

Отзыв

научного руководителя на диссертационную работу Ельдеева Макпал Сериковны «Активные разломы Северной Джунгарии и сейсмическая опасность», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01 - общая и региональная геология.

Диссертационная работа Ельдеевой М.С. выполнена в соответствии с основной научно-исследовательской темой, выполняемой в Институте сейсмологии Национальной Академии наук Кыргызской Республики. Автор принимал непосредственное участие в реализации научных исследований по тематике «Оценка сейсмической опасности и сейсмического риска на территории Кыргызской Республики» (2015-2017 гг.) по разделу: «Оценка сейсмической опасности и сейсмического риска по геологическим данным» Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения. Перечень использованной литературы включает 65 наименований. Работа изложена на 151 страницах компьютерного текста, включающего 1 таблицы, 92 рисунков.

Актуальность диссертационных исследований. Как известно, изучение активных тектонических процессов представляет важнейшую часть фундаментальных исследований в науках о Земле. Изучение активных разломов, которые отчетливо проявлены в рельефе, в силу их геологической молодости, позволяет не только количественно охарактеризовать параметры разломов, но и позволяет наиболее полно и всесторонне представить общие и частные закономерности распределения деформационных структур разного типа и разной степени напряженности на поверхности Земли.

Одной из примечательных особенностей Южного Казахстана (Тянь-Шань и Джунгарский Алатау), является наличие серии новейших разломов, которые начинаются от орогенической области и протягиваются в северо-западном направлении, вспарывая тело Казахской платформы (Восточно и Западно- Джунгарские, Джалаир-Найманский, Каратауский разломы) (Суворов, 1963, 1973, Войтович, 1969, Курскеев, Тимуш, 1987 и др.) Однако, несмотря на достаточно хорошую выраженность указанных разломов в рельефе, имеется весьма мало доказательств того, что эти разломы были активны в течение позднего плейстоцена-голоцена и еще меньше свидетельств того, что в пределах этих разломов происходили сильные сейсмические события. Именно поэтому оценка сейсмической опасности этих разрывных структур часто занижена, а некоторые из таких разломов вообще не учтены при подобных исследованиях.

Необходимость проведения исследований по выявлению и картированию активных разломов является весьма актуальной в связи с планами освоения новых территорий, прежде всего, в оценке связанной с ними сейсмической опасности с целью обеспечения нормального бесперебойного функционирования инфраструктурных объектов и, прежде всего, безопасности людей.

Целью работы Оценка сейсмической опасности территории Джунгарского Алатау (Восточный Казахстан) на основе картирования и изучения активных разломов

Научная новизна диссертационных исследований.

- Впервые для территории Северной Джунгарии составлена геоморфологическая карта масштаба 1: 500 000 в историко-генетической легенде. На основе корреляции речных террас указанного региона и Тянь-Шаня произведена переоценка возраста основных этапов развития рельефа Джунгарии;

- Составлена карта активных разломов Северной Джунгарии. Установлено, что кроме зоны Джунгарского разлома, протяженностью свыше 300 км, простирающегося в северо-западном направлении, выделяется три основных зоны активных разломов (с севера на юг): Лепсинская зона, протяженностью свыше 110 км, сложно построенная

Южно-Колпаковская зона, протяженностью 70 км и Жамантас-Бештерекская зона. Общая протяженность последней зоны составляет около 145 км. Все зоны, кроме Южно-Колпаковской, обладают одной характерной чертой – наличием отчетливо выраженной праводвиговой составляющей движений;

- Произведена переоценка сейсмической опасности Северной Джунгарии. Указанные изменения приведут к изменению сейсмической опасности Северной Джунгарии в сторону повышения и, соответственно, в сторону повышения сейсмического риска на указанной территории.

Практическая значимость диссертации

Результаты исследования могут быть использованы при оценке сейсмической опасности территории Джунгарского Алатау (Восточный Казахстан).

Личный вклад соискателя заключается в следующем:

- в проведении полевых исследований в период с 2008 по 2015 год и составлении карты геоморфологического строения территории Северной Джунгарии, участии в проведении тренчинга в зонах активных разломов указанной территории;

- в проведении анализа результатов работ в научной лаборатории Оксфордского Университета (Великобритания);

- Детальный анализ зон активных разломов с использованием GoogleEarth и др;

- в дешифрировании космоснимков и аэрофотоснимков и составлении других графических материалов.

