

УДК 550.34.063;550.347.29;550.343.4;550.347.62

СЛЕДЫ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В АХСИКЕТЕ – ДРЕВНЕЙ СТОЛИЦЕ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

© 2021 г. А. М. Корженков^{а, *}, А. Анарбаев^б, М. Т. Усманова^с, С. Н. Родина^а, С. Кубаев^б,
З. Кораева^б, Ш. Омонов^б, Т. Захидов^с

^аИнститут физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, ул. Большая Грузинская, 10, стр. 1, Москва, 123242 Россия

^бНациональный центр археологии АН Республики Узбекистан,
ул. Мирза Улугбека, 81, Ташкент, 100047 Узбекистан

^сИнститут сейсмологии им. Г.А. Мавлянова АН Республики Узбекистан,
ул. Зулфияхоним, 3, Ташкент, 100128 Узбекистан

*e-mail: korzhenkov@ifz.ru

Поступила в редакцию 15.06.2020 г.

После доработки 12.07.2020 г.

Принята к публикации 11.12.2020 г.

В результате археосейсмологических исследований в Ферганской долине удалось выявить следы сильных землетрясений, которые происходили в древности. В наших предыдущих работах было отмечено, что древний город Эйлтан погиб в I в. до н. э. вследствие сильного землетрясения. Именно в это время сильно пострадал столичный г. Фаргана (Ахсикет). Здесь нами также был обнаружен выход сейсмического очага на поверхность и другие сильные деформации строительных конструкций, построенных до этого времени. Магнитуда сейсмической катастрофы ($M = 7.6$) была определена нами по максимальной, обнаруженной нами величине смещения по сейсмогенному разрыву, вышедшему на поверхность прямо на территории древнего городища. Сейсмические колебания полностью уничтожили или значительно деформировали все постройки и серьезно повредили и разрушили городские стены. Поэтому, видимо, новые цари Ферганской долины после 90-х гг. до н. э. построили себе новую резиденцию на Мугтепе, которая была упомянута в китайском источнике “Ханьшу” – как “Гуйшунь”. По археологическим данным удалось определить, что вышеупомянутые монументальные фортификационные сооружения столицы были возведены между 104–90-м гг. до н. э., а само 10-балльное землетрясение произошло ориентировочно в 91–90 гг. до н. э. Оно охватило всю Ферганскую долину, но особенно сильно пострадали города и поселения Северной Ферганы. Ярким примером являются расседания массивных крепостных стен на цитадели и шахристане г. Фаргана (Ахсикет). Возможно, что сейсмогенное разрывообразование, вышедшее на поверхность в древних Ахсикете и Эйлатане, произошло в одно и то же время. Аналогичное сильное землетрясение произошло позже – в XI–первой половине XII вв. Следы этого сейсмического события были прослежены нами на ряде объектов Караханидского возраста в шахристане и рабаде. Полученные материалы должны быть учтены при новой оценке сейсмической опасности Ферганской впадины.

Ключевые слова: археосейсмология, сейсмические деформации, кинематические индикаторы, руины, сейсмические разрывы, Фергана, Ахсикет, древние города, Шелковый путь, сильные землетрясения

DOI: 10.31857/S0203030621020048

ВВЕДЕНИЕ

Сильные землетрясения характеризуются значительными размерами очаговых зон, сильнейшими колебаниями грунта в своих эпицентральных зонах и, чаще всего, выходами сейсмогенных разрывов на поверхность. В последнем случае, при надвиговых или сбросовых смещениях в очагах землетрясений, на земной поверхности образуются протяженные сейсмоуступы. В случае сдвигов вдоль плоскости разрыва образуются систематические изгибы всех форм рельефа, например русел временных водотоков и водоразделов

между ними. Аналогичные деформации образуются и в населенных пунктах, когда сейсмогенный разрыв единообразно смещает все стены построек на всем своем протяжении. Так, например, плоскость сдвига–надвига сместила в начале XII века н. э. стены средневековой – караханидской – Каменной крепости в Северном Прииссык-куле почти на 4 м в горизонтальном направлении и на 2 м в вертикальном [Korzenkov et al., 2006].

Выход сейсмического очага на поверхность – это уже катастрофа для местного населения. Интенсивность сейсмических колебаний в эпицен-

тральной зоне в таком случае достигает $I_0 = 9-10$ и более баллов по Шкале МСК-64. Однако для сейсмогеологов это исключительная по важности информация: по параметрам сейсморазрыва, вышедшего на поверхность, по существующим эмпирическим формулам можно определить магнитуду (энергию) произошедшего землетрясения. Так, магнитуда сейсмического события, разрушившего Каменскую крепость, была определена как $M_s = 7.4 (\pm 0.5)$ [Корженков, 2006].

