

УТВЕРЖДАЮ директор Института
геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН

докт. геол.-мин. наук профессор

Е.А. Вознесенский

5 апреля 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Стрельникова Андрея Андреевича «Параметризация палео- и исторических землетрясений Иссык-Кульской впадины, Северный Тянь-Шань», на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.03 – геотектоника и геодинамика

Актуальность диссертационной работы Андрея Андреевича Стрельникова определяется необходимостью оценки роли предгорных активных разломов (адыров) в распределении очагов палео- и исторических землетрясений в связи с уточнением сейсмической опасности региона Иссык-Кульской впадины Северного Тянь-Шаня. Основой исследований являются методы палео- и археосейсмологии, дистанционные методы дешифрирования космо- и аэрофотоснимков, в т.ч. съемок помощью квадрокоптера (dji phantom 3 professional) и космоснимков QuickBird, доступных в пакете GoogleEarth. Исследования нацелены на параметризацию землетрясений: определение строения сейсмодислокаций и оценку их возраста и силы.

Наличие современной системы мониторинга и регистрации сейсмических событий не обеспечивает в достаточной мере оценку периодизации землетрясений и, особенно, высокомагнитудных для расчета возможного физического и экономического ущерба на застроенной и развивающейся в хозяйственном отношении территории. В исследуемом регионе расширяются строительство населенных пунктов, курортных зон и прогрессирует сельскохозяйственная деятельность. Особую опасность представляет хвостохранилище радиоактивных (урановых) отходов в прибрежной зоне оз. Иссык-Куль,

которое может быть разрушено в связи с интенсивными геологическими процессами.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения. Кол-во страниц 167, рисунков 66, таблиц 3 и формул 2. Список литературы содержит 177 источников.

Во введении обоснована актуальность исследований, сформулированы цели, задачи и защищаемые положения, а также научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследований и проч. разделы, являющиеся общими для диссертаций.

Первая глава посвящена обзорам геологического строения Иссык-Кульского региона, исследований по сейсмичности и обоснованию примененных автором методов. В геологическом развитии выделяются донеотектонический платформенный (позднемеловой-олигоценый) и неотектонический ранний и позднеорогенный (позднеплиоцен-четвертичный) этапы. С позднеорогенными движениями связывается образование контрастного современного рельефа – высокогорных хребтов и впадин. Дифференцированные движения с амплитудой до 7.5 км вызывают образование разломов и связанных с ними сильнейших землетрясений ($M \geq 8$), которые являются предметом изучения самыми разными методами (Archaeoseism..., 1996; А.М. Корженков, 2006; Палеосейсм..., 2011).

Вторая глава посвящена сильным историческим и палеоземлетрясениям позднеплейстоценового и голоценового возраста на территории северного предгорья Иссык-Кульской впадины. Отмечается, что катастрофические события приурочены к Культорскому и Краевому Аксуйскому разломам. На основе палео- и археосейсмологических исследований уступов (скарпов), мегалитических и подводных построек, траншей и шурфов с отбором проб на радиоуглеродный анализ установлено, что 3–5 катастрофических событий происходит за 1000–1500 лет, а затишье может продолжаться в течение 2000 лет.

Третья глава связана с изучением асейсмичной территории южного предгорья Иссык-Кульской впадины, включая Ала-Баш-Конур-Оленскую впадину, которая ныне недооценена согласно карте ДСР-2017 г. На основе палео- и археосейсмологических исследований (Ала-Башская крепость, средневековые кумбезы, калмыцкие захоронения) установлено, что в рассматриваемом предгорье в прошлом также происходила сильная сейсмичность $M \geq 8$. Как правило, она приурочена к магистральным (в осевой части хребта), краевым (в основании хребта) и предгорным (адырным и внутривпадинным) разломам. В ходе работ детально исследованы Южно-Иссыкульский разлом, Оргочорская, Мал. Оргочорская, Бир-Башская и др. антиклинали, как внутривпадинные поднятия сейсмогенного характера.

