

**Отзыв официального оппонента
на диссертацию Ларькова Александра Сергеевича «Деформации
новейшего рельефа в эпицентральных зонах изученных
землетрясений» по специальности 25.00.03 – «Геотектоника и
геодинамика» на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук**

Целью диссертации А.С. Ларькова является исследование деформаций современного рельефа в эпицентральных областях сильных и умеренных инструментально зарегистрированных землетрясений и палеоземлетрясений в различных неотектонических провинциях России и соседних стран, выявление связи землетрясений с зонами активных разломов и другими элементами активной тектоники и следов землетрясений на земной поверхности как признаков той или иной интенсивности сотрясений. Для достижения указанной цели диссертации автором решались следующие **задачи**: (1) выявление, картирование и анализ нарушений рельефа в эпицентральных зонах землетрясений; (2) морфотектонический анализ проявлений землетрясений разной силы на земной поверхности в разных сеймотектонических и геоморфологических условиях; (3) привлечение данных, полученных археосейсмологическими и геофизическими методами, для характеристики сейсмических событий. Такое исследование важно для долговременной оценки сейсмической опасности (сейсмического районирования), а именно, для расширения каталога землетрясений за счет палеосейсмических событий, уточнения положения линейных зон ВОЗ, определения их сейсмического потенциала (возможной M_{max} и повторяемости событий), уточнения параметров очаговых зон и сотрясаемости путем оценки природных эффектов землетрясения (первичных и вторичных деформаций) на поверхности Земли. Усовершенствование автором в ходе работы примененных методов исследования важно для аналогичных работ в других регионах, особенно труднодоступных и слабо изученных в сейсмическом отношении. Все изложенное определяет **актуальность** диссертационной работы.

В качестве **объектов исследования** выбраны эпицентральные зоны землетрясений и сейсмоактивные тектонические зоны, представляющие регионы, различные в неотектоническом и ландшафтном отношении – области альпийской складчатости Керченского п-ва и эпицентральной зоны Рачинского землетрясения 1991 г., активизированные в новейшее время области палеозойской складчатости зоны Кобдинского разлома Монгольского Алтая и эпицентральной зоны Сковородинского землетрясения 2011 г., части докембрийской Восточно-Европейской платформы вблизи г. Калининграда (землетрясение 2004 г.). Автор участвовал в полевых работах, проводившихся на всех перечисленных объектах.

Диссертация состоит из «Введения», четырех глав и «Заключения». Глава 1

посвящена методике исследований. Описан метод морфоструктурного анализа, основанный на соответствии рельефа развивающимся структурным формам и позволяющий выделить эти формы и разделяющие их активные разломы, к которым чаще всего приурочены очаги землетрясений. Рассмотрены археосейсмологические методы. Большое внимание уделено геологической оценке сейсмических сотрясений по шкале INQUA EEE, позволяющей нередко восполнить недостаток инструментальных и макросейсмических данных об эпицентральных зонах.

В главе 2 изложены результаты изучения деформаций новейшего рельефа в эпицентральных зонах сильнейшего палеоземлетрясения (предположительно 1761 г.) в зоне Кобдинского разлома Монгольского Алтая и Калининградских землетрясений 2004 г. ($M_w = 4.6$ и 4.8). Геоморфологические исследования и тренчинг в южной части сейсмодислокации Ар-Хутэл, связанной с указанным палеоземлетрясением, обосновывают активность Кобдинского разлома в течение всего голоцена и проявления в течение последних 7200 лет, по меньшей мере, еще четырех событий, сходных по силе с последним сильнейшим землетрясением. Исследования в Прегольской зоне разломов в окрестностях г. Калининграда и на Самбийском п-ве к северо-западу от него выявили пологие голоценовые складки и флексуры, выраженные слабыми деформациями покровных суглинков, перехватами гидросети, изгибами речных долин и голоценовых террас. Изучение Прегольской зоны показало, что эти деформации отражают разрывы в нижнепалеозойских отложениях.

