

УДК 551.2/3

СЕЙСМИЧЕСКИЕ КАТАСТРОФЫ В АХСИКЕТЕ (АХСИ) — СТОЛИЦЕ ФЕРГАНЫ В ЭПОХУ ТИМУРА И ТИМУРИДОВ

Андрей Михайлович Корженков^{1✉}, Абдулхамид Анарбаевич Анарбаев²,
Махира Турабовна Усманова³, Улфат Аманович Нурматов⁴,
Шукрулло Назруллаевич Насриддинов⁵, Улутбек Латифжон угли Артиков⁶,
Тахир Камилович Захидов⁷, Улмас Акбаровна Юсупджанова⁸,
Любовь Андреевна Корженкова⁹, Алексей Андреевич Сенцов¹⁰,
Алексей Олегович Агибалов¹¹

¹ Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия; amkor61@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-6424-4253>

² Национальный Центр археологии АН РУз, Ташкент, Узбекистан; anarbaev-ahsi@mail.ru

³ Институт сейсмологии имени Г.А. Мавлянова АН РУз, Ташкент, Узбекистан; m.usmanova@mail.ru

⁴ Институт сейсмологии имени Г.А. Мавлянова АН РУз, Ташкент, Узбекистан; ulfat.nurmatov@mail.ru

⁵ Наманганский государственный университет, Наманган, Узбекистан; nasriddinovshukrullo99@gmail.com

⁶ Национальный Центр археологии АН РУз, Ташкент, Узбекистан; uartikov93@mail.ru

⁷ Институт сейсмологии имени Г.А. Мавлянова АН РУз, Ташкент, Узбекистан; tokhir_zakhidov@mail.ru

⁸ Институт сейсмологии имени Г.А. Мавлянова АН РУз, Ташкент, Узбекистан; seismosuz@gmail.com

⁹ Институт геоэкологии имени Е.М. Сергеева РАН, Москва, Россия; korjenkova2404@mail.ru

¹⁰ Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия; alekssencov@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-6182-114X>

¹¹ Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия; agibalo@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-6742-3524>

Аннотация. Изучены сейсмические деформации в руинах древнего города Янги-Ахси (Наманганская область Узбекистана): разрывы со смещением в грунте; обрушения на значительные расстояния; наклоны, выдвигания и повороты частей строительных конструкций, образовавшиеся в результате, по крайней мере, двух позднесредневековых землетрясений. Они связаны с активизацией Северо-Ферганской флексурно-разрывной зоны. На основе оценки периода повторяемости землетрясений этой области сделан вывод о том, что в настоящее время здесь сформировались условия для возникновения сейсмического события с магнитудой ≥ 6 .

Ключевые слова: Фергана, Ахсикет (Ахси), сейсмические деформации, сейсмические катастрофы

Для цитирования: Корженков А.М., Анарбаев А.А., Усманова М.Т., Нурматов У.А., Насриддинов Ш.Н., Артиков У.Л., Захидов Т.К., Юсупджанова У.А., Корженкова Л.А., Сенцов А.А., Агибалов А.О. Сейсмические катастрофы в Ахсикете (Ахси) — столице Ферганы в эпоху Тимура и Тимуридов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2023. № 1. С. 20–30. doi: 10.55959/MSU0579-9406-4-2023-63-1-20-30

SEISMIC CATASTROPHES IN AKHSIKET (AKHSI) — THE CAPITAL OF FERGANA IN THE EPOCH OF TIMUR AND THE TIMURIDS

Andrey M. Korzhenkov^{1✉}, Abdulkhamid A. Anarbaev², Makhira T. Usmanova³,
Ulfat A. Nurmatov⁴, Shukrullo N. Nasriddinov⁵, Ulugbek L. Artikov⁶,
Takhir K. Zakhidov⁷, Ulmas A. Yusupdzhanova⁸, Lyubov A. Korzhenkova⁹,
Alexey A. Sentsov¹⁰, Alexey O. Agibalov¹¹

¹ Schmidt Earth Physics Institute RAS, Moscow, Russia; amkor61@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6424-4253>

² National Center of Archaeology, Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan; anarbaev-ahsi@mail.ru

³ Institute of Seismology G.A. Mavlyanov, Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan;
m.usmanova@mail.ru

⁴ Institute of Seismology G.A. Mavlyanov, Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan;
ulfat.nurmatov@mail.ru

⁵ Namangan State University, Republic of Uzbekistan, Namangan, Uzbekistan; nasriddinovshukrullo99@gmail.com

⁶ National Center of Archaeology, Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan; uartikov93@mail.ru

⁷ Institute of Seismology G.A. Mavlyanov, Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan;
tokhir_zakhidov@mail.ru

⁸ Institute of Seismology G.A. Mavlyanov, Academy of Sciences, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan;
seismosuz@gmail.com

⁹ E.M. Sergeev Institute of Geoecology RAS, Moscow, Russia; korjenkova2404@mail.ru

¹⁰ Schmidt Earth Physics Institute RAS, Moscow, Russia; alekssencov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6182-114X>

¹¹ Schmidt Earth Physics Institute RAS, Moscow, Russia; agibalo@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6742-3524>

Abstract. Seismic deformations in the ruins of the ancient city of Yangi Ahsi (Namangan region of Uzbekistan) have been studied: ruptures with displacement in the ground, collapses over considerable distances, tilts, shifts and rotations of parts of building structures formed as a result of at least two late medieval earthquakes. They are associated with the activation of the North Ferghana flexure-rupture zone. Based on the assessment of the period of recurrence of earthquakes in this area, it is concluded that conditions have now formed here for the occurrence of a seismic event with a magnitude ≥ 6 .

