НЕИЗВЕСТНЫЕ ДРЕВНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В АЛАБАШ-КОНУРОЛЕНСКОЙ ВНУТРИГОРНОЙ ВПАДИНЕ (ЮЖНОЕ ПРИИССЫККУЛЬЕ, КИРГИЗИЯ)

^{1,2}Турова И.В., ^{1,2}Деев Е.В., ³Корженков А.М., ⁴Лужанский Д.В., ⁵Гладков А.С.

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск 630090, пр-т Академика Коптюга, 3, e-mail: irinka.turova@yandex.ru

²Новосибирский государственный университет, Новосибирск, 630090, ул. Пирогова, 2, e-mail: deev@ngs.ru

³Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта, РАН, Москва, 23242, ул. Б. Грузинская, 10, e-mail: amkor61@yandex.ru

⁴Кыргызско-Российский Славянский Университет им. Б. Н. Ельцина, Кыргызстан, Бишкек, 720000, ул. Киевская, 44, e-mail: ljanskiy_d@mail.ru

⁵Институт земной коры СО РАН, Иркутск, 664033, ул. Лермонтова, 128, e-mail: gladkov@crust.irk.ru

Результаты проведенных палеосейсмологических и археосейсмологических исследований подтвердили надвигание северного борта Алабаш-Конуроленской впадины на ее осадочное выполнение. Впервые в пределах впадины выявлены следы двух древних землетрясений, произошедших в интервале 7300-8400 л.н. и в XVI (?) веке н.э. Параметры сейсмоуступа землетрясения XVI века позволили оценить магнитуду сейсмического события $M = 7,3 (\pm 0.5)$. Полученные результаты указывают на необходимость ввести поправки в существующую схему сейсмического районирования Республики Кыргызстан, согласно которой на исследуемой территории возможны землетрясения с $M \leq 6,5$.

Ключевые слова: древние землетрясения, палеосейсмология, археосейсмология, Алабаш-Конуроленская впадина, Северный Тянь-Шань.

UNKNOWN ANCIENT EARTHQUAKES IN THE ALABASH-KONUROLENG INTERMONTANE DEPRESSION (SOUTHERN ISSYK-KUL LAKE REGION, KYRGYZSNAN)

^{1,2}Turova I.V., ^{1,2}Deev E.V., ³Korzhenkov A.M., ⁴Lujanskiy D.V., ⁵Gladkov A.S.

¹*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, 630090, Koptug ave., 3, e-mail: irinka.turova@yandex.ru*

²*Novosibirsk State University, Novosibirsk, 630090 Pirogova str., 2, e-mail: deevev@ngs.ru*

³*Schmidt Institute of Physics of the Earth, the Russian Academy of Sciences, Moscow, 123242, Bolshaya Gruzinskaya str., 10, e-mail: amkor61@yandex.ru*

⁴*Yeltsin Kyrgyz-Russian Slavic University, Kyrgyzstan, Bishkek, 720000, Kievskay str., 44, e-mail: lujanskiy_d@mail.ru*

⁵*Institute of the Earth Crust, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, 664033, Lermontova str., 128, e-mail: gladkov@crust.irk.ru*

Results of our paleoseismological and archeoseismological investigations are confirmed an overthrusting of northern flank of the Alabash-Konuroleng depression onto its sedimentary fill. Traces of two ancient earthquakes, occurred during 7300-8400 y BP interval and in XVI (?) century, were revealed in the bounds of the depression for the first time. Parameters of the fault scarp, occurred during an earthquakes of XVI century, have allowed us to assess a magnitude of the seismic event - $M = 7,3 (\pm 0.5)$. Obtained results point on necessity to correct an existing Map of the Seismic Zoning of Kyrgyz Republic, which shows possibility of $M \leq 6,5$ earthquakes in the studied area.

Keywords: ancient earthquakes, paleoseismology, archaeoseismology, Alabash-Konuroleng intermountain basin, northern Tien Shan.

Введение

Территория Прииссыккуля расположена в пределах северной части Тянь-Шаня, который представляет собой активный внутриконтинентальный ороген и формируется как часть Гималайского горного пояса в результате коллизии Индийской и Евразийской плит. Большинство известных сейсмических катастроф в Прииссыккулье связано с сейсмогенерирующими зонами северного горного обрамления Иссык-Кульской внутригорной впадины.