Четвертая глава посвящена обобщению палео- и археосейсмологических данных северного и южного предгорья Иссык-Кульской впадины и др. ее частей. Анализируются параметры сейсмоуступов (место, сила и время палео- и исторических событий) и сейсмическая опасность побережья оз. Иссык-Куль. Еще раз проанализированы Культорский краевой разлом, южные адырные разломы, внутривпадинные поднятия и др. нарушения. В результате сделан вывод о кластерном высвобождении сейсмической энергии, локализованной в земной коре.

Заключение в диссертации небольшое всего 1 стр., но информативное. В нем сделан очень важный вывод о разном характере формирования новейших разломов и современной сейсмичности региона Иссык-Кульской впадины. В северном предгорье региона землетрясения связаны с надвигами, в тылу которых могут образовываться ступенчатые грабены, в южном предгорье – с поддвигами. Такой механизм согласуется с глубинной активностью впадины, а, точнее, котловины, как межгорного образования с внутривпадинными поднятиями (Соврем. геодинамика ..., 2005).

На наш взгляд, диссертация заслуживает высшей оценки. *Достоинством работы* являются региональные построения и на их фоне очень детальные исследования проявлений сейсмогенных разломов, включая оценку

их возраста и силы. У А.А. Стрельникова сложились четкие представления о региональных геодинамических условиях формирования высокогорных хребтов-мегаантиклиналей, сопряженных с Иссык-Кульской активной впадиной. Автор в совершенстве овладел методом проведения детальных исследований с помощью траншей и шурфов с отбором проб и деформаций древних памятников. Исследованы современные поднятия и опускания побережья оз. Иссык-Куль и проч. сейсмодислокации. Разноуровенный характер исследований мы оцениваем как стремление автора расширять свой кругозор, что вызывает только положительные впечатления от работы.

Интересными являются исследования, связанные с архесеизмологией особенно в аспекте палеоэкологических проблем. Катастрофические землетрясения разрушают не только политическую, административную и военную структуры (стр. 122), но и приводят к исчезновению целых цивилизаций А.А. Стрельников исследует сейсмические деформации участков расположения памятников и разрушение самых разных памятников разного возраста: сакоусуньского, тюркского и караханидского. Им был обнаружен ранее неизвестный древний архитектурный комплекс, предположительно принадлежавший караханидам, центральная часть которого поглощена ступенчатым грабеном «След дракона». В результате работ в районе р. Актерек у подножья гор Дувана впервые был обнаружен ранее неизвестный древний архитектурный комплекс – согдийский зороастрийский храм.

На основе дешифрирования космических снимков района Ала-Баш-Конур-Оленской впадины, впервые был выделен сеймотектонический уступ протяженностью 54 км, сопровождаемый ступенчатым компенсационным грабеном. Его образование связывается с ранее неизвестным сильным палеоземлетрясением. Следует отметить, что впервые были обнаружены выходы сейсмических очагов на земную поверхность у северных подножий новейших гряд, связанных с внутривпадинными антиклиналями-адырами (Орго-чор, Бир-Баш и Тосма).

Диссертация насыщена хорошего качества фотоснимками с точки зрения разрешения, экспозиции, отображения целостности объекта и выражения на нем геологического строения. Также качественными являются зарисовки траншей и шурфов: соблюдены масштабы, стороны света и проч. детали.

Несмотря на очень благоприятное впечатление от научной работы, перечислим *некоторые замечания* к ней.

1) Для А.А. Стрельникова представляется естественным выбор модели «цветочной» разломной структуры для объяснения строения горных хребтов (рис. 4.1), обрамляющих Иссык-Кульскую котловину, т.к. очаги сильных землетрясений связываются с разломами. Но есть и другая давно установившаяся и хорошо известная модель на эпиплатформенное новейшее горообразование и, в частности, Тянь-Шаня.