Городище Эски Ахси — когда-то столичный город важнейшего государства — представляет собой в настоящее время лишь оплывшие валы и холмы, на поверхности которых затруднительно собрать какую-либо информацию для специалистов любого профиля. Однако постоянно действующие эрозионные процессы и современная хозяйственная деятельность человека обнажают в некоторых местах строение подстилающих археологический памятник пород, а также уцелевшие части строительных конструкций. Такие обнажения имеются, прежде всего, вдоль южной окраины города, где его стены подмывает великая водная артерия Средней Азии — р. Сыр-Дарья (Яксарт древних). Автомобильная трасса, идущая вдоль западной стены крепости, также приводит к местным обрушениям оплывших склонов и обнажению скрытых доселе артефактов. Имеются также искусственные выемки — места археологических раскопок, где остатки стен и строение “материка” специально выставлены для обозрения под крышей специально сооруженного павильона. Мы постарались изучить все перечисленные обнажения в поисках в них возможных следов значительных древних землетрясений.

Археосейсмологические исследования остаточных деформаций, следов и воздействий древних сильных землетрясений на археологические памятники на территории Узбекистана были проведены впервые в 2019 г. в Наманганской области. Эта область находится на северо-востоке Ферганской впадины в центральной части Западного Тянь-Шаня. Статья посвящена археосейсмологическим исследованиям древнего г. Ахсикет, расположенного ныне в Туракурганском районе, вблизи кишлака Шаханд, на правом берегу р. Сыр-Дарья.

В Туракурганском, Касансайском, Чустском, Папском, Нарынском районах Наманганской области находится большое количество древних археологических памятников. Памятники были разрушены временем и природными катаклизмами. На руинах памятников нами были найдены остаточные деформации — следы древних землетрясений. Замерены азимуты простираения трещин, смещений по разрывам и углы падения сейсмодетекторов, обнаруженных на древних памятниках. Для понимания сейсмодетективных

процессов и связанного с ними высокого уровня сейсмической опасности региона ниже будут рассмотрены геолого-тектонические предпосылки сейсмической активности региона.

По проведенным нами археологическим исследованиям было установлено, что с конца эпохи бронзы и в начале эпохи раннего железа в Ферганской долине широко осваиваются равнинные зоны правобережья р. Сыр-Дарья (рис. 1). В этих зонах, с появлением магистральных каналов, в течение первого тысячелетия до н. э. интенсивно развивается орошаемое земледелие и, соответственно, расширяется ареал антропогенного ландшафта. В частности, в X–IX вв. до н. э. на месте старого высохшего притока Касансая появляется искусственный канал, проходивший севернее современного села Бураматут и доходивший до населенного пункта Ахси. Благодаря этому каналу земледельцам удалось дополнительно освоить несколько десятков гектаров земель. В результате был основан новый микрооазис, названный нами Ахсикетским. Свидетельством последнего являются достаточно мощный агроирригационный слой (0.75 м) и керамика эпохи поздней бронзы [Анарбаев, 2013], зафиксированные под культурными слоями городища Эски Ахси (Ахсикет).

В древности ферганцы называли свое государство и главный столичный город одним топонимом “Фаргана”, которое означало местность, окруженную горами (стенами) и имеющую вход с одной стороны. В китайских хрониках топоним “Фаргана” переводится как “Юань”, а когда речь шла о государстве Фаргана было использовано словосочетание “Дай-Юань” (Большая Фаргана). Позже, со второй половины IX в., г. Фаргана в арабских источниках начинает упоминаться как Ахсикет, а по монетным данным устанавливается, что до середины XI в. он продолжает носить двойное название (Фаргана-Ахсикет). Только со второй половины XI в. в источниках он пишется Ахсикат, а в эпоху Бабура его упоминают как Ахси. Удалось установить также, что столичный г. Фаргана (Юань) находился на месте современного археологического памятника — городища Эски Ахси (Ахсикет).

Памятник находится на правом берегу р. Сыр-Дарья (рис. 2), в 25 км к юго-западу от г. Намангана, рядом с селением Шаханд [Анарбаев, 2013]. Город был построен в III веке до н. э. и состоял из трех частей: арк (крепость), шахристан¹ (Ахси IА, Ахси IБ), пригород² (Ахси II, Ахси III, Ахси IV). В древности площадь города составляла более 50 га, а в раннем средневековье около 70 га. В эпоху развитого средневековья его площадь достигает бо-

¹ Шахристан (внутренний город).

² В средние века назывался рабад (внешний город).