Наши исследования последних лет позволили выявить в Южном Прииссыккулье неизвестные ранее первичные и вторичные сейсмодислокации, нарушения конструкций археологических памятников, которые указывают на приуроченность к южному горному обрамлению Иссык-Кульской впадины эпицентральных зон сильных (позднечетвертичных, голоценовых и исторических) землетрясений [4, 6]. Цель представляемой работы - выявление следов и возраста древних землетрясений в пределах Алабаш-Конуроленской впадины Южного Прииссыккуля методами палеосейсмологии и археосейсмологии.

Структурное положение и современная сейсмичность района исследований

Алабаш-Конуроленская впадина расположена к югу от оз. Иссык-Куль и вытянута в субширотном направлении на 34 км при ширине до 7,5 км. С юга она ограничена хребтом Терской Ала-Тоо, вершины которого поднимаются выше 4600 м, с севера – серией адырных поднятий (горы Тегерек, Кокон-Адыр, Ак-Бакшы) с высотами до 2500-3000 м. Впадина выполнена среднеплейстоцен-голоценовыми ледниковыми, флювиогляциальными, пролювиальными, аллювиальными, озерно-болотными и эоловыми отложениями [2].

Согласно модели, предложенной в [10], обрамляющие с юга и севера хребты надвигаются на впадину по сопряженным взбросам.

В поле распределения эпицентров инструментально зарегистрированных землетрясений в пределах изученного района фиксируются события, магнитуды которых не превышают 5 [3]. С учетом таких инструментальных данных район

исследований на картах сейсмического районирования территории Кыргызской республики расположен в зоне ожидаемых землетрясений с магнитудой ≤ 6.5 [8].

Результаты палеосейсмологических исследований

В северном борту западной части впадины выявлен широтный сейсмоуступ протяженностью 2.3 км и высотой до 4-6 м, который нарушает позднеплейстоцен-голоценовые конуса выноса (Рис. 1). Ниже по склону зафиксированы фрагмент второго сейсмоустапа длиной 350 м.

Рис. 1. Проллювиальные конуса выноса, нарушенные широтным сейсмоуступом в северном борту западной части Алабаш-Конуроленской впадины

1 – сейсмоуступ, 2 – каменные стены, 3 – дорога, 4 – деформированные курганы, 5 – положение разреза (Рис. 2), 6 – днище впадины.

В западной стенке сухого сая, прорезающего сейсмоуступы, в месте их сочленения (см. Рис. 1), в точке с координатами (N=42.12703о, E=076.49076о, Alt=2068, точность измерения GPS-координат ± 10 м) описан разрез, в котором в стратиграфической последовательности вскрыт следующий набор пролювиальных слоев (Рис. 2).

Рис. 2. Разрез западной стенки сухого сая, пересекающего сейсмогенный уступ в северном борту Алабашской впадины

1 – наиболее крупные валуны, отломы и глыбы; 2 – отломы; 3 – валуны; 4 – щебень: а – крупный, б – мелкий; 5 – дресва; 6 – гравий; 7 – песок, 8 – супесь, 9 – современная бедная гумусом горная почва, 10 – разломы.

Слой 1. Серый щебне-отломник с отдельными валунами. Мощность более 0.45 м.

Слой 2. Линза серого крупно-грубозернистого песка протяженностью около 2.6 м и мощностью до 0.2 м. Из песка отобраны раковины гастропод (образец DEKG-2014-6). ^{14}C возраст раковин, определенный AMS методом, составил 7550 ± 40 л.н. (Poz-66205), калиброванный возраст - 8400–8340 л.н.

Слой 3. Линза серого щебне-дресвяника протяженностью 2.3 м и мощностью до 0.16 м. Щебень преимущественно крупный (> 5 см).

Слой 4. Линза серого щебне-дресвяника протяженностью около 1.7 м и мощностью до 0.4 м. Щебень преимущественно мелкий (< 5 см).

Залегание слоев 1-4 нарушено разломом F1, имеющим взбросовую кинематику и падающим на север под углом 40° . Амплитуда смещения составляет 0.5 м. Слои 1-4 и нарушающий их взброс срезаются слоями 5-7.

Слой 5. Выклинивающаяся к центральной части разреза линза серого гравийно-дресвяника. Мощность до 0.2 м.

Слой 6. Линза серого средне-крупнозернистого песка протяженностью 2.4 м и мощностью до 0.1 м. Из песка отобраны раковины гастропод (образец DEKG-2014-5). 14С возраст раковин, определенный AMS методом, составил 6465 ± 35 л.н. (Poz-66204), калиброванный возраст - 7400–7320 л.н.

