

**СИЛЬНЫЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ
ИССЫК-КУЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ (Северный Тянь-Шань)**

**А.М. Корженков, С.В. Абдиева, П.С. Вахрамеева*, А.Б. Джумабаева, Э.М. Мамыров,
Е.А. Морозова*, Л.А. Орлова**, А.Б. Фортуна**

Институт сейсмологии НАН КР, 720060, Бишкек, Асанбай, 52/1, Кыргызстан

** Санкт-Петербургский государственный университет, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7, Россия*

*** Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия*

Северный Тянь-Шань является северным фронтом Гималайского горного пояса, возникшего в результате коллизии Индийской и Евразийской литосферных плит. Именно здесь находится серия самых активных сейсмических зон орогена, сгенерировавших сильнейшие землетрясения с $M > 8$. Из-за почти полного отсутствия письменных источников единственным способом реконструировать каталог сильных землетрясений в глубь веков остается палеосейсмологический метод. С 1984 г. нами исследовалась территория северо-запада Иссyk-Кульской впадины, где имеет место подставление антиклинальных структур различной направленности — составляющих Кунгейской мегаантиклинали. Здесь был выявлен ряд активных тектонических структур — разломов и складок, развитие которых сопровождалось проявлением сильных землетрясений. Наши полевые работы 2008 г. в долине р. Ийри-Талдыбулак вдоль адыров хр. Кунгей-Ала-Тоо позволили выявить два неизвестных ранее исторических землетрясения. Одно землетрясение в конце VII в. н.э. по южному разрыву привело к формированию сейсмоуступа, рвущего пойму реки и секущего древнее поселение (таш-коро). Другое — в конце IX в. н.э. по северному разрыву увеличило высоту сейсмоуступа, существовавшего на раннеголоценовой и более древних террасах. Для этого района уже имелись исторические данные о сильном сейсмическом событии, произошедшем около 500 г. н.э. Результаты археологических исследований свидетельствуют еще об одном сильном землетрясении, произошедшем в XIV в. н.э. Важно отметить, что вышеперечисленные сильные сейсмические события совпадают с закатами кочевых цивилизаций усуней, тюрок и моголов на территории Северного Тянь-Шаня и Семиречья.

Древние землетрясения, средневековье, абсолютные датировки, археосейсмология, палеосейсмология, оз. Иссyk-Куль, Тянь-Шань.

**STRONG HISTORICAL EARTHQUAKES IN THE NORTHWESTERN ISSYK KUL' BASIN
(northern Tien Shan)**

**A.M. Korjenkov, S.V. Abdieva, P.S. Vakhrameeva, A.B. Dzhumabaeva, E.M. Mamyrov,
E.A. Morozova, L.A. Orlova, and A.B. Fortuna**

The northern Tien Shan is the northern front of the Himalayan mountain belt, which resulted from the collision between the Indian and Eurasian Plates. This region encompasses the most active seismic zones of the orogen, which generated the strongest ($M > 8$) earthquakes. Since there are scarcely any written accounts, the only way to trace back strong earthquakes is the paleoseismological method. Since 1984 we have been studying the northwestern Issyk Kul' basin, where there are differently directed anticlines, which constitute the Kungei megaanticline. Here, several active tectonic structures (faults, folds) are located, whose development was accompanied by strong earthquakes. Our field studies in 2008 in the Iiri-Taldybulak River valley, along the adyrs (foothills) of the Kungei-Ala-Too Range, revealed two unknown historical earthquakes. The first one, which occurred along the southern rupture in the late 7th century, gave rise to a seismic scarp; the latter broke through the river floodplain and a *tash-koro* (ancient settlement). The second one, which occurred along the northern rupture in the late 9th century, increased the height of the seismic scarp existing on the Early Holocene and older terraces. Note that this region already records a strong seismic event at ~500 A.D. Archeologic data have revealed one more strong earthquake, which took place in the 14th century. Note that the above-mentioned strong seismic events are coeval with the decline of the nomadic civilizational (Wusun, Turkic, Mogul) in the northern Tien Shan and Zhetyysu (Semirech'e).

Ancient earthquakes, Middle Ages, absolute dating, archeoseismology, paleoseismology, Lake Issyk Kul', Tien Shan

ВВЕДЕНИЕ

Тянь-Шань представляет собой активный внутриконтинентальный горный пояс, сформировавшийся в результате коллизии Индийской и Евразийской плит, и является уникальной природной лабораторией для изучения молодых тектонических структур. Тянь-Шань сложен палеозойскими породами фундамента и разделен межгорными бассейнами, заполненными кайнозойскими осадками.

Район оз. Иссык-Куль в северной части Кыргызстана представляет собой тектоническую впадину размером 250×110 км, ограниченную конвергентными взбросами. Иссык-Кульская впадина (рис. 1) ограничена на севере группой эшелонированных разломов: Западным Тогуз-Булакским, Культорским, северной частью Аксуйского и Талды-Булакским. На юге граница впадины и хр. Терскей-Ала-Тоо проходит по Предтерскейской зоне разломов. Наполнение Иссык-Кульской впадины продуктами эрозионного расчленения, проявившимися к тому времени в рельефе смежных хребтов, началось в олигоцене и продолжается по настоящее время. В самом низу разреза — это олигоцен-миоценовые тонкозернистые и иловые осадки киргизской свиты (P_3-N_1 kr) мощностью до 1500 м [Турбин и др., 1972]. Миоцен—плиоцен характеризуется усилением орогенических процессов в этом районе, которые привели к отложению толщ иссык-кульской свиты (N_{1-2} is) мощностью до 3000 м. Орогенические поднятия в дальнейшем отразились в огрублении материала позднеплиоценовой-раннечетвертичной шарпылдакской свиты ($N_2^3-Q_1$ šr), имеющей мощность до 200 м [Фортуна, 1993]. Огрубление материала, заполняющего синклинали, продолжается в плейстоцене и голоцене. В настоящее время палеозойский фундамент находится на глубине более чем 4,5 км [Юдахин, 1983]. В горном обрамлении впадины палеозойское основание поднято на высоту свыше 5 км, тем самым образуя вертикальный размах высот до 10 км.

Интенсивные тектонические движения в Иссык-Кульской котловине продолжают и в настоящее время, свидетельством этому являются многочисленные активные разломы и растущие складки [Корженков, 2000, 2006; Корженков и др., 2007; Selander, 2008], а также значительные землетрясения [Джанузаков и др., 2003]. Среди последних — Кебинское землетрясение 1911 г. с $M = 8.2$.

К сожалению, в нашем распоряжении имеются достоверные сейсмические материалы только начиная со второй половины XIX в. (см. рис. 1) — времени вхождения этой области в состав Российской империи. Однако, базируясь на инструментальных и исторических данных, надежная оценка сейсмической опасности территории должна также учитывать сведения о сильных землетрясениях голоцена и позднего плейстоцена. Источниками такой информации по Иссык-Кульской впадине и ее горному обрамлению являются данные палеосейсмологии (сейсмодислокации, сейсмогенные конволюции в озерных осадках) и результаты археосейсмологических исследований [Корженков, 2006]. В статье мы пытаемся хотя бы частично восполнить значительные пробелы в каталоге сильных землетрясений Прииссыккуля, а также приводим наши последние материалы палеосейсмологического изучения на северо-западе впадины.