Key words: Fergana, Ahsiket, Ahsi, Silk Road, seismic deformations, seismic catastrophes

For citation: Korzhenkov A.M., Anarbaev A.A., Usmanova M.T., Nurmatov U.A., Nasriddinov Sh.N., Artikov U.L., Zakhidov T.K., Yusupdzhanova U.A., Korzhenkova L.A., Sentsov A.A., Agibalo A.O. Seismic catastrophes in Akhsiket (Akhsi) — the capital of Fergana in the epoch of Timur and the Timurids. *Moscow University Geol. Bull.* 2023; 1: 20–30. doi: 10.55959/MSU0579-9406-4-2023-63-1-20-30 (In Russ.).

Введение. Караванный Великий шелковый путь из Китая в Европу, Индию и обратно существовал на протяжении полутора тысяч лет до Позднего Средневековья — времени открытия морского пути в Индию и Китай. Этот путь не был одной проторенной дорогой, это было множество дорог и троп, которые вели в одном направлении. В частности, через Фергану проходило большинство караванов, идущих из Китая на Запад [Анарбаев, 2019]. Караваны шли то по одному, то по другому участку пути в зависимости от политической, военной и климатической ситуации. По всей видимости, сильные сейсмические катастрофы также приводили к изменениям маршрутов торговых караванов, так как нарушались инфраструктура караван-сараев, обеспечение людей и животных водой и пищей.

Ферганская межгорная впадина, расположенная на западе горной системы Тянь-Шань, известна своими сильными сейсмическими событиями. Сеть сейсмических станций, работающих в горном регионе Ферганской впадины, тщательно регистрирует все произошедшие землетрясения. Вместе с тем, период функционирования сети сейсмических станций не превышает 100 лет. Для построения карт сейсмического районирования необходима полноценная оценка сейсмической опасности территорий, для этого срока сейсмических наблюдений в 100 лет недостаточно. Период сейсмических наблюдений особенно важен для ответственных объектов, таких, как, например, АЭС, когда требуется изучение режима сильных землетрясений в регионе за последние 10 тыс. лет. Современные методы палеосейсмологии позволяют решать подобные задачи. Сильные землетрясения, произошедшие в доисторическое, историческое и современное время (инструментальная регистрация землетрясений началась с 1902 г.), свидетельствуют о высоком уровне сейсмичности в Наманганской области.

Статья посвящена исследованиям деформаций в древних строениях городища Янги-Ахси и продолжает наши работы по уточнению сейсмической опасности Ферганской долины на базе полученных ранее данных в области археосейсмологии. Городище Янги-Ахси — руины города Ахсикет эпохи Тимура и Тимуридов, который в древнем литературном памятнике «Бабурнаме» упоминается как Ахси. Городище находится на расстоянии около 5,5 км на

северо-запад от монгольского Ахсикета. Здесь мы изучили остатки минарета, бани и других объектов инфраструктуры города.

Материалы и методы исследования. Ферганскую долину отличает богатая история. Изобилие и часто относительно хорошая сохранность археологических памятников различных эпох, построенных за тысячи лет, создают благоприятные условия для применения археосейсмологического метода. В отдельных случаях очаги сильных землетрясений достигают поверхности. При этом разрываются и смещаются строительные конструкции. По величине и направлению смещения строительных элементов (например, городских стен или акведуков) можно определить кинематические характеристики сейсмического события и рассчитать их численные параметры. Время события определяется по возрасту археологических артефактов и по данным изотопных датировок. Таким образом, сравнительно легко находят ответы на три главных вопроса сейсмологической науки: где, когда и какой силы произошло землетрясение.

Однако подобные случаи выхода сейсмических очагов в пределах древних городов крайне редки. Чаще всего археологи имеют дело с многочисленными деформациями и разрушениями в строительных конструкциях, которые они традиционно приписывают нашествию иноземных армий или добровольному оставлению населенных пунктов местными жителями (например, при изменении местного гидрологического режима), тем не менее возможно установить сейсмическую природу деформаций по закономерностям обрушения строительных элементов. Использование особенностей разрушений, наблюдаемых в древних (так же, как и в современных) руинах, служит количественным инструментом для решения трех главных задач: 1) продление сейсмической летописи на временной интервал в тысячи лет; 2) локализация эпицентров методом, независимым от сейсмической сети и дополняющим ее; 3) идентификация зон с сейсмически наведенной деформацией сжатия и растяжения.

Особенности рассмотренных сейсмических повреждений археологических объектов были предварительно прокалиброваны нами при исследовании Кочкор-Атинского и Суусамырского землетрясений (1992 г., Кыргызстан), а затем использованы при

археосейсмологических исследованиях на Ближнем Востоке, в Средней Азии, в Германии, на Кавказе и в Крыму [Korzhnikov, Mazor, 1999]. Отметим, что свидетельства разрушительного землетрясения в археологическом комплексе становятся тем более очевидны, чем больше выделяется типов и случаев сейсмических повреждений, а обнаруженные сейсмические деформации моложе самих строительных конструкций, но старше последующего ремонта или перекрывающих сооружений.

Историко-археологический очерк. Столичный город Ахсикет был построен в III в. до н.э. на городище Ахсикент (Эски Ахси) и просуществовал до монгольского завоевания. В древности город назывался Фергана, и только со второй половины IX в. он в источниках упоминается как Ахсикет, а по нумизматическим материалам до середины XI в. продолжал носить двойное название Фергана-Ахсикет. В IX–XII вв. его площадь достигала более 400 га, а население составляло более 200 тыс. человек, т.е. город был мегаполисом своего времени. В эти годы Фергана поставляла в Китай «небесных коней», доспехи и хлопок. Позже из Ферганы (Ахсикета) на Восток и Запад вывозили так называемые дамасские клинки — в это время город работал в основном на большой международный рынок. Это дало городу возможность разбогатеть и стать экономически сильным [Анарбаев, 1988, 2013; Корженков и др., 2021].