В первой главе диссертации приводится описание особенностей новейшего геологического строения и тектоники Восточной части Джунгарского Алатау. На характер новейших дислокаций Джунгарского Алатау среди ранних исследователей преобладали в основном две точки зрения. Одна из них (Обручев, 1914, 1940), и ряд других исследователей считали новейшие структуры глыбовыми, т. е. созданными в результате движений по разломам. В частности, Н. Н. Горностаев (1929) считал, что Джунгарский разлом разделяет грабен Алакольской впадины и горст Джунгарского Алатау.

Однако позднее М. М. Юдичев (1940) отметил, что в общем Джунгарский Алатау воздымался сводообразно, хотя при этом важное значение имели и движения по разломам. Аналогичные представления были затем доказаны и развиты К. В. Курдюковым (1962) и В. А. Бушем в 1963 г., составившими карты новейшей тектоники района. Последним подчеркнуты тесная взаимосвязь процессов сводового аркообразного коробления и вертикальных движений по разломам при формировании новейших структур, которые поэтому правильнее именовать не сводовыми, а глыбово-сводовыми.

Интересные представления о характере новейшей структуры Джунгарского Алатау развиты в работах Л. К. Диденко-Кислицыной (1965, 1968).

Особое место в изучении Джунгарского разлома принадлежит В.И. Войтовичу (1969). Его исследования позволили выяснить положение Джунгарского разлома в общем структурном плане Восточного Прибалхашья и его роли в геологическом строении и истории развития прилегающей территории. Указанный исследователь произвел детальное изучение зоны Главного Джунгарского и ряда других разломов Джунгарской системы, характера движений по ним и приразломных пликтивных и дизъюнктивных дислокаций. Рассмотрение этих во многом взаимосвязанных вопросов позволило выявить природу Джунгарского разлома, определить, является ли он глубинным, установить основные черты его строения и истории развития.

По данным многолетнего GPS мониторинга, неотектонический процесс между Таримом и Западной Сибирью в полосе, ограниченной с запада и востока меридианами 80° и 95° в.д., генерируется движением Таримского и Джунгарского блоков строго в северном направлении. В мобильных зонах происходит поперечное сокращение и

утолщение земной коры за счет выдавливания мелких блоков, из которых состоят мобильные зоны, в верхнее и нижнее полупространство. Это приводит к тому, что в то время как Индостанский блок сближается с Западной Сибирью, которая играет роль северного жесткого ограничения, со скоростью 36—40 мм/год, Таримский движется на север со скоростью 12 мм/год, а Джунгарский — всего 4 мм/год. Наличие ограничения на севере приводит к тому, что на западной границе территории северное направление движения блоков сменяется восточным [Yang et al., 2005].

Во второй главе представлены описываются особенности геоморфологии Джунгарского Алатау. Эта структура большинством геологов и геоморфологов считается северной частью Тянь-Шаня, однако некоторые исследователи (Диденко–Кислицына, 1965, 2006) на основании анализа геоморфологии, стратиграфии и новейшей тектоники относят указанный регион к автономному орогену, в системе Моноголо-Охотского орогенного пояса, сформировавшегося на эпигерцинско-киммерийской платформе в плиоцен-четвертичное время. Поэтому необходимо выяснить, возможно ли применять основные подходы к выявлению основных этапов рельефообразования на Северном Тянь-Шане к исследованному нами региону (территория восточной части Северной Джунгарии).

2.1. Корреляция речных террас Тянь-Шаня и Джунгарского Алатау. Изучение речных террас дает большой материал для установки интервалов времени, пределах которых по тому или иному разрыву происходят дифференциальные перемещения, а также для оценки амплитуды и скоростей этих движений по отдельным эпохам. Для этого, как известно, анализируется разность высот разорванных геоморфологических уровней (террас, денудационных поверхностей) одного и того же возраста. В свою очередь, знание скорости движений крыльев разлома дает возможность оценить скорость накопления деформаций в том или ином районе, и соответственно, частоту повторения сильных землетрясений.

Сопоставление опорных сводных разрезов, так же как и статистический анализ геолого-геоморфологических профилей, составленных в различных районах Средней Азии, показал, что в однотипных морфоструктурных зонах соотношение террасовых комплексов однотипно (Трофимов, 1973). Выдержанное количество цикловых (террасовых и террасовидных) уровней – есть правило, а наличие большого количества локальных уровней - исключение. Высоты террасы по регионам могут меняться незначительно, но в каждой морфоструктурной зоне эти колебания имеют предел. Иными словами, цикловые уровни являются геоморфологическими маркирующими горизонтами, которые можно и необходимо использовать для корреляции местных схем стратиграфии четвертичных отложений внутри региона.