Рис. 1. Структурное положение оз. Иссык-Куль, его бассейна и сильные ($M > 6$) известные землетрясения Прииссыккуля, по данным Института сейсмологии НАН КР.

1 — преимущественно породы докембрия и палеозоя; 2 — отложения мезозоя—кайнозоя; 3 — главные разломы. Окружностями различного размера с указанием магнитуды и года произошедшего сейсмического события обозначены известные землетрясения, приуроченные к так называемой Северо-Тяньшаньской сейсмогенной зоне. Белая стрелка показывает местонахождение исследованного участка долины р. Иири-Талдыбулак.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Северо-запад Исык-Кульской впадины является необычным районом Северного Прииссыккулья. Здесь происходит сочленение Западно-Кунгейской и Чоктал-Агалаташской мегаантиклиналей северо-западного и запад-северо-западного простирания соответственно. Данные антиклинальные структуры, составляющие хр. Кунгей-Ала-Тоо, граничат с Исык-Кульской впадиной по краевым разломам: Тогуз-Булакскому взбросодвижку и Культорскому надвижку (рис. 2). Именно из-за такого необычного сочленения орогенных структур второго порядка чехол предгорного аллювиально-пролювиального шлейфа нарушен здесь антиклиналями и синклиналиями третьего порядка, развитыми по активным четвертичным разломам [Корженков, 2000, 2006; Корженков и др., 2007; Selander, 2008]. Нами было установлено последовательное во времени вовлечение новых — все более южных участков Исык-Кульской впадины в поднятие [Корженков, 2000].

Геометрия разломов, ограничивающих Кунгейский и Заилийский хребты, может быть объяснена наличием крутопадающих активных разломов в ядре хребтов. Взбросы, ответственные за рост указанных хребтов, имеют прямолинейное простирание в плане, особенно в области, близкой к сводам хребтов. Здесь разломы имеют сравнительно крутые падения близ поверхности. Основываясь на этих наблюдениях, Дж. Селендер [Selander, 2008] полагает, что Кунгейский и Заилийский хребты могут быть описаны как «цветочная» структура (рис. 3) с листрическими взбросами, которые выкручиваются с глубиной, сходясь в Центральную Кемино-Чиликскую структурную зону. Используя эту модель, Дж. Селендер [Selander, 2008] построил схематический сбалансированный разрез по долине р. Тору-Айгыр (см. рис. 3).

Наши исследования Тогуз-Булакского разлома показали, что этот дизъюнктив не является активным в четвертичное время на всем своем протяжении. Так, в восточной части (в бассейне р. Тору-Айгыр) поверхность среднечетвертичной террасы, пересекая зону разлома, не испытывает никаких деформаций [Корженков, 2000]. В то же время в западной части разлома (в долине р. Тогуз-Булак) Дж. Селендером [Selander, 2008] по смещениям поверхности позднечетвертичной террасы была замерена левосдвиговая компонента до 120 м. Таким образом, величина подвижек по Тогуз-Булакскому разлому уменьшается в восточном направлении, а тектоническая и сейсмическая активность переходит к

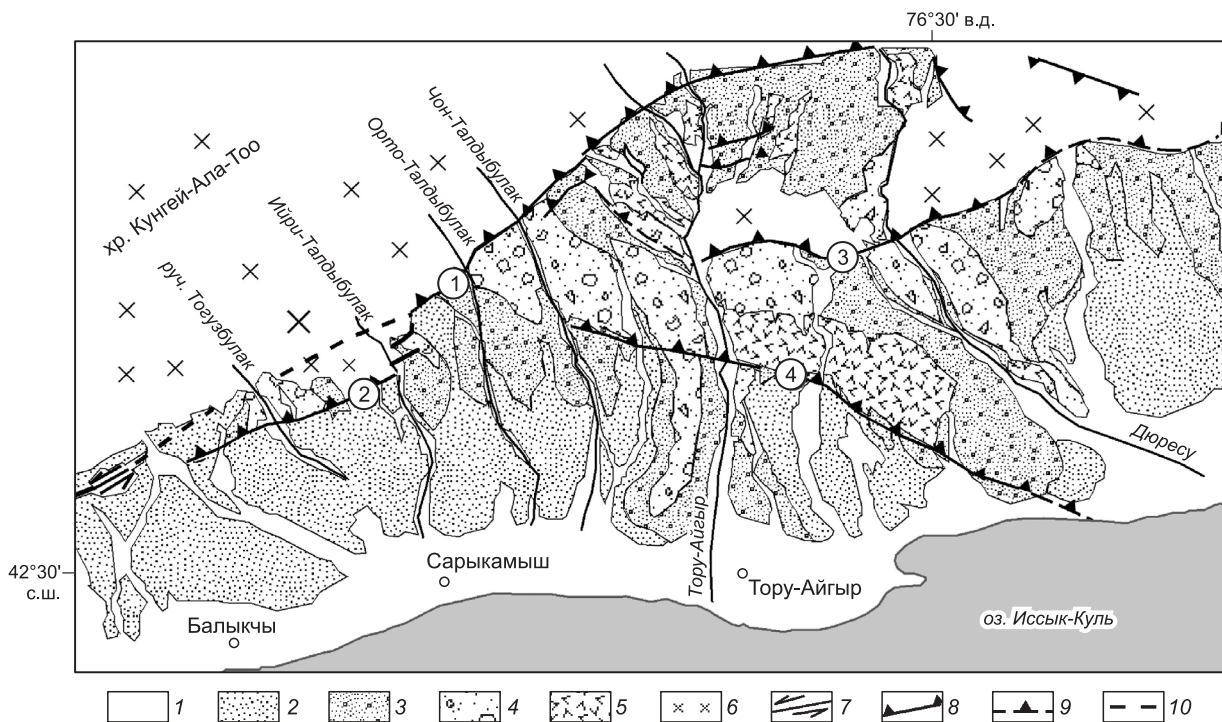


Рис. 2. Геологическая карта Северо-Западного Прииссыккулья, по [Selander, 2008] с изменениями.

1—5 — отложения: 1 — современные, 2 — голоценовые, 3 — позднеплейстоценовые, 4 — среднеплейстоценовые, 5 — палеоген-неогеновые; 6 — породы палеозойского основания; 7 — сдвиг; 8 — надвиг; 9 — предполагаемые надвижки; 10 — разрывные нарушения предполагаемые. Цифры в кружках — разломы: 1 — Тогуз-Булакский краевой, 2 — Талды-Булакский адырный, 3 — Кызыл-Культорский адырный, 4 — Ак-Текинский адырный.

Рис. 3. Сбалансированный разрез по долине р. Тору-Айгыр, построенный по [Selander, 2008] с изменениями.