В X–XI вв. в городе из обожженных кирпичей были возведены бани со сложной подземной коммуникацией, построены подземная водопроводная система, соборная мечеть и монументальные жилые дома. Однако некогда процветающий город Ахсикет в первой четверти XIII в. внезапно разрушился. Соответственно, возникают вопросы: когда, кем и почему разрушен город? Известно, что в это время города Мавераннахра один за другим были завоеваны монголами, но в письменных источниках не встречена информация о том, что Ахсикет был разрушен монголами. В то же время источники содержат подробную информацию о занятии монголами городов Отрар, Бухара, Самарканд и Ургенч. Тем не менее, точных сведений о вторжении монголов в Ферганскую долину нет. Нам известно, что после завоевания Бухары и Самарканда Чингисхан, находясь в Самарканде, послал специальный отряд для захвата Ферганы [Бартольд, 1963], вот и все, больше мы нечего не знаем о судьбе столичного города Ахсикета.

Мы даже не знаем, как города Ферганы сопротивлялись монгольскому отряду. Если Ахсикет не был разрушен в этот период, то он должен был быть разрушен во время подавления протестов против монголов, которые произошли в Мавераннахре после 20-х гг. XIII в. Об этом свидетельствуют археологические материалы, которые получены в последние годы. В частности, монументальные жилища, украшенные настенной росписью и архитектурными

орнаментами караханидского периода, открытые на двух объектах памятника Ахсикент (XI, XXIV), были разрушены во времена монголов. После этого Ахсикет, как и многие другие города Узбекистана, такие, как Самарканд, Термез, Ургенч, Карши, Шахрисабз и Кува, изменил свое местоположение, т.е., определенная часть населения переселилась на территорию городища Янги-Ахси, а остальные нашли убежище в других городах Ферганской долины. Руины нового города находятся приблизительно в 5,5 км на северо-запад от старого и называются местным населением Янги-Ахси. Городище Янги-Ахси — это руины города Ахсикет в эпоху Тимура и Тимуридов, который в «Бабурнаме» упоминается в укороченном виде как Ахси. По сообщению Бабура [1993], Ахси (Ахсикат) был самым укрепленным городом Ферганы. Он был разрушен в результате сильного землетрясения в 1620 г. Теперь город Ахсикет-Ахси погиб окончательно, от него остались только одни воспоминания и руины под названием Янги-Ахси.

В 2021–2022 гг. на городище Янги-Ахси проводились археологические и археосейсмологические исследования на пяти объектах: были изучены остатки бани, минарета, внутриквартальных улиц. Так, на краю обрыва старого русла Сырдарьи (объект I) были расчищены остатки классической бани, возведенной из обожженных кирпичей на кировом растворе (рис. 1). Здание очень сильно разрушено, поэтому невозможно восстановить его план.

Объект II (мечеть) также находится на краю эрозионного обрыва. Здесь были расчищены остатки минарета. После гибели города река практически уничтожила даже уцелевшую нижнюю часть минарета. Сохранилась только его северная часть длиной 4 м и высотой 1,00–1,15 м. Судя по остаткам, диаметр минарета в основании составлял более 4 м. Мечеть была построена во второй половине XIII в. или в самом начале XIV в. и функционировала до 1620 г.

Объект III (жилой дом) находится на севере от вышеупомянутых объектов в частном огороде. Здесь была раскопана кладовая XV–XVI вв., где в больших хумах (керамических сосудах) хранились продукты. Еще на двух объектах (IV, V), которые тоже находились в частных огородах, раскопаны части внутриквартальных улиц, относящихся к XVI—началу XVII в.

Объект VI находится в 1,5 км на восток от городища Янги-Ахси. Здесь изучен архитектурный памятник — мавзолей Абдуллы Сурени. Удалось выяснить, что мавзолей построен примерно в XI в. и имел купольное перекрытие. Он разрушился во время землетрясения 1620 г. Спустя какое-то время памятник был восстановлен, но, к сожалению, он еще раз был разрушен. После этого мавзолей долго лежал в разваленном виде. Позже, приблизительно в XIX в., мавзолей был восстановлен, но без купола. При строительстве вторично применялись обожженные кирпичи XI–XII вв. и XV–XVI вв.

