

ОТЗЫВ официального оппонента

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

Общая характеристика работы. Диссертация А.С. Ларькова направлена на изучение деформаций новейшего рельефа (морфоструктур и сейсмодислокаций) эпицентральных зон землетрясений в стабильных и подвижных регионах с целью выработки надежных подходов изучения и прогноза сейсмической опасности. *Методологической основой* исследований является представление о развитии структур, приводящих к накоплению сейсмогенных напряжений в разломах, и образованию землетрясений. Изучение следов землетрясений, направленное вглубь времен (данные археосейсмологии и исторической сейсмологии), включая пополнение сейсмостатистики, по мнению автора, позволяет выработать надежные подходы в оценке сейсмической опасности независимо от геолого-геоморфологических условий территории. *Сейсмическая опасность* определяется вероятностью достижения некоторого уровня сейсмических воздействий, исходящих от дислокаций, и заданного периода их повторяемости.

Содержание работы. Диссертация, изложенная на 91 странице, состоит из Введения и 4-х глав, Заключение и списка литературы (103 наименования), 34 рисунков и таблицы.

Введение включает перечень обычных для диссертаций ключевых разделов: актуальность, объекты и цель исследований, защищаемые положения, новизну и др. разделы. К ним замечаний нет.

Глава 1 посвящена методам исследований эпицентральных зон сильных землетрясений. Методы направлены на изучение морфоструктур и сейсмодислокаций с целью оценки уровня сейсмического воздействия на территорию хозяйственной деятельности. Примененный набор методов не вызывает у меня сомнений относительно их адекватности для решения поставленных задач. В *качестве рекомендации* отмечу, что для оценки сейсмической опасности важны не только сейсмодислокации и др. данные, но и оценка позиции эпицентральной зоны сильного землетрясения относительно общих сил, напряжений и деформаций, действующих в регионе.

Диссертационную работу можно разделить на две части. Одна часть (главы 2 и 4) посвящена морфоструктурным исследованиям эпицентральных зон. В дру-

гой части (глава 3) приведены макросейсмические исследования с целью локализации очагов землетрясений.

1. Во 2-й и 4-й главах рассматриваются эпицентральные зоны трех землетрясений: 1) провинции Ховд, 2) районов Калининграда и 3) Керченского п-ва.

1) Землетрясения провинции Ховд произошли в восточном склоне Монголо-Алтайского новейшего поднятия в районе Великого Монгольского землетрясения 1761 г. Автор указывает на недостаточность сейсмологических данных, на основании которых можно было бы сделать вывод о среднем периоде повторяемости землетрясений. Для решения проблемы в эпицентральной зоне землетрясений были проведены палеосейсмологические исследования методом «тренинга». В приразломных валах сейсмодислокации Ар-Хутэл пройдены десятки траншей и шурфов. На основании этих и др. данных сделан вывод о возможном возникновении в разломе Ховд (Ковд) в ближайшие годы нового сильного землетрясения.

Замечание. К сожалению, в работе не рассмотрена позиция землетрясений провинции Ховд относительно современных структурно-геодинамических условий. В этой связи не рассматриваются причины появления относительно короткого сейсморазрыва Ар-Хутэл (участок красного цвета на рис. 1, с. 16) в центральной части очень протяженного Кобдинского (Ховд) разлома. Неясно, почему сейсмогенной является только центральная часть этого разлома, а не весь разлом, показанный на рис. 1 черной линией?

2) Район платформенного Калининградского землетрясения 2004 г., расположенного в широкой полосе сочленения Фенноскандинавского щита и Балтийской синеклизы, является недооцененным в аспекте сейсмической опасности. А именно: неясны связи тектоники и гляциоизостазии, нет оценки соотношения разновозрастных структур, не установлены сильные землетрясения и т.п. По автору, главная причина — несовершенство методологии сеймотектонических исследований платформенных землетрясений.

Среди большого числа разломов, локализованных в каледонском структурном этаже, активизированным является только Прегольская зона. К ней тяготеют антиклинали, флексуры и уступы в осадочном чехле, которые ярко выражены в дочетвертичной поверхности, неоген-четвертичных отложениях и литориновой морской террасе. По автору деформации малых форм рельефа указывают на активизацию разлома.

Два замечания:

а) Автор диссертации правильно подметил, что в каледонском этаже

много разломов (рис. 5), а от себя добавлю, что в кристаллическом фундаменте их еще больше и они не внутрiformационные, но активизированным из них является только один — Прегольский. Это требует объяснения в аспекте причин появления очагов землетрясений на очень древней платформе.

б) Район землетрясения находится в области неоднократных покровных средне и позднечетвертичных оледенений, оставивших после себя конечные моренные валы и гляциодислокации. Поэтому выраженность Прегольской зоны разломов в рыхлых отложениях в виде складчатых деформаций вызывает сомнение (с. 29). На это указывает зарисовка так называемой «диапировой складки» — над ней подошва позднечетвертичной морены лежит ровно (рис. 6), а сами складки являются узкими и асимметричными. С моей точки зрения, это больше похоже на гляциодислокацию, чем на диапир.