В главе 3 описаны результаты макросейсмических исследований деформаций молодого рельефа при землетрясениях с целью уточнения положения их очагов. В районе Сковородинского землетрясения 2011 г. ($M_s = 6.1$) изучение таких деформаций позволило построить высшие изосейсты, которые дополняют традиционные макросейсмические и инструментальные наблюдения и удовлетворительно согласуются с ними. В восточной части эпицентральной области Рачинского землетрясения 1991 г. с магнитудой 7–7.2 выявлены вторичные следы (оползни, обвалы и каменные лавины) более ранних сейсмических катастроф, последняя из которых имела место 1100–1600 лет назад. Обособлен Гудисидонский сегмент Рача-Джавской сеймотектонической зоны с взбросо-сдвиговым типом смещений, где произошло Джавское землетрясение 1991 г. ($M = 6.2$), а предшествовавшее сильное событие имело место около 600 лет назад.

В главе 4 приведены результаты изучения деформаций новейшего рельефа Керченского п-ва и строения активных разломов по результатам тренчинга и геоморфологических наблюдений. Показано, что рельеф отражают молодые деформации складчатых структур, связанные с зонами активных разломов, к которым приурочены очаги сильных палеоземлетрясений. Составлена карта активных разломов. Описаны молодые смещения и деформации вдоль

расположенных на суше фрагментов зоны Южно-Азовского разлома, протяженного субширотного Парпачского разлома в центре полуострова, Тобечикского разлома северо-западного простираия и Южно-Керченского разлома северо-восточного простираия на юго-востоке полуострова. Систематизированы проявления сейсмических воздействий на археологические объекты.

Представленные в диссертации результаты исследований **обоснованы** грамотно изложенными фактическими данными, многочисленными картами, разрезами и фотографиями. Фактические данные содержат значительный элемент **новизны**. Предложен ряд новых решений в поисках потенциальных очагов сильных землетрясений с оценкой их параметров. Новым и методически полезным является обоснование хорошей сходимости положения очага и карты изосейст Сковородинского землетрясения 2011 г., построенных путем анализа деформации рельефа, с данными традиционной макросейсмике и сейсмологических наблюдений. Результаты исследования автора расширяют применимость использования структурно-геоморфологических методов для выявления активных и потенциально сейсмогенерирующих зон разломов, оценки сейсмических воздействий по деформациям рельефа земной поверхности, что является вкладом в оценку сейсмической опасности, повышающим надежность сейсмического районирования.

Выполненные исследования стали основой для трех защищаемых положений:

- 1) В очаговых зонах сильных и сильнейших землетрясений в подвижных поясах и на платформах наблюдаются как существенные однотипные тектонические деформации новейшего рельефа, но различающиеся как по своим масштабам в зависимости от магнитуды, так и по характерным структурным особенностям, типичным для данной геодинамической обстановки.
- 2) В условиях малонаселенной и труднодоступной местности удастся закартировать изосейсты высших баллов сильных современных и палеоземлетрясений путем оконтуривания зон распространения их первичных и вторичных сейсмодислокаций.
- 3) В сейсмоактивных поясах строение, современные очертания и границы основных морфоструктурных элементов определяются зонами крупнейших новейших разломов, которые генерировали очаги сильных землетрясений на протяжении голоцена, что впервые доказано датированием палеосейсмодислокаций в зонах ряда активных наземных разломов Керченского п-ова.

Защищаемые положения обоснованы в диссертации, и их существо не вызывает возражений.

Вместе с тем, к диссертации имеются следующие замечания.

1. Хотя защищаемые положения не вызывают возражений по существу, к форме изложения первого и третьего положений есть замечания редакционного характера. Первое защищаемое положение нечетко формулирует отличия деформаций рельефа в подвижных

поясах и на платформах. Вместо невинного выражения «по характерным структурным особенностям, типичным для данной геодинамической обстановки» следовало бы написать «по тому, что деформации на платформах существенно меньше по амплитуде и слабее выражены в рельефе, чем в подвижных поясах». В третьем защищаемом положении автор, по-видимому, имел в виду, что он впервые доказал, что на Керченском п-ве крупные новейшие разломы генерировали очаги сильных голоценовых землетрясений. Однако в нынешней редакции это положение можно понять как заявление, что на примере Керченского п-ва автор впервые доказал, что крупные новейшие разломы сейсмоактивных поясов генерируют очаги сильных голоценовых землетрясений. Такое утверждение неверно, поскольку приуроченность очагов землетрясений к зонам активных разломов – одно из утвердившихся положений сейсмотектоники, а И.Е. Губин получил патент на открытие этого многие десятилетия назад.