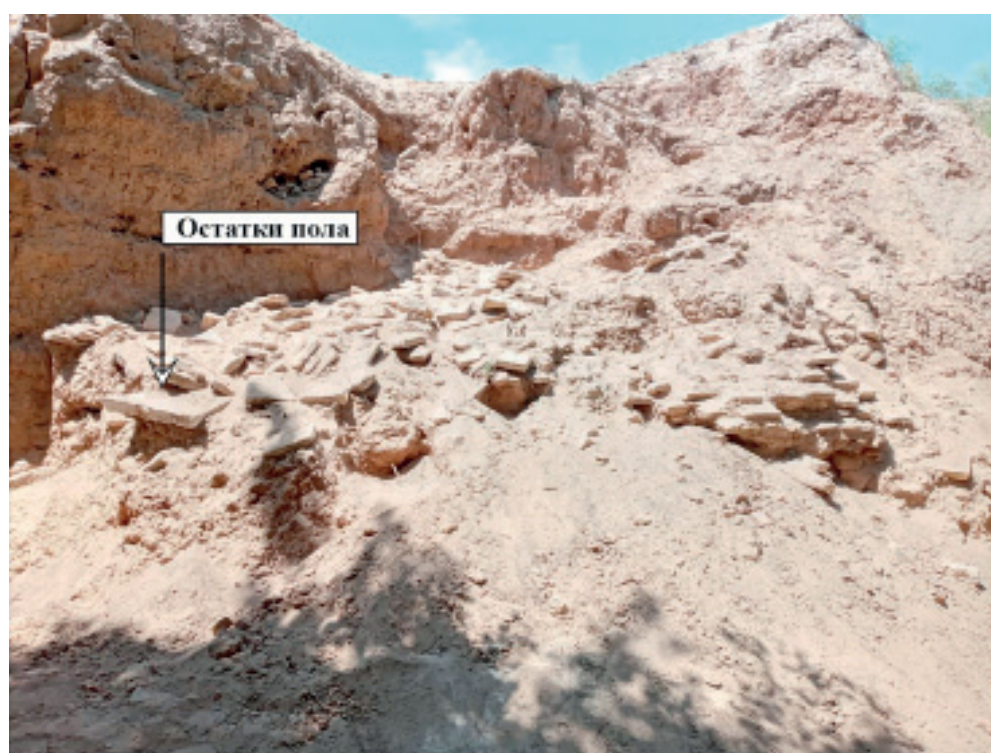


Рис. 1. Городище Янги-Ахси: остатки бани (объект I, вид с востока)



Рис. 2. Отброс пакетов кирпичей от сохранившегося фундамента позднесредневековой бани в Янги-Ахси. Простирание стенки раскопа 145°

Археосейсмологические исследования. В древнем Янги-Ахси нами найдены развалины бани XIV–начала XVII в., ее GPS-координаты: 40° 53' 25,4" с. ш., 71° 23' 18,8" в. д., абсолютная высота над уровнем моря 432 м. От бани сохранились лишь фундаментные части, однако на юго-восток от нее

(по азимуту 125°) находится шлейф из пакетов обожженных кирпичей, отлетевших на расстояние до 5 м (рис. 2). То, что обрушившиеся кирпичи находятся в археологическом разрезе в виде пакетов по несколько штук, служит доказательством не только хорошего качества цемента, но и того обстоятель-



Рис. 3. Зона трещиноватости в материковых лёссах напротив развалин бани. Стрелки показывают направление подвижек вдоль зоны. Человек обращен лицом к обрыву — долине р. Сырдарья, вид на север

ства, что дезинтеграция упавшей стены, скорее всего, произошла при сильном ударе о землю. Значительное расстояние отброса и нахождение сорвавшихся кирпичей в виде пакетов свидетельствуют о сейсмическом генезисе наблюдаемых деформаций. Дополнительным свидетельством в пользу сеймотектонического источника обрушения бани служат зоны трещиноватости в «материковых» отложениях (рис. 3). Здесь отдельные трещины подставляются одна к другой по правилу правых кулис. Подобный структурный ансамбль свидетельствует о небольших левосдвиговых подвижках по зоне трещиноватости. При этом получается, что опускаются удаленные от склона крылья разрыва, а не присклоновые, что можно было бы ожидать при действии сил гравитации.

На западе от описанных деформаций находятся остатки древнего минарета. Его GPS-координаты: $40^{\circ} 53' 25,3''$ с. ш., $71^{\circ} 23' 23,8''$ в. д., абсолютная высота над уровнем моря 402 м. Минарет находился на высокой террасе р. Сырдарья. Однако после гибели города река, подмывая склон террасы, практически уничтожила даже оставшуюся нижнюю часть минарета. От сооружения осталась лишь небольшая северная часть (рис. 4). «Материк» под минаретом разбит субширотными разрывами, которые поднимаются вверх и рвут кирпичную кладку. В сохранившейся северной стене есть трещина в кладке, раскрывающаяся кверху. Она имеет другое происхождение: верхняя часть высокого сооружения

отличалась большей свободой колебаний, и здесь наблюдается так называемый эффект небоскреба. Минарет имеет в настоящее время уклон на север: по азимуту 350° — против уклона местности, угол наклона равен 80° . С западной стороны сооружения во время выпадения каменной кладки наружу произошел разворот кирпичей по часовой стрелке. Это так называемое волочение, не связанное с тектоникой, но информативное для выявления направления обрушения стен при сейсмических событиях. Азимут простирания уцелевшей стены в месте поворота составляет 50° , азимут простирания повернутых кирпичей — 72° ; таким образом, имел место поворот по часовой стрелке на 22° вокруг вертикальной оси. На востоке от минарета «материковые» отложения разорваны широкой открытой трещиной (рис. 5). Она раскрылась во время землетрясения, и часть кирпичей минарета, разрушавшегося из-за сильных колебаний, попала в эту трещину. Таким образом: образование трещины и гибель минарета связаны с одним сейсмическим событием.

Значительные деформации были отмечены нами еще восточнее (в мавзолее Абдуллы Сурени (рис. 6). Его GPS-координаты: $40^{\circ} 54' 23,2''$ с. ш., $71^{\circ} 24' 05,4''$ в. д., абсолютная высота над уровнем моря 423 м. Возраст сооружения караханидский (XI–XII вв.). Если фасадная (западная) часть памятника сложена из обожженного кирпича, то его задняя часть — из глины с саманом. В ней имеется протяженная про-



Рис. 4. Остатки круглого минарета, сложенного из обожженного кирпича. Южная часть строительного сооружения срезана эрозийной деятельностью р. Сырдарья. Черные стрелки — разрывы грунта, также рвущие кирпичную кладку. Белая стрелка — трещина, раскрывающаяся кверху. Окружность со стрелками показывает поворот кирпичей по часовой стрелке в месте выпадения западной части стены минарета наружу

