорных впадин Горного Алтая, в частности, впервые определена мощность чехла Уймонской впадины; выделены три зоны сильных палеоземлетрясений, оценены их магнитуды и возраст; в Прииссыккулье также определены очаговые зоны сильных палеоземлетрясений, оценены их магнитуды и возраст, причём для южного Прииссыккуля это сделано впервые. Защищаемые положения, кроме части положения 1, надёжно обоснованы и представляются вполне достоверными. Приведенные замечания не снижают общей высокой оценки работы.

Полученные результаты имеют теоретическое, методическое и практическое значение. Теоретически важным является вклад автора в познание новейшей структуры и современной геодинамики межгорных впадин Центральной Азии. Важное методическое значение имеет применение геоэлектрических методов при расшифровке строения межгорных впадин и комплексное использование разных методов при выявлении и параметризации палеоземлетрясений. Особо отмечу использование методов археосейсмологии, новаторских для Горного Алтая, углублённого анализа сейсмитов, результаты которого могут быть использованы в разных подвижных поясах, и изучения травертинов для выявления активных разломов и определения возраста сильных палеоземлетрясений, где Е.В. Деев является одним из мировых пионеров. Наконец, практическая значимость выполненного исследования состоит в существенном временном углублении каталога землетрясений Горного Алтая и Северного Тянь-Шаня обнаруженными и параметризованными проявлениями палео- и археосейсмичности. Таким образом, в диссертации решена научная проблема расширения и детализации каталога землетрясений для уточнения сейсмического режима и оценки сейсмической опасности указанных регионов. Автореферат отражает содержание диссертации, а изложенные в ней научные результаты полно представлены в многочисленных публикациях автора в рецензируемых журналах перечня ВАК.

Диссертация соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении учёных степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для учёной степени доктора наук, а её автор Е.В. Деев достоин присуждения учёной степени доктора геолого-минералогических наук.

#### Официальный оппонент

главный научный сотрудник  
ФГБУН Геологического института РАН  
доктор геолого-минералогических наук, профессор,  
лауреат Государственной премии РФ

Владимир Георгиевич Трифонов

119002 Москва, ул. Смоленский бульвар, д. 22/14, кв. 148

02 марта 2019 года

Подпись В. Г. Трифонов  
УДОСТОВЕРЯЕТСЯ  
КАНЦЕЛЯРИЯ ГИИ РАН



Зав. канцелярией:  
И. В. Толмачёва<sup>6</sup>