если Джунгарский Алатау находится в тесной естественно-исторической связи с Тянь-Шанем, то основные этапы формирования речных террас и время наступления ледниковых эпох и ледниково-межледниковых переходов свойственные для последнего должны отразиться и в пределах изучаемого нами региона. Наиболее крупная и широко распространенная терраса равнинного комплекса QIII2 и терраса QII2 адырного комплекса должны иметь такое же широкое распространение и в Джунгарском Алатау.

Территория Джунгарского Алатау была вовлечена в процесс орогенеза в начале позднеальпийского (неотектонического) этапа, однако тектонические движения здесь были значительно менее интенсивными, чем на Тянь-Шане, Различия в интенсивности движений выразились, в частности, в меньшей высоте хребтов, в меньшей развитости четвертичного оледенения, меньшей вертикальной расчлененности рельефа и т.д. При этом, если южная часть Джунгарского Алатау в области сочленения с Джунгарской

впадиной мало отличается от межгорных и внутригорных впадин Тянь-Шаня, то его северная часть, в области сочленения хребта с равнинами Казахского щита, отличается достаточно сильно. Относительная высота речных террас незначительна, морфотипная выраженность цикловых террас, т.е. террас, сформированных в рамках одного и того же естественно-исторического этапа развития рельефа горной системы, в этом районе незначительна. Это мешает установлению основных этапов рельефообразования и их связи с тектоническими движениями этого региона.

Таким образом, приведенные выше примеры показывают, что изученные и разработанные в пределах Тянь-Шаня схемы формирования террас применимы и в пределах Джунгарского Алатау и, соответственно, могут быть полезны при оценке скорости тектонических движений, сейсмической опасности региона и др.

Мы составили новую геоморфологическую карту Северной Джунгарии в историко-генетической легенде (Васильев, Чедия и др., 1960; Уткина, Чедия, 1971; Чедия, 1986 и др.). Геоморфологическая карта, составленная по этому принципу, отражает основные этапы рельефообразования так же, как и геологическая карта отражает этапы осадконакопления (рис. 2.2.2).

Принцип построения легенды на основе выделения однородных в генетическом и возрастном отношении участков земной поверхности позволяет точно устанавливать объекты, подлежащие картированию при полевых исследованиях – склоны и водоразделы, отграниченные друг от друга более или менее четкими перегибами, что позволяет объективно выделять их в природе и на карте, причем не условными немасштабными знаками, а в естественных контурах.

Геоморфологическая карта в историко-генетической легенде дает большой материал для установки интервалов времени, пределах которых по тому или иному разрыву происходят дифференциальные перемещения, а также для оценки амплитуды и скоростей этих движений по отдельным эпохам. Для этого, как известно, анализируются разность высот разорванных геоморфологических уровней (террас, денудационных поверхностей) одного и того же возраста, которые отображены на карте генетически однородных поверхностей (Трофимов, Чедия, 1970; Уткина, Чедия, 1971). Это весьма актуально этих данных при изучении сейсмичности, россыпей, гидрогеологии какого-либо региона. Что же касается задач новейшей тектоники и палеогеографии, то для их решения историко-генетический метод просто не заменим.

В третьей главе Описываются активные разломы Джунгарского Алатау. Изучению активной тектоники различных регионов посвящено множество исследований. В основе повышенного интереса лежит представление о том, что именно современные тектонические напряжения являются источником проявления таких стихийных разрушительных явлений как землетрясения, оползни, обвалы и др. Особое внимание при этом уделяется активным разломам, так как они хорошо отражают характер современных напряжений и общую направленность процесса деформирования земной коры (Трифонов, 1983).

В настоящем исследовании основное внимание было уделено разломам, имеющим прямые свидетельства голоценовых и позднечетвертичных смещений за последние 140,000 лет, которые говорят об относительно высокой скорости смещений. Такой подход совпадает с рекомендациями Международной Литосферной программы (Inter-Union..., 1990), согласно которым под активными разломами следует понимать разломы с признаками тектонических движений, происходившими на протяжении последних 100 тыс. лет.