дольная (субмеридиональная) трещина. По трещине идет отслаивание восточной стороны стены на восток. Значительные повреждения получили западные крылья этого П-образного надмогильного памятника. Имело место их выдвигание к западу вместе с грунтом нижней части южного крыла. В связи с этим в западной стене (азимут простираения 169°) образовалась ступенька шириной в 5 см. Особенно сильную деформацию и наклон в 75° получил юго-западный угол. Верхняя часть южного крыла оторвалась от смежных стен и также наклонилась на запад под углом до 80° . Во время землетрясения при движении нижней части она осталась на месте. Все сооружение сильно осело. Видно изменение формы первоначально прямоугольного ложного окна в южном крыле, а также простенков на север и юг от него. Похожие деформации отмечены и в северном крыле памятника, но меньшего масштаба. Известно, что ранее у мавзолея Абдулла Сурени был купол, который несколько раз обрушался, возможно, это было связано с повторяющимися сейсмическими событиями. Во время землетрясения 1620 г. мавзолей был разрушен, и люди покинули это место приблизительно на 40–50 лет, однако потом снова вернулись и восстановили надмогильное сооружение. Вероятно, сегодня мы видим на памятнике разрушения, относящиеся к более позднему сейсмическому событию (а не к землетрясению 1620 г.). Кирпичи, из которых

сложены стены мавзолея, имеют разный возраст — от караханидского до тимуридского.

Геолого-тектоническая обстановка района исследования. В геологическом строении Ферганской впадины участвуют отложения палеозоя, мезозоя и кайнозоя. На большей части территории залегают неоген-четвертичные породы, в которых проявлены крупные антиклинальные складки — адыры. В регионе наблюдаются системы адыров, представляющие собой флексурно-разрывные зоны (ФРЗ) [Якубов, 1991]. Так, например, Северо-Ферганская ФРЗ расположена в южной части структуроконтролирующего Северо-Ферганского глубинного разлома и простирается почти параллельно ему. Отметим, что все сильные землетрясения, произошедшие в районе исследований, приурочены к Северо-Ферганской ФРЗ.

Как упомянуто выше, караванный Великий шелковый путь из Китая в Европу существовал на протяжении полутора тысяч лет. Анализ сейсмической обстановки Западного Тянь-Шаня, по которому проходили основные караванные пути, показывает, что территория в течение всего этого периода отличалась высокой сейсмичностью. Интенсивные горообразовательные процессы, происходившие на новейшем этапе и продолжающиеся в настоящее время, сопровождались повышенной сейсмичностью и сильными и сильнейшими землетрясениями. За последний 300-летний период в пределах Север-



Рис. 5. Раскрытая трещина в грунте, в которую попадали кирпичи с шатающегося минарета (его восточная часть видна слева). При раскопках кирпичи были вынуты из трещины и положены на восток (справа) от нее

ного, Западного Тянь-Шаня и Памира произошло более 100 землетрясений с $M \geq 6$, 22 землетрясения с $M \geq 7$ и 4 землетрясения с $M \geq 8$ [Новый..., 1977]. Большинство этих землетрясений сопровождалось значительными разрушениями и человеческими жертвами. Несколько таких сильных землетрясений произошло и в пределах Ферганской долины; они привели к разрушениям древних городов, расположенных в долине р. Сырдарья [Корженков и др., 2019, 2020а–в].

Известно, что очаги землетрясений формируются в зонах разломов, служащих границами геодинамических блоков [Ибрагимов, 1978]. На рис. 7 и 8 приведены схемы геодинамических блоков Северного и Западного Тянь-Шаня и распределение очагов сильных землетрясений с 840 по 2020 г. При выделении блоков были использованы: а) карта разломов Центральной Азии, составленная В.Г. Трифоновым с коллегами [1997]; б) схема эпицентров землетрясений [Новый..., 1977]. Территория Центральной Азии состоит из множества микроплит (структур 2-го ранга), границы которых отчетливо выделяются по расположению эпицентров землетрясений. Эпицен-

тры землетрясений цепочками расположены вдоль активных разломов, ограничивающих литосферные блоки. Обращает на себя внимание распределение землетрясений вокруг блока в северо-восточной части Северного и Срединного Тянь-Шаня. Эпицентры землетрясений с $M \geq 6$ буквально окружают границы блока. Характерно отсутствие эпицентров землетрясений с $M \geq 6$ вдоль Таласо-Ферганского разлома и во внутренней части литосферного блока. Ранее по результатам геологических исследований установлено наличие сдвиговых движений вдоль разлома, скорость которых достигала 15 мм/год [Буртман и др., 1997]. Однако результаты GPS-измерений, проведенные в последние годы, показали отсутствие в настоящее время каких-либо сдвиговых движений по всей протяженности разлома [Zubovich et al., 2010]. Отсутствие сильных землетрясений в зоне Таласо-Ферганского разлома и во внутренней части Восточно-Тянь-Шанской микроплиты, по-видимому, связано с геодинамическим положением микроплиты и слагающих ее структур 3-го ранга. В то же время распределение очагов сильных землетрясений только вокруг микроплиты свидетельствует о том, что в региональном геодинамическом процессе эта часть Северного и Западного Тянь-Шаня участвует как единое целое, и во внутримикроплитном пространстве отсутствуют условия для накопления больших напряжений, способных вызвать землетрясения с $M \geq 6$. Основная часть действующих внешних тектонических напряжений расходуется на движение блока в целом. Об этом свидетельствует и распределение сильнейших землетрясений с $M \geq 7$.

Результаты исследований и их обсуждение.