Показаны только главные структуры. На врезке — схематическая блок-диаграмма «цветочной» структуры с литрическими надвижками, сливающимися на глубине в зону магистрального сдвига.

разрывам, расположенным к югу — в осадочном чехле Иссык-Кульской впадины: Кызыл-Культорскому, Южно-Актекинскому, Текренскому и др. [Корженков, 2000].

В отдельных случаях нам удалось установить сейсмическую природу подвижек по названным разломам. Так, например, в голоцене по Южно-Актекинскому разлому уже произошли два землетрясения, последнее из них, по данным метода инфракрасной люминесценции, по-видимому, имело место в конце VII в. н.э. (680 ± 230 год н.э.) [Корженков и др., 2007].

Летом 2008 г. нами были проведены детальные полевые исследования в долине р. Иири-Талдыбулак. Эта долина привлекла наше внимание не случайно. Именно здесь находятся высокие адыры (предгорья Талды-Булак) хр. Кунгей-Ала-Тоо, развитые к югу от Тогуз-Булакского краевого разлома. Эти адыры сложены коренными палеозойскими образованиями. Южные крылья адыров Талды-Булак оборваны разрывами. Вдоль этих дизъюнктивов развиты отчетливые сейсмоуступы (рис. 4, 5).

Авторы работы осуществили детальную топографическую съемку районов развития сейсмоуступов, рвущих позднеплейстоценовые и голоценовые аллювиальные поверхности в среднем течении долины р. Иири-Талдыбулак (рис. 6). Данная съемка позволила точно определить высоты смещения аллювиальных террас. Высокая пойма по южному разрыву смещена на 2.66 м (рис. 7, профиль А—Б), позднеголоценовая терраса — на 6—8 м (см. рис. 7, В—Г, Д—Е), позднечетвертичная — на 18 м (см. рис. 7, Ж—З) и среднечетвертичная — на 60 м (судя по детальной топографической карте).

Для определения возраста последней активизации по вышеописанным разрывам нами были пройдены шурфы в телах, образованных ими сейсмоуступов (см. рис. 7). Пробы органических остатков отбирались в нижних частях почвы для определения их абсолютного возраста радиоуглеродным методом (рис. 8).

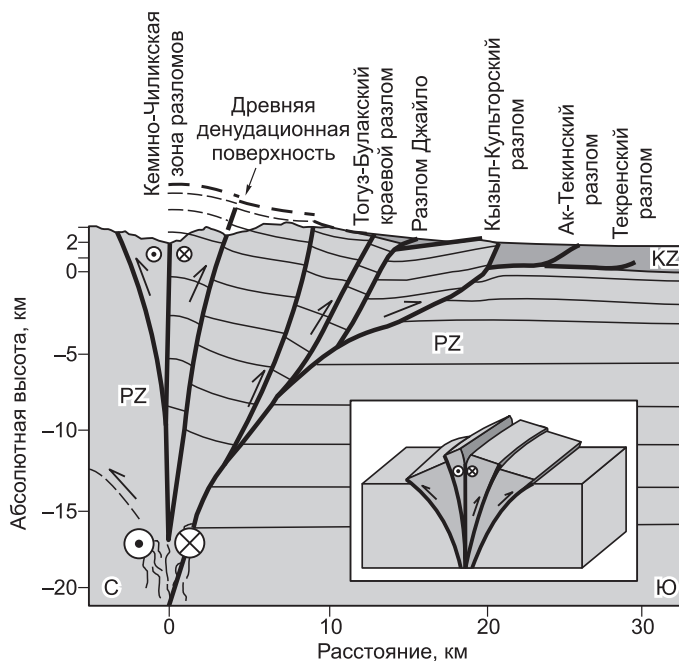
Сначала остановимся на рассмотрении южного уступа, пересекшего высокую пойму на правом склоне р. Иири-Талдыбулак. Его GPS координаты в месте отбора нами проб таковы: абс. выс. 2112 м, $42^\circ 34' 06.6''$ с.ш., $76^\circ 15' 40.5''$ в.д. Возраст этой разорванной поверхности определяется нами по возрасту пробы, отобранной в подошве сейсмоуступа (СОАН-7760). Важно отметить, что к югу от подошвы уступа находятся остатки стены загона (см. рис. 8, Б). Ее возведение привело к образованию местных

подпрудных условий и накоплению мелкоземма, на котором образовалась современная почва. Проба, отобранная в нижней части почвенного покрова, дает нам возраст 2985 ± 60 лет, т.е. X в. до н.э.



Рис. 4. Сейсмоуступ, рвущий высокую пойму на правом (западном) склоне долины р. Иири-Талдыбулак.

Вид на северо-восток. Уступ, по-видимому, образовался в конце VII в. н.э. Глыбы внизу уступа (справа от вертикальной стрелки) были вырваны и смещены в восточном направлении (направо) во время сейсмического события.



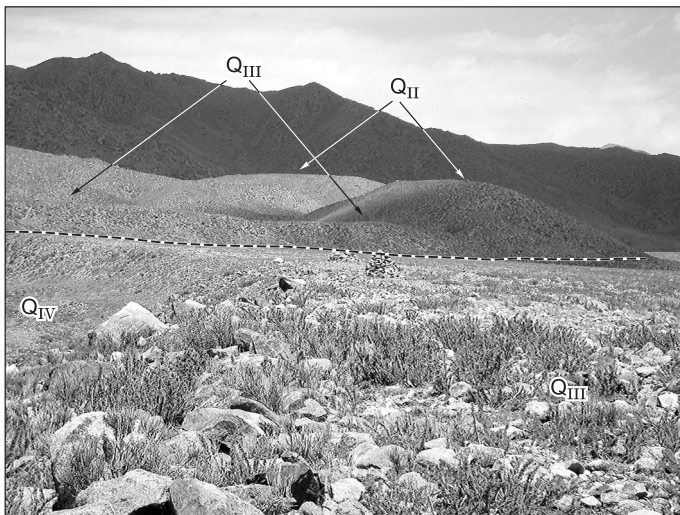


Рис. 5. Уступ, рвущий поверхности четвертичных аллювиально-пролювиальных террас на левом (восточном) склоне р. Ири-Талдыбулак.

Штриховая линия проведена по подошве сейсмоуступа — выходу на поверхность плоскости разрыва.

Возраст 590 ± 45 лет пр. СОАН-7762, взятой к северу от разрыва, не может быть использован для датирования высокой поймы, так как он был отобран в болотистой почве, где мигрирующие водные растворы постоянно приносят свежий углерод из атмосферы. Время же формирования самого уступа определяется нами по возрасту пр. СОАН-7761 (1250 ± 60 лет).

Проба из нижней части почвенного покрова на склоне сейсмоуступа, пересекшего поверхность раннеголоценовой террасы на левом склоне долины р. Ири-Талдыбулак, показала возраст 1050 ± 55 лет (СОАН-7763), т.е. X в. н.э.