Слой 7. Крупный щебень с многочисленными отломами и валунами в серовато-белой супеси. Мощность до 0.9 м.

Залегание слоев 1-7 нарушено разломом F2, имеющим взбросовую кинематику и падающим на север под углом 20-50°. Амплитуда смещения составляет 0.3 м. В результате поднятия северного крыла разлома слой 7 частично эродирован. Слой 7 и нарушающий его целостность взброс F2 перекрываются слоем 8.

Слой 8. Современная бедная гумусом горная почва. Мощность до 0.2 м.

Таким образом, в разрезе обнаружены два взброса, соответствующие двум различным палеоземлетрясениям: более древнему – F1 и более молодому – F2. Кинематика смещений указывает на то, что северный борт Алабашской впадины надвигается на ее осадочное выполнение. Возраст землетрясения, сформировавшего подвижку по плоскости F1, находится в диапазоне 7300-8400 тыс. л.н. Второй взброс, с которым связано морфологическое оформление уступов, имеет более молодой возраст. В разрезе он перекрыт только современной почвой. О возрасте землетрясения позволяют судить деформации археологических памятников на поверхности пролювиальных конусов (см. Рис. 1).

Исследования сейсмогенных деформаций археологических объектов

В районе проведения палеосейсмологических исследований расположен ряд археологических объектов. Конструкции этих объектов деформированы, что может быть результатом древних землетрясений.

Курганный могильник Ала-Баш расположен в пределах пролювиального конуса выноса от горного склона до дороги. Внешний вид курганов и погребений позволяет датировать могильник по аналогии с подобными

некрополями Кыргызстана сако-усуньским временем, т.е. III в до н.э. – V в. н.э. [1]. Ряд курганов расположен непосредственно на бровке или склоне сейсмоуступа. У них наблюдается сползание вниз по склону уступа каменного материала насыпей, деформации внешних каменных колец курганов.

Каменные стены. Нами был зафиксирован четырехугольник из каменных стен с размерами субмеридиональных сторон 210-230 м, субширотных - 110-120 м. Восточнее выделена одиночная стена протяженностью 620 м, ориентированная с юго-востока на северо-запад. Стены сложены из валунов и глыб, приставленных друг к другу вертикально в два ряда.

Субмеридионально ориентированные стены пересекаются основным сейсмогенным уступом. В месте пересечения наблюдаются участки вертикального смещения стен. В восточной протяженной стене при приближении к сейсмоуступу наблюдаются поперечные изгибы, формирование которых может быть связано как с горизонтальными движениями грунта во время землетрясения, так и со смещением вниз поверхности пролювиального конуса при формировании сейсмоуступа. Определенно в пользу воздействия сейсмического удара на стены указывают направленные выбросы камней (на расстояние до 1.5-2 м), находившихся в стенах.

Возраст стен может быть указан весьма предположительно. Они могут быть археологическим объектом широкого временного интервала: от культур сако-усуней вплоть до XVIII в. [9]. Некоторую определенность вносят исследования В.М. Плоских [9] корука Туура-Суу, который расположен в пределах Тонской долины. Этот каменный корук возник позднее VIII-XII вв. и, вероятно, относится к позднему средневековью. На каменный корук сверху пристроен глинобитный корук, который существовал, по крайней мере, с первой половины XVIII по XIX век. Следовательно, каменный корук датируется XIII-XVII веками.

Обсуждение полученных результатов и выводы

Результаты проведенных палеосейсмологических и археосейсмологических исследований позволили выделить в пределах северного борта Алабаш-Конуроленской впадины следы двух сильных землетрясений, в виде разломов надвиговой кинематики. Наиболее древнее сейсмическое событие удалось ограничить интервалом возрастов 7300-8400 тыс. л.н. Какое заключение можно сделать о возрасте последнего землетрясения, с которым связано возникновение сейсмоуступов?

Во-первых, датирование могильника Ала-Баш сако-усуньским временем указывает на то, что землетрясение заведомо моложе V в. н.э.

Во-вторых, более молодыми археологическими объектами, несущими признаки сейсмогенного разрушения, являются каменные стены. Их возраст по аналогии с аналогичными объектами Тонской долины может быть принят в интервале XIII-XVII веков.