Полученные в ходе археологических исследований результаты свидетельствуют о том, что столичный город Ахсикет-Фергана был разрушен в период монгольского завоевания в результате сильных землетрясений. После этого город переместился на север, на его месте сейчас находятся руины, называемые Янги-Ахси. В эпоху Тимура и Тимуридов процветала международная торговля. Караваны, выходившие из стран Средиземноморья, беспрепятственно доходили до Китая. Именно в это время в г. Ахси строились дворцы, соборная мечеть, медресе, бани и улицы, вымощенные обожженным кирпичом [Анарбаев, 1981]. Благоустроенный город Ахсикет-Ахси был разрушен 9-балльным землетрясением в 1620 г. После этого от него остались руины — городище Янги-Ахси.

Пространственное распределение сильных землетрясений в Западном Тянь-Шане, т. е. в Западно-Тянь-Шанской микроплите, в пределах которой выявлены отмеченные выше археосейсмодислокации, существенно отличается от их распределения в Северном Тянь-Шане. На рис. 8 видно, что здесь основная часть землетрясений с $M \geq 6$ приурочена к внутримикроплитному пространству. Анализ показал, что из более 100 землетрясений с $M \geq 6$, возникших за период с 840 по 2020 г. в пределах Центральной Азии, 33 землетрясения произошло в пределах



Рис. 6. Исследование средневекового надмогильного сооружения — Мавзолея Абдуллы Сурени: а — западные окончания крыльев Сурени. Белые стрелки показывают выдвижение, наклон и выпадение угловых частей сооружения, черные стрелки — отход, отслаивание западных фасов обоих крыльев от смежных стен при землетрясении; б — вид на западную стенку южного крыла Сурени. Двухсторонние прерывистые стрелки указывают разную ширину ложного окна в верхней и нижней его частях. Двухсторонние стрелки — изменение ширины простенков на север и юг от окна. Односторонние стрелки — направления выдвижения, наклона и выпадения угловых частей крыла сооружения; в — общий вид сооружения (на юг-юго-восток)

Западно-Тянь-Шанской микроплиты, 8 из них — в пределах Ферганского блока 3-го ранга, к которому приурочены описанные археосейсмодислокации. Средняя частота возникновения землетрясения с $M \geq 6$ по региону равна одному землетрясению за 11,8 лет. Отметим, что в пределах Западно-Тянь-Шанской микроплиты статистика землетрясений с $M \geq 6$ начинается с 1799 г. Если исходить из статистики землетрясений самой Западно-Тянь-Шанской микроплиты, то период повторения землетрясений

составляет 6,69 лет, а в пределах Ферганского блока 3-го ранга — 6,75 лет.

Эти результаты свидетельствуют о том, что территория Западно-Тянь-Шанской микроплиты в течение последних нескольких столетий была в состоянии повышенной сейсмической активности. Вместе с тем отметим, что в каталогах землетрясений Центральной Азии сейсмическая информация начинается с 250 г. до н. э.; данные, относящиеся к началу нашей эры и к следующим нескольким столетиям,



Рис. 7. Схема геодинамических блоков (микроплит) и пространственное распределение землетрясений Северного и Западного Тянь-Шаня с $M \geq 7,0$: 1 — границы литосферных микроплит (ВТ-ШМП — Восточно-Тянь-Шаньская; ККМП — Кызылкумская; КМП — Казахская; К-ТМП — Каракумо-Таджикская; ПМП — Памирская; ТМП — Таримская); 2 — разломы земной коры, по [Трифонов и др., 1997]; 3–4 — эпицентры землетрясений с древнейших времен до 2020 г. с магнитудой: 3 — ≥ 8 ; 4 — ≥ 7