ИСТОРИКО-АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Одним из археологических объектов северо-западного побережья являются развалины у с. Торуй-Айгыр. Здесь имеются наскальные рисунки, курганы саков и усуней по обеим сторонам одноименной реки и вверх по ущелью. Встречаются и могильники древних тюрков. Интересны петроглифы, находящиеся севернее с. Сары-Камыш, выше водохранилища. Эти рисунки на камнях оставлены племенами, жившими на территории Иссык-Кульской котловины в II тыс. до н.э. — I тыс. н.э.

Еще севернее сары-камышских петроглифов располагаются описанные выше южный и северный адырные разрывы в долине р. Ири-Талдыбулак. Эти сейсмогенные структуры пересекли так называемый таш-коро (каменные загоны для скота, а также зимовки кочевников). Они представляют собой сложносоставленные каменные выкладки — длинные ряды валунов. Таш-коро обычно имеют хаотичную конфигурацию в виде кругообразных розеток, спиралевидных фигур.

Таш-коро в долине р. Ири-Талдыбулак имеет четыре возрастные фазы строительных конструкций. Пример наиболее молодой из них — это разрушенная каменная усадьба богатого человека, состоявшая из нескольких десятков помещений (рис. 9). Ее возраст, по-видимому, конец XIX — начало XX века: на стенах сохранилась штукатурка, обнаженные камни не имеют пустынного загара и признаков лишайникового покрова. Отсутствие цементного раствора между камнями говорит о том, что это строение было построено еще до

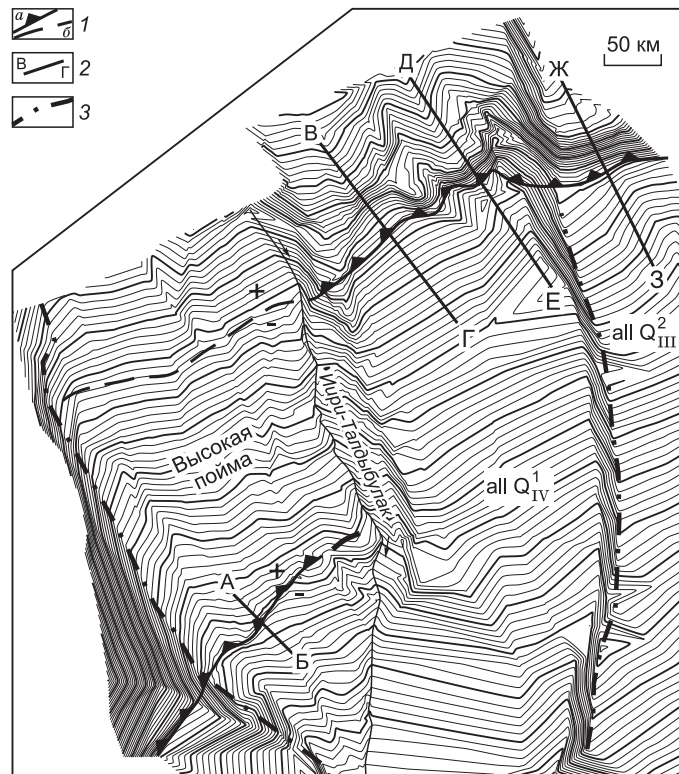


Рис. 6. Детальная топографическая карта среднего течения р. Ири-Талдыбулак, выполненная с помощью электронного тахеометра.

1 — сейсмоуступы, ограничивающие с юга высокие адыры Талды-Булак (а — отчетливо выраженные, б — предполагаемые по ряду морфологических признаков), ключики показывают направление падения плоскостей разрывов; 2 — линии топографических профилей; 3 — трасса «городской» стены таш-коро.

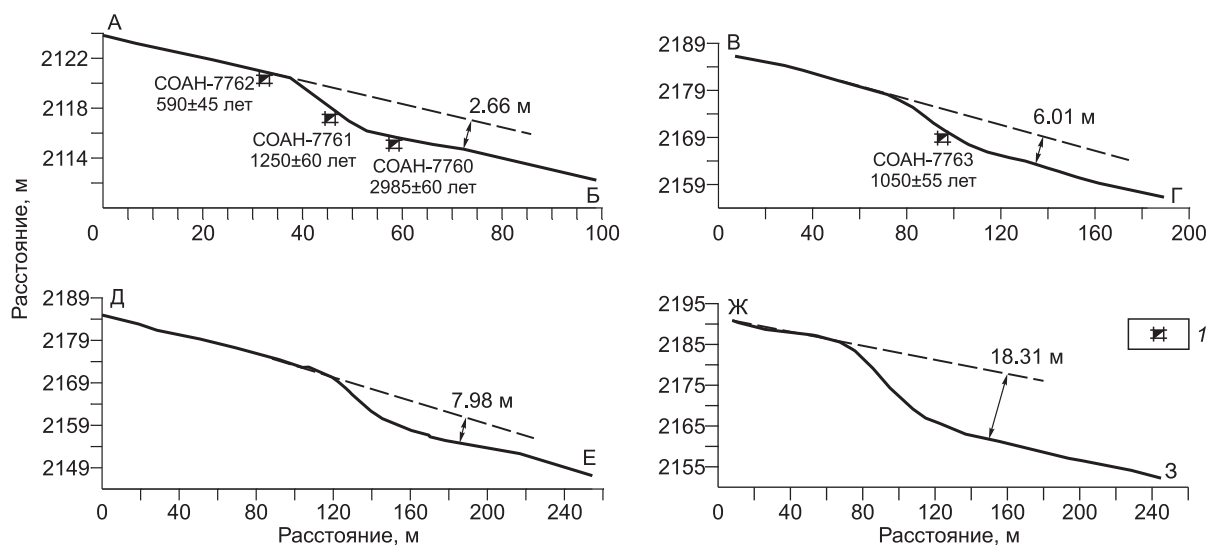


Рис. 7. Профили через сейсмоуступы.

А—Б — через южный; В—Г, Д—Е, Ж—З — через северный. 1 — шурф.

советской власти. Разрушение усадьбы произошло, вероятно, во время Кебинского землетрясения 1911 г. ($M > 8$), его сейсмогенный разрыв вспорол северный склон хр. Кунгей-Ала-Тоо. Важно отметить, что развалины еще одной усадьбы того же возраста можно наблюдать в нескольких километрах к западу от долины р. Ийри-Талдыбулак.

Следующая фаза строительства — это отдельно встречающиеся каменные загоны для скота, возведенные во время позднего средневековья (?). Они выложены из камней, уже затронутых пустынным загаром и начинающимся лишайникообразованием.