Как видно, кроме зоны Джунгарского разлома, протяженностью свыше 300 км, простирающегося в северо-западном направлении, выделяется три основных зоны активных разломов (с севера на юг): Лепсинская зона, протяженностью свыше 110 км, сложно построенная Южно-Колпаковская зона, протяженностью 70 км и Жамантас-Бештерекская зона, сопрягающаяся на юго-востоке с активными разломами Бештерекской впадины. Общая протяженность последней зоны составляет около 145 км. Несколько активных разломов выделяется вдоль подножия хребта Айраколь, но протяженной зоны не образуют.

Отличительной чертой всех выделенных зон является их приуроченность к коротким крыльям асимметричных вергентных мегантиклиналей, с которыми зоны активных разломов находятся в тесной геодинамической связи. Эта связь выражается в усложнении строения зон в местах максимального воздымания крыльев новейших структур и в затухании и полном исчезновении активности разломов в зонах погружения крыльев мегантиклиналей.

Ниже приводится описание выделенных зон.

Главный Джунгарский разлом. Главный Джунгарский разлом на большей части территории прослеживается четкой линией и на значительном протяжении проходит непосредственно у основания склона Джунгарского Алатау

Джунгарский разлом является правым сдвигом. На это указывают структурные рисунки в различных его частях. Кроме того, на наличие сдвиговой составляющей указывают грабены растяжения, валы выпирания и многие другие признаки. Величина правостороннего смещения уступов временных потоков, стекающих со склонов Джунгарского хребта составляет около $\sim 54 \pm 4$ м. Оценка скорости правосдвиговых смещений в позднечетвертичное время в зоне Джунгарского разлома (Campbell et.,al., 2015), показывает, что она составляет около 2, 2 мм/год.

Южно –Колпаковский разлом. Южно–Колпаковский разлом не имеет ясно выраженной протяженной линии. Вместо этого зона разлома представлена в виде системы достаточно коротких разрывов, нарушающих короткое крыло хребта Кунгей в зоне шириной до 1 км.

Структурный рисунок разрыва сложный с системами эшелонированных разрывов, а в некоторых местах разрыв разветвляется на нескольких параллельных ветвей, затрудняя измерения смещений. Геоморфологические смещения, наблюдаемые на аэрофотоснимках, указывают на правый сдвиг.

Лепсинский разлом. Одним из первых на этот разлом обратил внимание К.В.Курдюков (1956), который дал описание современного тектонического уступа, пересекающего старое русло р. Лепсы, в районе пос. Марья (старое русло Жолдыбек). Указанный исследователь считал, что, по всей видимости, Лепсинский взброс образовался не одновременно на всем своем протяжении. Вначале разлом не пересекал наиболее старого русла р. Лепсы (русло Чиликты). При одном из периодов активности разлом пересек указанное русло, а затем уже в историческое время, разлом пересек русло Жолдыбек. К.В.Курдюков считал, что Лепсинский разлом развивался, вероятно, в основном отдельными толчками, разделенными значительными спокойными промежутками времени. Одним из важных выводов является вывод о том, что альпийские разломы не прекратили своей деятельности и продолжают развиваться.

Однако, как показывают наши наблюдения (Абдрахматов, Ельдеева, Джанабилова, 2016) протяженность разлома не ограничивается описанным выше равнинным отрезком. Разлом протягивается в восточном направлении, ограничивая небольшой хребет Чиринды с севера и усложняясь в плане. Вместо одной протяженной линии здесь выделяется целая

зона нарушений, иногда до 1-2 км по ширине. Ближе к зоне регионального Джунгарского разлома, одна из линий Лепсинского разлома отклоняется к центральной части хребта Буланбай, где затухает на поверхности древнего пенеплена (рис. 3.22.). В этом районе Г.Кэмпбелл с соавторами (Campbell et., al., 2015) описали субширотные уступы, южные стороны которых приподняты по отношению к северным сторонам и смещает вправо все сухие русла и гребни. Сухие русла сохранились на южной стороне и перед уступом образовалась серия подпруженных озер (в основном осушенных). Измерения, проведенные в этом месте, показали 10 метровое вертикальное смещение и значительное (6+-2 м) правое смещение сухих русел.

Используя измерения в районе пересечения линии Лепсинского разлома долиной реки Тентек, где величина вертикального смещения составляла около 12, а горизонтальное смещение около 7 метров, а также угол падения сместителя разлома (50°S) Г.Кэмпбелл и другие (Campbell et.,al., 2015) рассчитали, что необходимо 14-метровое смещение вдоль разлома для того, чтобы возникло наблюдаемое вертикальное и горизонтальное смещение уступа.