3) Район Керченского п-ва (глава 4) относится к Керченско-Таманскому прогибу Альпийского горно-складчатого пояса. В главе рассматриваются новейшие отложения и их нарушения: грязевые вулканы, диапиры и дисгармоничные складки. Детально охарактеризованы активные разломы, над которыми отмечены валы сжатия, изменение строения лессов, смещение современной почвы и т.п. Активность разломов подтверждена археосейсмологическими данными: наклонами, выдвиганиями, трещинами и проч. деформациями древних конструкций. Разломы являются причиной резкого затопления суши. Автором сделан вывод — активные разломы являлись источниками сильных позднеголоценовых землетрясений.

Замечание. Для района Керчи отмечена конформность, а для района Калининграда дисконформность (несоответствие) разновозрастных структур. В первом случае — местность с сильными землетрясениями, во втором — без сильных землетрясений или они не установлены. Казалось бы, там, где отмечена дисконформность, должна иметь место концентрация высоких напряжений в земной коре, но получается все наоборот. Автору следует пояснить, что означают эти понятия в аспекте сейсмической активности.

2. Глава 3 посвящена макросейсмическим исследованиям Сковородинского и Рачинского землетрясений с целью локализации очагов. Первое произошло в Монголо-Охотской складчатой зоне, локализованной между Алданским и Амурским блоками. Второе — в южном склоне новейшего поднятия Бол. Кавказа.

В ближних эпицентральных зонах сейсмические эффекты изучены в населенных пунктах (шкала МСК-64) и в геолого-геоморфологической среде (шкала ESI 2007). В основе исследований лежит представление о связи следов земле-

трясений с сейсмогенными разломами при неоднократном повторении событий в одном и том же месте. Автором работы сделаны выводы о хорошем дополнении макросейсмических данных сейсмологическими, типы сейсмодислокаций определяются геологическим строением, грунтовыми условиями и типом рельефа.

Замечание. Автором верно замечено, что сейсмический эффект зависит от геолого-геоморфологических условий территории, на которой произошло землетрясение. В то же время очень мало информации о геологическом и геоморфологическом строении района Сковородинского землетрясения.

Заключение. Александр Сергеевич Ларьков справедливо отмечает, что сейсмодислокации в стабильных и подвижных регионах однотипны, а их выразительность (амплитуда, объемы и типы) зависит от геолого-геоморфологических условий территорий. Над активными разломами с очагами землетрясений нарушения выражаются в виде линейных поднятий и опусканий, флексур и ступеней, нарушающих малые формы рельефа. Первичные дислокации имеют разный морфолого-кинематический тип, однако их выразительность затушевывается неоднородностью реологических свойств перекрывающих их пород. Вторичные дислокации позволяет достаточно точно оконтурить очаговую зону, сопоставимую с инструментальными данными, и оценить сейсмическую опасность. Изучение деформаций новейшего рельефа рассматривается в качестве перспективного, особенно для регионов с низкой плотностью сейсморегистрирующих станций.

Таким образом, заканчивая разбор работы, мои замечания не снижают и не изменяют общей положительной оценки диссертации. На мой взгляд, диссертантом проведена большая работа, результаты которой имеют научное и прикладное значение. Исследования поддерживаются грантами РФФИ. По теме диссертации опубликовано 19 статей, рекомендованных ВАК РФ, часть из которых включена в международные базы цитирования. Общее число публикаций — 29 наименований. Результаты работ докладывались на различного рода конференциях.

Автореферат информативен и адекватно отражает содержание диссертации. Защищаемые положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются апробированными, обоснованными и достоверными.

Диссертация Ларькова Александра Сергеевича выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и содержит решение задачи, связанной с оценкой сейсмической опасности территорий, подверженной хозяйственной деятельности. Суть работы отражена в защищаемых положениях, которые обоснованы на добротном фактическом материале.

Считаю, что 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 по специальности 25.00.03 – Геотектоника и геодинамика.

Официальный оппонент

Исполняющий обязанности заведующий лабораторией Эндогенной геодинамики и неотектоники
главный научный сотрудник
Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева
Российской академии наук
доктор геолого-минералогических наук

 Владимир Михайлович Макеев

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт геоэкологии
им. Е.М. Сергеева Российской академии наук (ИГЭ РАН).
101000, Москва, Уланский пер. 13, стр. 2, а/я 145.
Телефоны 8 (495) 607-4614 (раб.) +7 (906) 781-3718 (моб.)
e-mail vmakeev@mail.ru

« 10 » марта 2020 года

Я согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись Владимира Михайловича Макеева заверяю

подписи <u>Макеева В.М.</u>
Заверяю: начальник отдела кадров ИГЭ РАН <u>Фомина В.А.</u>
« <u>10</u> » <u>03</u> 20 <u>20</u> г.