Наиболее широкое распространение (более 1 км²) имеют конструкции третьей фазы строительства. Она представлена загонами для скота, располагающимися повсюду в пределах «городской» стены (рис. 10). Эта «городская» стена и стены загонных покрыты хорошо развитыми пустынным загаром и

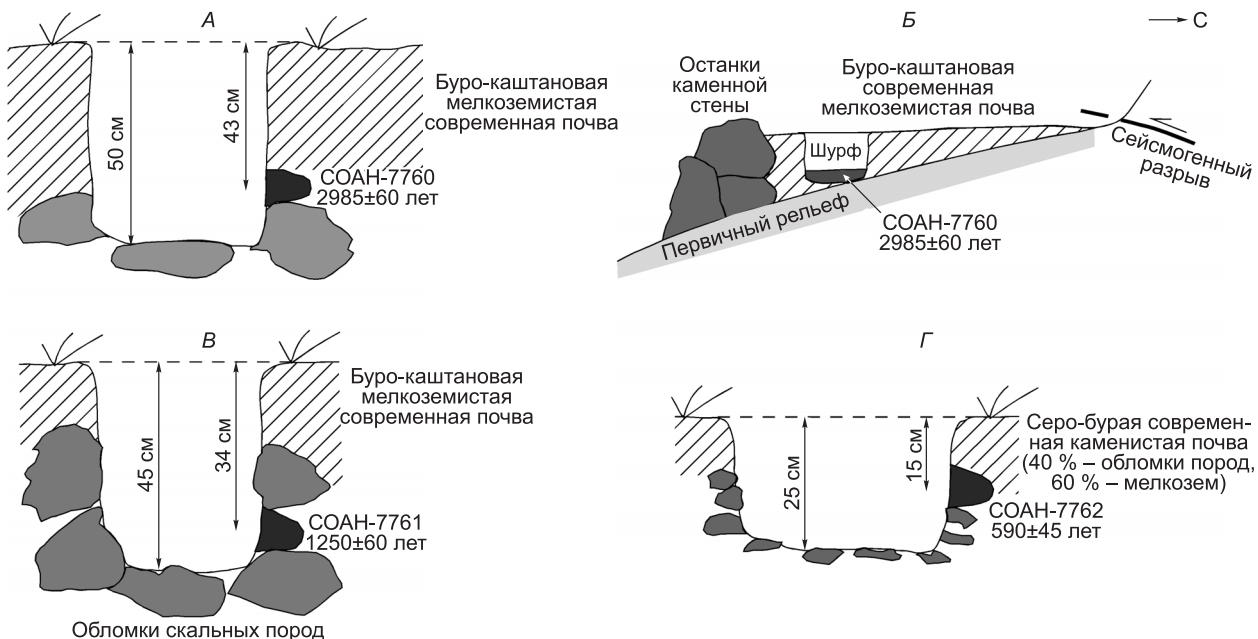


Рис. 8. Схематические зарисовки шурфов, пройденных у подножия южного сейсмоуступа (А), на его склоне (В), на гребне (Г), и местоположения шурфа у подножия южного сейсмоуступа (разрез) (Б).

Здесь после возведения стены накопился мелкозем, на котором впоследствии образовалась почва. Проба СОАН-7760 была взята в нижней части почвенного горизонта.



Рис. 9. Усадьба богатого человека, построенная на высокой пойме на правом склоне долины р. Иири-Талдыбулак.

Вид на запад. Возможно, что разрушение усадьбы произошло во время Кебинского землетрясения 1911 г.

но на тюркское время пришлось основное строительство и максимальная оккупация таш-коро в долине р. Иири-Талдыбулак. Важно отметить, что западная «городская» стена таш-коро не была разрушена в месте ее пересечения южным сейсмоуступом.

Для возведения стен описанных первых трех фаз строительства древние кочевники использовали преимущественно небольшие местные камни. Их размер обычно не превышает 40 — максимум 50 см по длинной стороне. Однако на территории Иири-Талдыбулакского таш-коро изредка встречаются стены, сложенные из больших глыб, достигающих более 1 м в диаметре. Эту стену и ей подобные мы относим к четвертой — самой древней фазе строительства. Одна из таких стен была разрушена южным сейсмогенным разрывом во время его вспарывания. В нижней части сейсмоуступа виден выворот значительных глыб в восточном направлении (см. рис. 4). Скорее всего, эти массивные стены принадлежали отдельным загонам для скота, расположенным разрозненно по всей долине р. Иири-Талдыбулак. Судя по пр. СОАН-7760, отобранной в нижней части почвенного горизонта, образованного перед древней стеной (см. рис. 8), в долине р. Иири-Талдыбулак люди жили уже в X—XI вв. до н.э. Этот возраст подтверждается и многочисленными петроглифами того же времени [Улеманн и др., 2003], находящимися в нескольких километрах к югу от таш-коро.

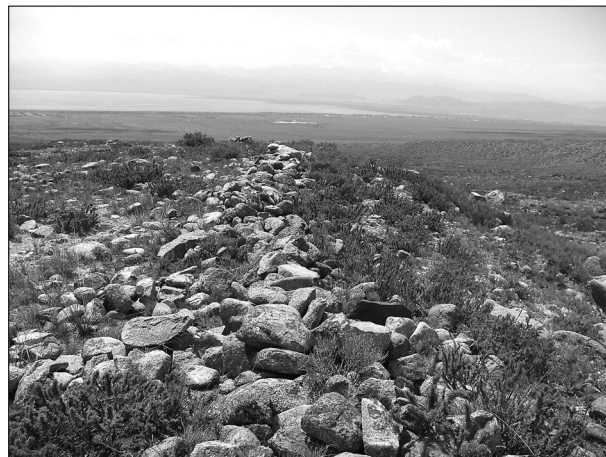
Таким образом, Иири-Талдыбулакский таш-коро был построен уже после первого сильного землетрясения, произошедшего в конце VII в. н.э. А жизнь в нем, по-видимому, прекратилась лишь после второго землетрясения в конце IX в. н.э.

В 1986 г. водолаз В.М. Блинов [Конурбаев и др., 1994] обследовал обширную акваторию (400 × 800 м) озера к югу от восточной части территории турбазы «Улан» (расположенной в нескольких километрах к западу от с. Тору-Айгыр). На расстоянии 250 м от береговой линии на глубине 3.5 м аквалангист обнаружил вымостку из обожженного кирпича. Это был участок неправильной формы площадью 17.5 м. Кирпичи (размером 28 × 14 × 5.5 см) были уложены в «елочку» и скреплены очень плотным раствором, не поддающимся даже воздействию металла. Толщина промазки между кирпичами 0.5 см. На значительном расстоянии вокруг выкладки валялись целые кирпичи и их фрагменты. Были обнаружены и другие сооружения. Например, в 300 м от берега на глубине 4 м сохранились остатки стен помещения (2 × 2 м), стороны которого ориентированы по сторонам света. Стены сохранились на высоту всего в 4 кирпича. Пол покрыт очень прочным цементирующим раствором.

По территории подводного городища без какой-либо системы были разбросаны скелеты людей, населявших его в древности. Положение скелетов разное: вытянут на спине головой на запад,

Рис. 10. Развалины «городской» стены таш-коро на бровке позднечетвертичной террасы на левом склоне долины р. Иири-Талдыбулак.

Вид на юг. Поверхность нетронутых камней, слагающих стену, покрыта пустынным загаром и интенсивным покровом лишайников. На дальнем плане западное окончание оз. Иссык-Куль и хр. Терсей-Ала-Тоо.