В-третьих, существующие литературные и архивные материалы по археологии Иссык-Кульской впадины указывают на два периода заселения городов в котловине: X-XII и XIII-XV вв. н.э. В XVII в. здесь проходят калмыки, а с XVIII в. начинается современная киргизская история заселения этого края. «Немым» остается лишь XVI в. Ни до, ни после этого времени в исторической литературе по исследованному региону информации о сильных землетрясениях не встречается. Можно предположить, что сильное землетрясение (или их серия) в XVI в. способствовали угасанию земледельческой цивилизации Прииссыккуля, нарушив политическую, административную и военную структуру региона, что позволило племенам калмыков пройти, практически не встречая серьезного сопротивления местных жителей.

В-четвертых, полученные в последние годы данные археосейсмологических исследований в Северном и Южном Прииссыккулье свидетельствуют именно в пользу такой датировки. Обнаружены свидетельства разрушения средневековых крепостей и внезапного опускания средневековых

городищ северного побережья под воды Иссык-Куля, которые могут быть датированы XVI веком [5, 6].

Наконец, параметры основного сейсмоуступа позволяют рассчитать возможную магнитуду землетрясения. С использованием зависимостей, приведенных в [7], магнитуда землетрясения могла составлять 7,3 (± 0.5). Согласно шкале MSK-64 интенсивность (I) землетрясения при такой магнитуде могла составлять 8-10 баллов.

Полученные результаты указывают на необходимость ввести поправки в существующую схему сейсмического районирования Республики Кыргызстан, согласно которой на исследуемой территории возможны землетрясения лишь с $M \leq 6.5$. Актуальность проведенных работ определяется тем, что поблизости от района исследования находится Каджисайское хранилище радиоактивных отходов, разрушение которого может привести к экологической катастрофе.

Список литературы

1. Винник Д.Ф. Археологические памятники Иссык-Кульской котловины // Известия Кыргызского географического общества. – Фрунзе, 1975. – № 12.
2. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Серия Северо-Тянь-Шаньская. К-43-ХVII. Министерство геологии СССР. – Ленинград: Картфабрика ВАГТ. – 1968.
3. Кальметьева З.А., Миколайчук А.В., Молдобеков Б.Д., Мелешко А.В., Жантаев М.М., Зубович А.В. Атлас Землетрясений Кыргызстана. – Бишкек: ЦАИИЗ, 2009. – 73 с.
4. Корженков А.М., Абдиева С.В., Мажейка Й., Муралиев А.М., Фортуна А.Б., Чаримов Т.А., Юдахин А.С. О неизвестных сильных голоценовых землетрясениях на юге Иссык-Кульской котловины, Тянь-Шань // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2014. Т. 41, № 2. – С. 30-40.
5. Корженков А.М., Деев Е.В., Лужанский Д.В., Абдиева С.В., Агатова А.Р., Мажейка Й., Меньшиков М., Рогожин Е.А., Родина С.Н., Родкин М.В., Фортуна А.Б., Чаримов Т.А., Шен Д., Юдахин А.С. О неизвестном сильном землетрясении Северного Прииссыккуля в позднем средневековье по данным археосейсмологических исследований // Физика Земли. – 2015а. (в печати).

6. Корженков А.М., Кольченко В., Лужанский Д., Абдиева С.В., Деев Е.В., Мажейка Й.В., Рогожин Е.А., Родина С.В., Родкин М.В., Фортуна А.Б., Чаримов Т.А., Юдахин А.С. Археосейсмологические исследования и структурная позиция средневековых землетрясений на юге Иссык-Кульской впадины (Тянь-Шань) // Физика Земли. – 2015б. (в печати).
7. Никонов А.А. Развитие палеосейсмогеологического метода для оценки сейсмической опасности Средней Азии // Геолого-геофизическое изучение сейсмоопасных зон. – Фрунзе: Илим, 1984. – С. 192-203.
8. Оценка вероятной сейсмической опасности территории Кыргызстана на период 10 лет и 50 лет (2012–2021 и 2012–2061 гг.). Составление новой карты сейсмического районирования территории Кыргызской Республики в масштабе 1:1 000 000: Заключительный отчет / Рук. НИР К.Е. Абдрахматов. Бишкек, 2011. – 239 с. (Фонды Института сейсмологии НАН Кыргызской Республики).
9. Плоских В.М. Киргизский корук Туура-Суу / П.Н. Кожемяко, Д.Ф. Винник (ред.) Археологические памятники Прииссыккуля. – Фрунзе: Илим, 1975. – С. 145–159.
10. Burgette R.J. Uplift in response to tectonic convergence: The Kyrgyz Tien Shan and Cascadia subduction zone: Ph.D. Thesis. – University of Oregon, USA. 2008. – 242 p.