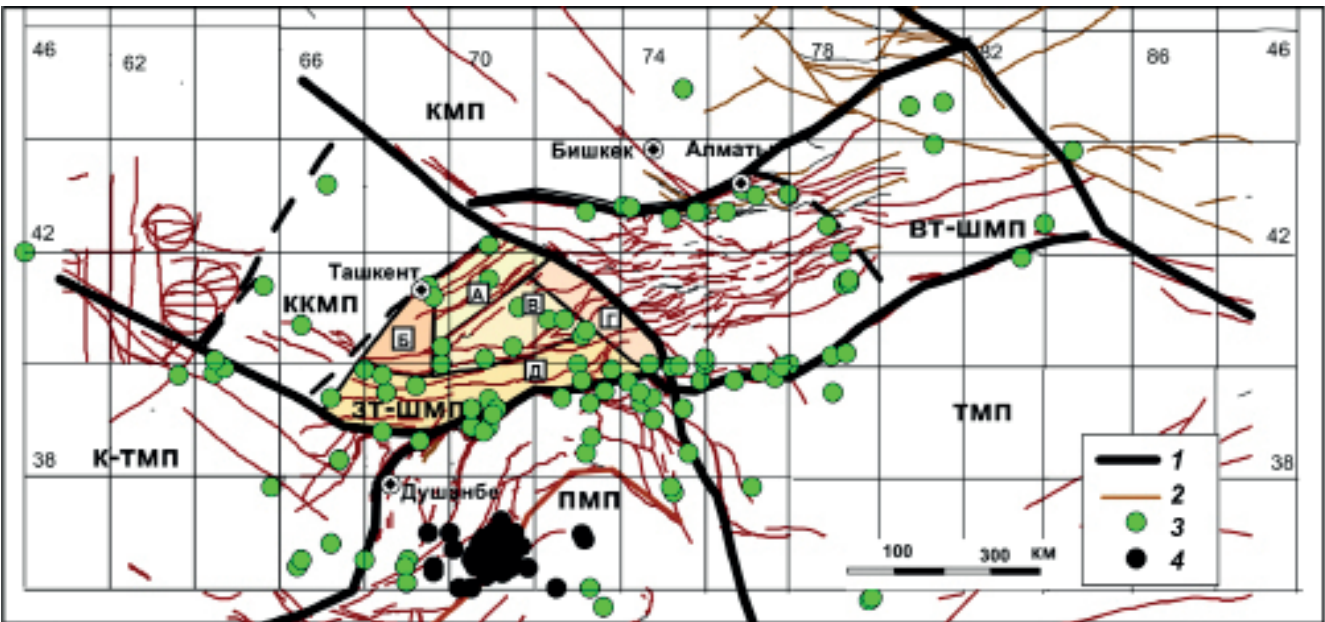


Рис. 8. Схема геодинамических блоков 2-го и 3-го рангов, а также пространственное распределение землетрясений Северного и Западного Тянь-Шаня с $M \geq 6,0$: 1 — границы литосферных микроплит (буквенные обозначения см. на рис. 7); 2 — разломы земной коры, по [Трифонов и др., 1997]; 3 — эпицентры землетрясений с древнейших времен до 2020 г. с $M \geq 6,0$; 4 — эпицентры глубокофокусных землетрясений с $M \geq 6,0$; 5 — геодинамические блоки 3-го ранга (Чаткало-Кураминский (А), Ташкентско-Голодностепский (Б), Ферганский (В), Талассо-Ферганский (Г) и Южно-Тянь-Шаньский (Д))

отсутствуют. Это позволяет предположить, что в течение упомянутого периода регион был в сейсмически пассивном состоянии. Однако обнаруженные в пределах изучаемой территории многочисленные дислокации сейсмической природы показывают, что в начале нашей эры и в последующие столетия произошел ряд сильных землетрясений, которые привели к наблюдаемым разрушениям городов Фер-

ганской долины. Последнее сильное землетрясение с $M=5,6$ в Северо-Ферганской ФРЗ произошло в 1984 г. (рис. 9), а с момента последнего землетрясения с $M \geq 6$ прошло более 80 лет. Это свидетельствует о том, что в пределах Северо-Ферганской ФРЗ давно созрели условия для возникновения сильного землетрясения.

Закключение. В ходе археосейсмологических исследований в городище Янги-Ахси в Наманганской

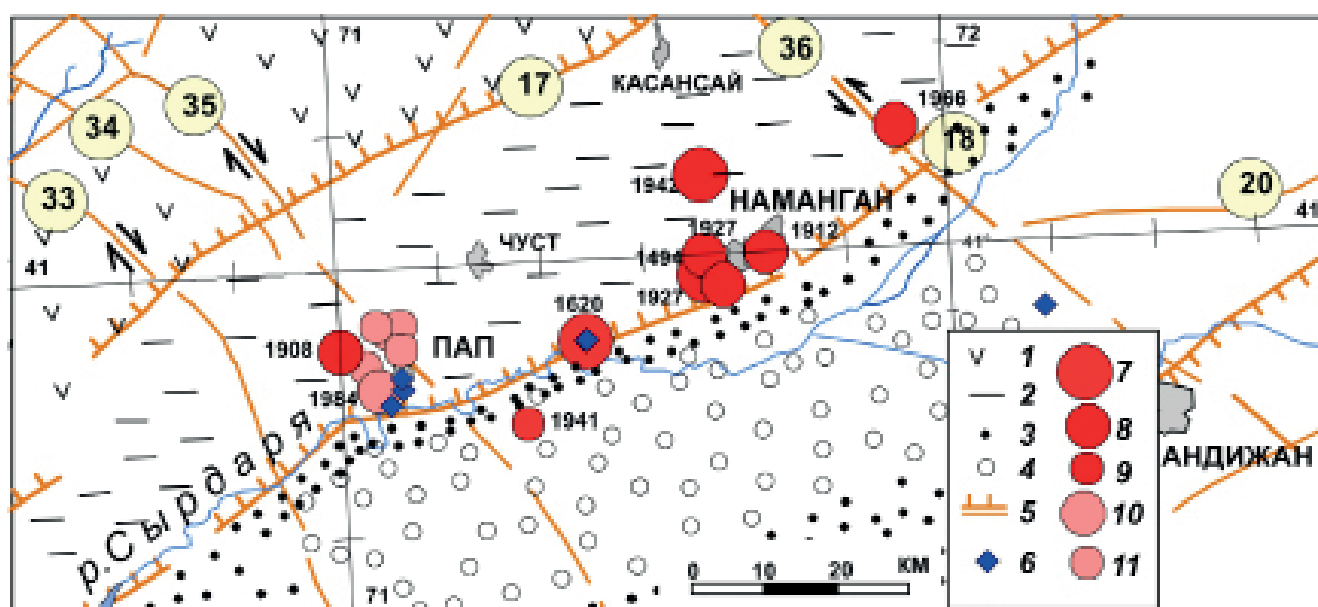


Рис. 9. Эпицентры сильных землетрясений, возникших в Северо-Ферганской флексурно-разрывной зоне и геолого-структурная позиция изучаемой территории: 1 — поднятия, 2 — преобладание поднятия над опусканием, 3 — слабые относительные опускания, 4 — выраженные относительные опускания, 5 — флексурно-разрывные зоны (ФРЗ) и прочие разломы (17 — Северо-Ферганский; 18 — Северо-Ферганская ФРЗ; 20 — Кочкоратинский; 33 — Кумбел-Коканд-Хайдарканский; 34 — Кенкол-Пап-Чимионский; 35 — Арашан-Пап-Чимионский; 36 — Сайрам-Восточно-Ферганский); 6 — пункты археосейсмологических исследований; 7–9 — эпицентры землетрясений с магнитудой: 7 — $\geq 6,0$, 8 — $\geq 5,5$, 9 — $\geq 5,0$; 10 — эпицентр главного толчка Папского роя землетрясений; 11 — эпицентры роя с магнитудой $\geq 4,0$