север или юг; на боку. Иногда попадался череп без скелета, в другой раз — наоборот. По всей видимости, здесь произошла катастрофа, при которой погибшие остались непогребенными.

В нескольких десятках километрах на восток от с. Тору-Айгыр (юго-западнее устья р. Чон-Койсуу) Г.А. Колпаковским в 1869 г. был обнаружен подводный город с разрушенными зданиями [Плоских, 1981; Конурбаев и др., 1994]. Всего в одной сажени от берега и на глубине около аршина семиреченский губернатор увидел параллельные стены на расстоянии всего в аршин друг от друга. Стены из обожженного кирпича не замыкали какого-либо пространства, а, располагаясь перпендикулярно к берегу, уходили далеко в глубину озера. Большое количество кирпича было разбросано у основания стен. Чем дальше от берега, тем чаще встречались кучи кирпичей, лежащих в беспорядке. Г.А. Колпаковский также писал о виденной им под водой обширной площадке, как будто специально устланной кирпичами, обломками посуды и костями.

В 1927 г. в этих же местах (в 300 м от берега близ с. Курское на глубине 4—6 м) археолог П.П. Иванов [Плоских, 1981; Иссык-Куль..., 1991] увидел на дне озера груды кирпичей и плит. Он нанес на план подводные развалины: стены из камня и кирпича, деревянные «мосты» и настилы, отождествляемые им с перекрытиями подземных сооружений, площадь и вымостки, напоминающие улицы, либо полы зданий, выложенные квадратными кирпичами, жернова, осколки сосудов, кости и т.п.

В 1959 г. здесь работал археолог Д.Ф. Винник [Плоских, 1981; Иссык-Куль..., 1991]. На подводной отмели (шириной до 200 м и длиной до 1000 м на глубине 0.5—4 м) напротив пионерского лагеря «Чайка» он обнаружил развалины сооружений из жженого кирпича и камня, фундаменты построек, полы, вымощенные кирпичом и камнем, бревенчатые настилы, а также вертикальные трещины в подводных стенах, образовавшиеся, по его мнению, во время сильного землетрясения. Кроме того, на значительной площади под водой в большом количестве встречались жженные кирпичи, глиняная посуда, керамические плитки с рельефным орнаментом и голубой глазурью, кости животных и человека, обломки изделий из металла и др. Поднятая керамика свидетельствовала о жизни города в X—XIV вв. н.э.

Все вышеперечисленные находки говорили о том, что некогда отмель была островом, на котором возвышалось кирпичное сооружение — крепость. Результаты Д.Ф. Винника, а также более поздние исследования В.М. Плоских [1981] подтвердили предположение В.В. Бартольда [1966], Л.С. Берга [1904] и П.П. Иванова [1956], что городище (в то время находящееся на острове) было затоплено в результате землетрясения.

Важная находка была сделана близ с. Улахол (древний город Хол? [Конурбаев и др., 1994]), находящегося в десятке километров на юг от с. Тору-Айгыр. Это был керамический круглодонный котел великолепной сохранности с двумя горизонтальными ручками подтреугольной формы. Находку извлекли со дна озера рыбаки. На дне котла, доверху набитого песком и илом, сохранились даже кости барана. Позднее эти кости были датированы радиоуглеродной лабораторией МГУ — XIV в. Один из рыбаков — житель г. Рыбачье (ныне г. Балыкчи) — С.П. Багрин рассказал, что большая площадь на озере в районе находки буквально усеяна фрагментами керамики. Здесь же с лодки он видел каменный жернов. Все эти данные свидетельствуют, что на дне озера близ с. Улахол находятся развалины средневекового поселения, которое просуществовало минимум до XIV в.

Почему древние поселения близ современных сел Тору-Айгыр, Курское и Улахол пришли в запустение, как оказались они на дне озера?

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В последней сводке по сильным землетрясениям [Джанузаков и др., 2003] приводится информация о первом известном древнем сейсмическом событии в Северо-Западном Прииссыккулье. В своей работе К.Д. Джанузаков с соавторами пишут о сильном землетрясении, имевшем место в 500 г. н.э. Координаты этого события 42.7° с.ш. и 76.5° в.д. Магнитуду упомянутые авторы определяют как $M = 6.7$, интенсивность $I = VIII—XIX$ баллов. К сожалению, авторы не указывают источник их информации об этом сейсмическом событии. Однако, по их мнению, эпицентр расположен на южном склоне хр. Кунгей-Ала-Тоо, где-то в месте восточного окончания Западно-Кунгейской мегаантиклинали. Эпицентр этого землетрясения был приурочен, по-видимому, к восточному окончанию Тогуз-Булакского краевого разлома.

В результате проведенных исследований нам удалось установить возраст и местонахождение двух сейсмических разрывов, образовавшихся во время сильных сейсмических событий средневековья, ранее неизвестных.

Мы уже указывали выше, что время формирования южного уступа, разорвавшего высокую пойму долины р. Иири-Талдыбулак, близко к VIII в. н.э. (1250 ± 60 лет, пр. СОАН-7761). Мы рассматриваем последнюю датировку как минимальный возраст подвижки по разрыву. Последний разорвал почвенный слой на своем крутом склоне (фронте) сейсмоуступа. Понадобилось какое-то время, чтобы на грубообломочных аллювиальных отложениях вновь образовалась почва — около 50—100 лет для этой части склона хр. Кунгей-Ала-Тоо.

Возраст второго сейсмического события определяется нами по пробе, отобранной в нижней части почвенного покрова на склоне северного сейсмоуступа, пересекшего поверхность раннеголоценовой террасы на левом склоне долины р. Иири-Галдыбулак. Она показала возраст 1050 ± 55 лет (СОАН-7763), т.е. X в. н.э. Мы используем те же логические построения, приведенные выше, т.е. возраст землетрясения, приведшего к формированию северного сейсмогенного уступа, на 50—100 лет древнее.

Археологические данные указывают на какое-то катастрофическое событие, имевшее место в XIV в. н.э. В это время жители по какой-то причине оставляют свои города и селения. Причины этого археологи приводят разные: и военные нашествия, и эпидемические болезни, и природные катастрофы. Анализ археологических материалов, изложенных выше, приводит нас к выводу о возможной сейсмической причине заката оседлых поселений в Северо-Западном Прииссыккулье. В пользу этого предположения свидетельствуют следующие данные:

- повсеместное разрушение всех средневековых сооружений, выявленное в наземных раскопках, методами подводной археологии, а также памятников, сохранившихся на дневной поверхности до сих пор;
- резкое/моментальное погружение прибрежных частей поселений, что не позволило населению спасти от затопления свой скраб/утварь;

- на территории подводных городищ без какой-либо системы разбросаны целые скелеты людей, населявших их в древности. Положение скелетов на дне озера различное: одно тело вытянуто на спине головой на запад, другое — на север или юг; третье тело залегает на боку. Ясно, что эти люди погибли внезапно, а моментальное погружение прибрежной части городища под воду не позволило уцелевшим жителям похоронить погибших.