Вслед за работами С.С. Шульца (1948) и В.И. Макарова (1977-2010 гг.) многими исследователями признается, что разломы по отношению к обширным складкам основания, выраженным в изгибах предорогенной мезозой-раннекайнозойской поверхности выравнивания, вторичны. Усиливающиеся движения континентальных блоков (мегантклинориев и мегасинклинориев) в условиях сокращения земной коры и одновременно происходящих глубинных физико-химических процессов, как правило, вызывают образование разломов, но не наоборот – разломы никогда не двигают блоки. Если посмотреть на карту неотектоники Тянь-Шаня, то можно увидеть на первом плане не плотную сеть разломов, а широкие хребты и сопряженные с ними впадины с мощной толщей осадков (рис. 1.1.; Geomorphology ..., 1986). В связи с этим отметим, что в параметризации высокомагнитудных землетрясений недооценены являются современные движения крупных блоков (объемов) земной коры, вызывающих в зонах дислокаций концентрацию сейсмогенных напряжений. Эту оценку можно было бы сделать с учетом данных о широкомасштабных повторных геодезических измерений, глубинных геофизических исследований и др. фактического материала, предостаточно накопившегося к сегодняшнему дню.

2) Как правило, сейсмогенные уступы косо секут предгорную равнину, включая все ее типы и формы рельефа в виде кулисных фрагментарных смещений (выступов, углублений) и т.п. (стр. 79 и др.). Но, если уступы согласуются по простиранию со склонами рек и озер, а также подножьями хребтов, то их происхождение может быть иным, экзогенным, связанным с террасами и педиментами соответственно. Уступы-врезы по образованию могут быть гляциальными, флювиогляциальными, аллювиальными, пролювиальными и др., отражающими циклический и часто стадийный характер осадконакопления в связи с изменчивостью климата в четвертичное время. Автор, когда описывает сейсмогенные уступы, рассматривает строение приуступных поверхностей: более высокая и более низкая поверхности нередко сложены разными по возрасту отложениями (рис. 2.10; 2.14 а; 3.22 б, в; 3.29 г), т.е. уступы являются геологическими, а не тектоническими границами. По какой причине сейсмогенные разломы (уступы), вспарывающие образовавшиеся до него, как правило, однотипные по возрасту отложения (рис. 2.11, 2.16?), согласуются с геологическими границами разновозрастных отложений?

Таким образом, приведенные замечания ни в коей мере не умаляют бесспорного достоинства диссертации, которая представляет собой законченную самостоятельную научно-квалификационную работу. Диссертация Стрельникова Андрея Андреевича выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и содержит решение задачи оценки места, силы и времени палеосейсмических событий в связи с проблемой роли предгорных разломов в распределении очагов высокомагнитудных землетрясений и их периодизацией. Изучение высокомагнитудных сейсмодислокаций и оценка их локализации и возраста являются значимыми для науки. Уточнение сейсмической опасности на отдельных территориях Прииссыкуля, оцененное в сторону увеличения физического и экономического ущерба, имеет практическую значимость. Особенно актуальны эти исследования для густонаселенного побережья оз. Иссык-Куль, где уже происходили катастрофические разрушения.

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 Андрей Андреевич Стрельников достоин присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук.

Главный научный сотрудник

и. о. зав. Лаборатории эндогенной геодинамики и неотектоники,

доктор геол.-мин. наук  Владимир Михайлович Макеев




Отзыв рассмотрен и обсужден на заседании открытого научного семинара Лаборатории эндогенной геодинамики и неотектоники Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН (ИГЭ РАН), одним из основных направлений научной деятельности которой являются структурно-геодинамическое применительно к проблемам новейшей тектоники, сейсмичности и геоэкологии, 31 марта 2022 г. (протокол № 1/22) и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации.

Рук-ль семинара, главный научный сотрудник

доктор геолого-минералогических наук

профессор  С.А. Несмеянов

Подписи сотрудников В.М. Макеева и С.А. Несмеянова заверяю:

| |
|--|
| ПОДПИСИ |
|   |
| ЗАВЕРЯЮ: |
| Член-корреспондент Академии наук ИГЭ РАН  |
| 5 апреля 2022 г. |