2. К с. 9–12. В главе 1 «Методы исследования» среди методов, использованных автором, отсутствует тренчинг, хотя в последующих главах приведены многочисленные примеры его применения.
3. К с. 16. При описании сегмента Ар-Хутэл Кобдинского разлома Монгольского Алтая автор упустил из вида работы (Хилько и др., 1978; Трифонов, 1985), где в числе прочего описано смещение древнего могильника на 4 м при последнем сильном землетрясении.
4. К с. 25. Соседняя с Калининградской областью часть Польши принадлежит не молодой (эпипалеозойской) Западно-Европейской плите, а Восточно-Европейской докембрийской платформе (Русской плите).
5. На рис. 4 (с. 26) и/или рис. 5 (с. 28) следовало бы показать эпицентр Калининградского землетрясения 2004 г. Без этого так и осталось неясным, с какими именно активизированными в голоцене элементами фанерозойской структуры может быть связано землетрясение.
6. На рис. 18 (с. 53) надо было бы показать палеосейсмодислокации, коль скоро именно так рисунок называется.
7. К рис. 22 (с. 60). Едва ли следует относить разрыв северо-восточного простирания западнее оз. Чокрак к субширотному Южно-Азовскому разлому. Это опережающий разрыв.
8. К с. 62. Южно-Азовский разлом – не «региональная граница Крымско-Кавказской гряды и Индоло-Кубанского прогиба», а граница между двумя частями этого прогиба – продолжающей опускаться и вовлеченной в новейшее складкообразование (Керченско-Таманская складчатая зона). Последняя расположена севернее продолжения Горного Крыма и Северо-Западного Кавказа.
9. К рис. 23 (с. 63). Не нашел рис. 23а.
10. К с. 75. Приводимые архео-сейсмологические данные оторваны от конкретного описания активных разломов и новейших структурных форм Керченского п-ва. Не все типы разрушения археологических объектов, приводимые автором как сейсмогенные,

определенно связаны с сейсмическими воздействиями. Так, обрушения строительных конструкций могут считаться сейсмогенными, если они однонаправлены на многих сооружениях изучаемого памятника. Провисания замковых камней арок и сквозные трещины на всю глубину стены могут возникать и без землетрясений.

Приведенные замечания снижают качество диссертации, но являются второстепенными и не затрагивают существа выполненного исследования и защищаемых положений.

Итак, диссертация Ларькова Александра Сергеевича представляет собой законченное исследование, характеризующееся внутренним единством. Она выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и содержит решение задачи выявления в эпицентральных областях сильных и умеренных землетрясений деформаций современного рельефа, указывающих на связь очагов землетрясений с зонами активных разломов и позволяющих оценить интенсивность сейсмических сотрясений, что имеет важное значение для совершенствования оценки сейсмической опасности территорий, различающихся геологическим строением и современной тектонической активностью. Содержание диссертации полно отражено в автореферате и представлено в многочисленных публикациях автора в рецензируемых журналах, указанных в перечне ВАК.

Таким образом, 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 кандидата наук, а её автор А.С. Ларьков достоин присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук.

Официальный оппонент

*Главный научный сотрудник Лаборатории
неотектоники и современной геодинамики*

*Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Геологического института Российской Академии наук
доктор геолого-минералогических наук*



Владимир Георгиевич Трифонов

119017, Москва, Пыжевский пер, д.7, стр. 1

E-mail: trifonov@ginras.ru

Раб. тел.: +7 (495) 953-93-18

Я, Трифонов Владимир Георгиевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

«4» марта 2020 года