Эти данные, а также радиоуглеродные датировки говорят о сильном землетрясении в Северо-Западном, Западном Прииссыккулье в XIV в. н.э.

В подтверждение вышесказанного особо следует остановиться на фактах значительных опусканий береговой зоны, имевших место при сильном землетрясении начала XX в. Вот что пишут К.И. Богданович с соавторами [1914] о Кебинской катастрофе 1911 г. ($M = 8.2$): «Берег Иссык-Куля около памятника Пржевальского. Образовались трещины, по которым происходило оседание части берега и dna залива озера... В районе Корумды на берегу озера отмечены были опускания «джерганак», т.е. зарослей облепихи, которыми покрыта краевая болотистая полоса... Мы попадаем в прославившуюся при этом землетрясении Сазановку, наполювину разрушенную, на восточном краю этого села начинаются уже трещины в поверхности, густою сетью покрывшие большую часть полей и лугов, сильные опускания берегов, смещения склонов оврагов, вздутия и т.п.; все эти явления усиливаются вплоть до Ойтала. Здесь произошли все те же опускания берега в несколько квадратных верст, провалы, ступенчатые оседания, масса трещин... По краям Тюпской губы (станция Николаевская)... удары шли с запада: по берегам «джерганак», заросли облепихи...».

Интересно отметить, что возраст сейсмического события, имевшего место в раннем средневековье вдоль южного разрыва Талды-Булакского адырного разлома, очень близок (в пределах инструментальных ошибок методов) возрасту последнего землетрясения, произошедшего по Ак-Текинскому разлому в конце VII в. н.э. (пр. TAR-8, 1320 ± 210 лет [Корженков и др., 2007]). Мы уже указывали, что последнее землетрясение по южному разрыву произошло на 50—100 лет ранее радиоуглеродного возраста пр. СОАН-7761 (1250 ± 60 лет), т.е. тоже в конце VII в. Возможно, оба разрыва образовались во время одного и того же землетрясения?

Подобные прецеденты имели место во время сильных современных землетрясений в Северном Тянь-Шане. Так, например, максимальная степень повреждений зданий и деформаций в рельефе отмечались А.М. Корженковым с соавторами [2006] во время Кочкорского землетрясения (2006 г., $M = 5.5$, $I = VII—VIII$ баллов) вдоль двух субширотных полос: одна из них была приурочена к Южно-Кочкорскому краевому разлому, а другая — к адырному Акчопскому разлому (рис. 11).

Во время Суусамырского землетрясения (1992 г., $M = 7.3$, $I = IX—X$ баллов), произошед-

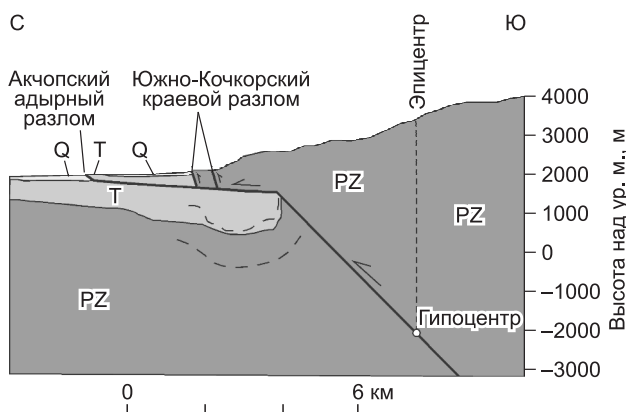


Рис. 11. Геологический разрез, построенный через эпицентральную зону Кочкорского землетрясения 2006 г. по данным геологического картирования и магнитотеллурического зондирования [Park et al., 2003; Корженков и др., 2006].

Величина подвигания осадочных отложений (Т — третичных и Q — четвертичных) под хребет, сложенный палеозойскими породами (PZ), не менее 3 км.

шего в одноименной впадине, образовались два сейсмоуступа на поверхности: один — вдоль Суусамырского краевого разлома, а второй — вдоль Арамсуйского адырного разлома [Богачкин и др., 1997], отстоящий от первого на 26 км. Зона разрыва Суусамырского землетрясения, на основе афтершоковых данных, простиралась на расстояние около 50 км [Mellors et al., 1997]. В то же время общая длина двух образовавшихся поверхностных разрывов составляет только около 4 км. Отсутствие обширного поверхностного разрыва от такого значительного события довольно необычно. Такой феномен может иметь место, если подвижки по главному разлому на глубине распределяются по вторичным расщепляющимся разломам, достигающим поверхности.

В случае Суусамырского землетрясения ясно, что наличие уступов вдоль краевого Суусамырского и адырного Арамсуйского разломов предполагает расширение разломной зоны близ дневной поверхности. Это возможно, если главный разлом на глубине разделяется на несколько вторичных разрывов близ поверхности, распределяя, таким образом, общую величину подвижки на расщепляющиеся разрывы, достигающие земной поверхности. Наконец, авторы работы [Mellors et al., 1997] отмечали, что афтершоки, которые отчетливо выявляют разломную плоскость на глубине, становятся более рассеянными близ поверхности. Более значительное рассеяние, наблюдаемое для мелкофокусных афтершоков, отчасти является следствием плохого определения гипоцентров на малых глубинах, но может также отражать это расширение разломной зоны по направлению к земной поверхности.

Не исключено, что в конце VII в. н.э. в Северо-Западном Прииссыккулье произошло два независимых землетрясения, разделенных коротким интервалом времени. Этот интервал мы не можем выявить из-за значительных ошибок радиоуглеродного и (особенно) люминесцентного метода датирования. Возможно, что имела место кластеризация землетрясений по одной сейсмогенной зоне. В истории сильных землетрясений Северного Тянь-Шаня подобная кластеризация наблюдалась в конце XIX — начале XX века. Здесь вдоль так называемой Северо-Тяньшаньской сейсмической зоны всего за 26 лет произошло 4 сильнейших землетрясения: Беловодское 1885 г. с $M_{LH} = 6.9$, Верненское 1887 г. с $M_{LH} = 7.3$, Чиликское 1889 г. с $M_{LH} = 8.3$ и Кебинское 1911 г. с $M_{LH} = 8.2$ [Джанузаков и др., 2003]. Если палеосейсмологи будут изучать последствия этих землетрясений в 3010 г., используя радиоуглеродный метод, то из-за ошибки метода для них это будут различные сегменты Северо-Тяньшаньской сейсмогенерирующей зоны, одновременно активизировавшиеся в 1900 г. ± 50 лет.

Для определения магнитуды палеосейсмокатастроф по параметрам сейморазрывных дислокаций нами была использована формула А.А. Никонова [1984] (данные по землетрясениям Средней Азии):

$$M = 7.09 + 0.79 \lg h.$$

Предположив, что 2.66-метровый уступ в высокой пойме р. Иири-Талдыбулак был сформирован за одно событие, получаем $M = 7.43$.