области Узбекистана нами выявлены многочисленные деформации: разрывы со смещением в грунте, обрушения на значительном расстоянии, наклоны, выдвигания и повороты частей строительных конструкций, а также трещины, которые возникли в результате по крайней мере двух позднесредневековых землетрясений. Показано, что сильные землетрясения, произошедшие в древнем, историческом и инструментальном периодах и свидетельствующие о высоком уровне сейсмичности территории Наманганской области Ферганской долины Узбекистана, связаны с неоген-четвертичными флексурно-разрывными зонами (ФРЗ). В соответствии с рассчитанным нами периодом повторяемости сильных сейсмических событий сделан вывод о том, что в настоящее время на территории Северо-Ферганской

ФРЗ сформировались условия для возникновения землетрясения с $M \geq 6$.

Финансирование. Полевые исследования на археологическом памятнике Янги-Ахси и последующие камеральные работы проводились при финансовой поддержке фундаментального гранта Узбекистана Фз-202011021 Национального центра археологии АН Республики Узбекистан. Исследование выполнено при финансовой поддержке фундаментального гранта Узбекистана «Исследование закономерностей развития сейсмотектонического процесса в сейсмоактивных зонах Узбекистана на основе современных геодинамических моделей Центральной Азии» Института сейсмологии АН Республики Узбекистан и в рамках Государственного задания ИФЗ РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анарбаев А.А. Благоустройство средневекового города Средней Азии. Ташкент: Фан, 1981. 120 с.
- Анарбаев А.А. Ахсикент в древности и Средневековье (итоги и перспективы исследования) // Советская археология. 1988. № 11. С. 171–187.
- Анарбаев А.А. Ахсикент — столица древней Ферганы. Ташкент: Tafakkur, 2013. 535 с.
- Анарбаев А.А. Древняя Фергана и Великий Шелковый путь // Человеческий капитал. Науч.-практ. журн. 2019. № 2. С. 56–65.
- Бабур З.М. Бабурнаме (Записки Бабура). Ташкент: Изд-во АН УЗССР, 1958. 534 с.
- Бартольд В.В. Туркестан в эпоху монгольского нашествия. М.: Изд-во Вост. лит-ры, 1963. 763 с.

Буртман В.С., Молнар П., Скобелев С.Ф. Новые данные о современных смещениях по Таласо-Ферганскому разлому // Докл. РАН. 1997. Т. 352. С. 214–217.

Геологическая карта СССР, сер. Приташкентская, лист К-42-XXX (северо-восток Ферганской долины). Масштаб 1:200 000. Министерство геологии СССР. Л.: Картфабрика ВАГТ, 1963.

Ибрагимов Р.Н. Сейсмогенные зоны Среднего Тянь-Шаня. Ташкент: Фан, 1978. 144 с.

Корженков А.М., Анарбаев А.А., Усманова М.Т. и др. Сейсмические деформации в древнем поселении Кырк-хужра, расположенном на Великом шелковом пути в Папском районе Узбекистана // Земля и Вселенная. 2020. № 6. С. 37–59.

Корженков А.М., Анарбаев А.А., Усманова М.Т. и др. Следы сильных землетрясений в Ахсикенте — древней столице Ферганской долины // Вулканология и сейсмология. 2021. № 2. С. 1–21.

Корженков А.М., Минчев А., Тенкеджиев В. и др. Сейсмические деформации в раннехристианском монастыре в местности Джанавара (Варна, Болгария). Ч. 1: Методы исследований // Вопросы инженерной сейсмологии. 2020б. Т. 47, № 4. С. 72–91.

Корженков, А.М., Усманова М.Т., Анарбаев А.А. и др. Недооцененная сейсмическая опасность Ферганской впадины: новые археосейсмологические данные // Геофизические процессы и биосфера. 2019. Т. 18, № 3. С. 77–90.

Корженков А.М., Усманова М.Т., Анарбаев А.А. и др. Сейсмические деформации в археологических памятниках Мугкальа и Мугтепа (Ферганская впадина, Узбекистан) // Вопросы инженерной сейсмологии. 2020в. Т. 47, № 3. С. 5–27.

Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1974 г. / Под. ред. Н.В. Кондорской, Н.В. Шебакина. М.: Наука, 1977. 536 с.

Трифонов В.Г., Востриков Г.А., Трифонов Р.В. и др. Активные разломы Евразии: Геодинамический аспект // Тектонические и геодинамические феномены. М.: Наука, 1997. С. 174–195.

Якубов Д.Х. Геотектонические условия возникновения сильных землетрясений Среднего и Южного Тянь-Шаня. Ташкент: Фан, 1991. 102 с.

Archaeoseismology / S. Stiros, R.E. Jones (Eds). Athens: I.G.M.E. and the British school at Athens, 1996. 268 p.

Korzhnikov A., Anarbaev, Usmanova M. et al. Traces of Strong Earthquakes at Ahsiket, the Ancient Capital of the Ferghana Valley // J. Volkanology and Seismology. 2021. Vol. 15, N 2. P. 39–58.

Korzhnikov A.M., Mazor E. Structural reconstruction of Seismic events: Ruins of ancient cities as fossil seismographs // Science and New Technologies. 1999. N 1. P. 62–74.

Zubovich A.V., Wang X., Scherba Yu.G. GPS velocity field for the Tien Shan and surrounding regions // Tectonics. 2010. Vol. 29. P. 1–23.

Статья поступила в редакцию 01.12.2022,
одобрена после рецензирования 12.12.2022,
принята к публикации 12.03.2022