Жамантас-Тохтинский разлом. Разлом расположен у северного подножия Главного водораздельного хребта Джунгарский Алатау. Его западное окончание находится восточнее сел. Лепсинск, а затем разлом простирается в субширотном направлении почти непрерывно примерно на 145 км на восток с небольшим перерывом в районе начала субширотного колена реки Тастау. Далее разлом прослеживается в верховьях долины р. Тохты.

Трассу разлома условно можно разделить на три основных сегмента, основываясь на выраженности в рельефе. Западный сегмент имеет протяженность около 30 км, затем следует сегмент без отчетливых признаков современной активности, и западный сегмент, который имеет протяженность до 60 км.

На всем протяжении разлом выражен достаточно прямолинейным, прерывистым, обращенным на юг уступом высотой от одного до 15-20 метров. Наше обследование подтверждает молодой возраст разрыва поверхности - уступ очень свежий по всей длине и не имеет растительности на поверхности смещений. В центральной части разлом сменяется несколькими короткими разрывами, отчетливо видимыми в рельефе. В долине Тохты разлом вновь выражен одним уступом, который протягивается вдоль южного борта впадины, подпруживает современные водотоки и смещает их по горизонтали на величину 50-100 м. В западной части этой впадины нами закартирован короткий активный разлом, который смещает молодые формы рельефа и имеет все признаки дислокации, образованной в результате сильного сейсмического события.

В заключение работы приведены основные результаты и выводы.

1. Основные подходы к выявлению основных этапов рельефообразования широко развитые на Тянь-Шане применимы также и к исследованному нами региону (территория восточной части Северной Джунгарии).

2. Так как Джунгарский Алатау находится в тесной естественно-исторической связи с Тянь-Шанем, то основные этапы формирования речных террас и время наступления ледниковых эпох и ледниково-межледниковых переходов свойственные для последнего должны отразиться и в пределах изучаемого нами региона. Наиболее крупная и широко распространенная терраса равнинного комплекса QIII2 и терраса QII2 адырного комплекса должны иметь такое же широкое распространение и в Джунгарском Алатау.

3. Впервые для исследованного региона составлена геоморфологическая карта в историко-генетической легенде в масштабе 1:500 000.

4. Впервые для исследованного региона составлена карта активных разломов.

5. Установлено, что в исследованном районе, кроме зоны Джунгарского разлома, протяженностью свыше 300 км, простирающегося в северо-западном направлении, выделяется три основных зоны активных разломов: Лепсинская зона, Южно-Колпаковская зона и Жамантас-Бештерекская зона. Несколько активных разломов выделяется вдоль подножия хребта Айраколь, но протяженной зоны не образуют.

6. Все зоны, кроме Южно-Колпаковской, обладают одной характерной чертой – наличием отчетливо выраженной правосдвиговой составляющей (рис. 3.45). Эта составляющая выражена не повсеместно по всей линии – она выражена на определенных сегментах зоны разломов. Такая избирательность связана как с изменением простираения зоны разломов, так и с изменением интенсивности горизонтального сжатия, которое фиксируется здесь данными космической геодезии (Zubovich et.al., 2010)

7. Распределение тектонических сил в Северной Джунгарии позволяет предположить наличие значительных ротационных движений в регионе. Тектонические блоки, заключенные между выделенными зонами разломов, по-видимому, вращаются против часовой стрелки, что в свою очередь должно приводить к возникновению локальных зон растяжения приповерхностной части земной.

8. Анализ всей совокупности палеосейсмологических данных позволяет считать, что в Восточной части Республики Казахстан возможны землетрясения с магнитудами в диапазоне 7.0 – 8.2.

9. Получены новые данные о палеосейсмологии, которые приведут изменению оценок сейсмической опасности Северной Джунгарии в сторону повышения и, соответственно, в сторону повышения сейсмического риска на указанной территории.

Считаю, что диссертационная работа Ельдеевой Макпал Сериковны «Активные разломы Северной Джунгарии и сейсмическая опасность» представляет собой законченную наукоемкую работу, грамотно структурированную, с логически последовательным изложением материала, обладающую новизной, имеющую научную и практическую ценность, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Рекомендую данную работу представить на защиту на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01 - общая и региональная геология.

Доктор геолого-минералогических наук,
Профессор, член-корреспондент НАН КР



Абдрахматов К. Е.

Подпись Абдрахматова К. Е. удостоверено
Инспектор по кадрам ИС НАН КР



Осмонбаева Г. А.