Также можно грубо подсчитать количество сильных событий и по северному разрыву: 2—3 землетрясения в голоцене, 3—4 сильных сейсмических события в позднем плейстоцене и 15—16 землетрясений в среднем плейстоцене.

Для оценки сейсмической опасности важным результатом этих вычислений является повторяемость сильных сейсмических событий в голоцене (последние 10—12 тыс. лет): одно сильное землетрясение в 3—4 тыс. лет по северному разрыву Талды-Булакского адырного разлома. Не нужно забывать, однако, что этот сейсмогенный разрыв не единственный в данном регионе. Для достоверной оценки сейсмической опасности Западного Прииссыккулья необходимо провести палеосейсмологические исследования вдоль всех таких разрывов.

ВЫВОДЫ

Из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы.

Во время Средневековья на территории Северо-Западного Прииссыккулья произошли, по меньшей мере, четыре сильных землетрясения: в 500 г., в конце VII в., в конце IX в. и в XIV в. Второе и третье землетрясения были выявлены и исследованы нами впервые.

Первое, второе и четвертое землетрясения произошли на закате цивилизаций усуней, тюрков и моголов, населявших в средневековье Северный Тянь-Шань и Семиречье.

Во время землетрясения конца VII в., по-видимому, имело место вспарывание сейсмогенных разрывов по двум различным адырным разломам.

Магнитуда палеоземлетрясений была не менее $M = 7$, что соответствует сейсмической сотрясаемости $I_0 = IX—X$ баллов.

Повторяемость сильных землетрясений по этим разломам в голоцене составляет одно сейсмическое событие в 3—6 тыс. лет.

Для полной оценки сейсмической опасности Западного Прииссыккулья необходимо провести исследования сейсмической активности всех сейсмоактивных разломов.

Авторы благодарят студентку Университета штата Аризона (США) М. Муретта, принимавшую участие в полевых исследованиях, А.В. Березину, А.В. Бобровского за предоставленные материалы, а также А.Г. Филину и анонимного рецензента за критическое, но доброжелательное прочтение рукописи, которое позволило значительно улучшить качество статьи.

Материалы для этой статьи были собраны и подготовлены при поддержке гранта US CRDF № KYG2-2820-BI-06.

ЛИТЕРАТУРА

Бартольд В.В. Отчет о поездке в Среднюю Азию с научной целью в 1893—1894 гг. // Сочинения. Т. 4. М., 1966, с. 59—71.

Берг Л.С. Озеро Иссык-Куль // Землеведение. Кн. 1—2. Казань, 1904, с. 76—100.

Богачкин Б.М., Корженков А.М., Мамыров Э., Нечаев Ю.В., Омуралиев М., Петросян А.Е., Плетнев К.Г., Рогожин Е.А., Чаримов Т.А. Структура очага Сусамырского 1992 года землетрясения на основе анализа его геологических и сейсмологических проявлений // Изв. РАН. Физика Земли, 1997, № 11, с. 3—18.

Богданович К.И., Карк И.М., Корольков Б.Я., Мушкетов Д.И. Землетрясение в северных цепях Тянь-Шаня 22 декабря 1910 г. (4 января 1911 г.) // Тр. Геологического комитета. Новая серия, вып. 89. СПб., 1914, 256 с.

Джанузаков К., Омуралиев М., Омуралиева А., Ильясов Б., Гребенникова В.В. Сильные землетрясения Тянь-Шаня в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов стран Центральной Азии. Бишкек, Илим, 2003, 216 с.

Иванов П.П. Материалы по археологии котловины Иссык-Куля // Труды Института истории АН Киргизской ССР, 1956, вып. 3, с. 7—19.

Иссык-Куль. Нарын: Энциклопедия. Фрунзе, Гл. ред. КСЭ, 1991, 512 с.

Конурбаев А., Мокрынин В., Плоских В. Город великого путешественника. Бишкек, Илим, 1994, 80 с.

Корженков А.М. Тектоника кайнозоя и сейсмичность северо-западной части Иссык-Кульской впадины (Тянь-Шань) // Геология и геофизика, 2000, т. 41 (7), с. 971—982.

Корженков А.М. Сейсмогеология Тянь-Шаня. Бишкек, Илим, 2006, 290 с.

Корженков А.М., Муралиев А.М., Ормуков Ч.О., Сейталиев М.М., Джумабаева А.Б., Гребенникова В.В. Макросейсмическое обследование Кочкорского землетрясения 28 декабря 2006 года ($M = 5,5$, $K = 14$, $I_0 = 7$) в Северном Кыргызстане // Наука и новые технологии, 2006, № 3—4, с. 219—225.

Корженков А.М., Поволоцкая И.Э., Мамыров Э. Морфологическое выражение четвертичной деформации в северо-западных предгорьях Иссык-Кульской впадины Тянь-Шаня // Геотектоника, 2007, № 2, с. 53—72.

Никонов А.А. Развитие палеосейсмогеологического метода для оценки сейсмической опасности Средней Азии // Геолого-геофизическое изучение сейсмоопасных зон. Фрунзе, Илим, 1984, с. 192—203.

Плоских В.М. Подводные тайны // Иссык-Куль. Путешествие в историю. Фрунзе, Илим, 1981, с. 43—57.

Турбин Л.И., Александрова Н.В., Конюхов А.Г. Палеоген и неоген Северо-Восточной Киргизии // Геология СССР. Кирг. ССР. Т. XXV, Кн. 1. М., Недра, 1972, с. 256—268.

Улеманн К., Винник Д.Ф., Ысманова К.Ы. Биосферная территория Ысык-Кёль. Культурно-исторические памятники. Бишкек, Изд-во ГТЦ, 2003, 88 с.

Фортуна А.Б. Мезозойские и палеоген-неогеновые отложения // Детальное сейсмическое районирование Иссык-Кульской впадины. Бишкек, Илим, 1993, с. 11—15.

Юдахин Ф.Н. Геофизические поля, глубинное строение и сейсмичность Тянь-Шаня. Фрунзе, Илим, 1983, 315 с.

Mellors R.J., Vernon F.L., Pavlis G.L., Abers G.A., Hamburger M.W., Ghose S., Illiasov B. The $M_s = 7.3$ 1992 Suusamyр, Kyrgyzstan earthquake: 1. Constraints on fault geometry and source parameters based on aftershocks and body wave modeling // Bull. Seism. Soc. Amer., 1997, v. 87, p. 11—22.

Park S.K., Thompson S.C., Rybin A., Batalev V., Bielinski R. Structural constraints in neotectonic studies of thrust faults from the magnetotelluric method, Kochkor basin, Kyrgyz Republic // Tectonics, 2009, v. 22, N 2, 1013, doi: 10.1029/2001TC001318, 2003, с. 8-1—8-12.

Selander J. Inherited strike-slip faults as an origin for basement-cored uplifts: example of the Kungey and Zailiskey ranges, northern Tien Shan. M.S. Thesis, University of North Carolina, Chapel Hill, 2008, 73 p.