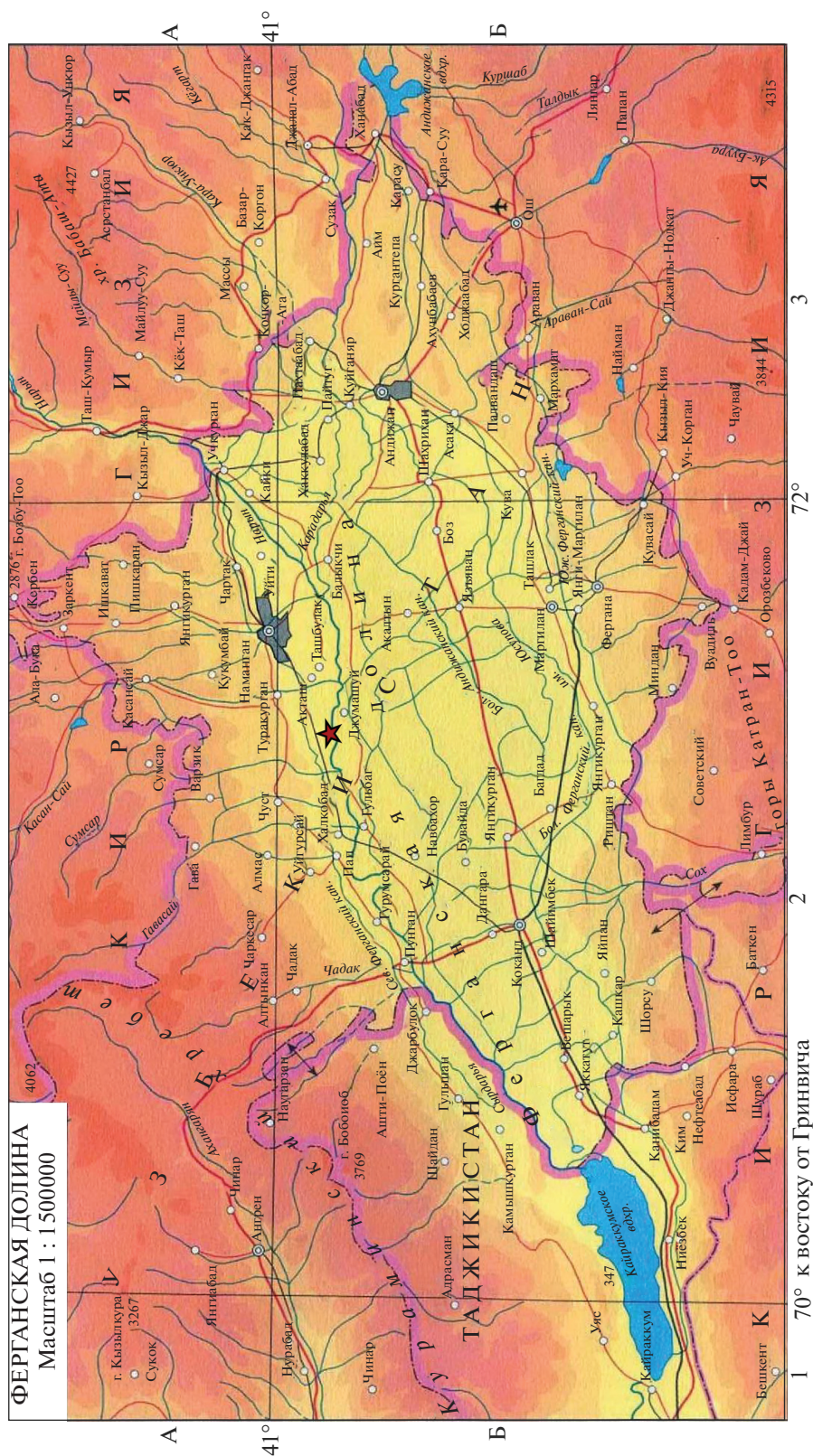


Рис. 1. Топографическая карта Ферганской долины. Красная звездочка указывает расположение изученного древнего города – Ахсикета.



Рис. 2. Космический снимок (GoogleEarth) городища Эски Акси. Цифры означают номера рисунков в статье.

более 400 га и, соответственно, население его составляло более 200 тыс. человек. В результате, в IX–XII вв. Ахсикет становится “мегаполисом” своего времени. Прослеживается эволюция материальной культуры: от ее ранних периодов до развитого средневековья, когда ахсикентцы достигли в ее развитии такого высокого уровня, который позволил им получать высококачественную сталь-булат и изготавливать из него различные виды оружия: клинки, кинжалы и доспехи [Анарбаев, 2019].

ПОЛУЧЕННЫЕ ДАННЫЕ

Историко-археологические исследования: столица древней Ферганы

Для Ферганы, как и для остальных регионов Средней Азии, период античности стал временем постепенной и поэтапной интеграции всех сфер общества в мировую цивилизацию. Наиболее ярким проявлением этих изменений является резкий подъем урбанизации, развитие предыдущих и появление новых городов. К этому времени миграционные процессы, начавшись на востоке, распространились почти по всей степной полосе Евразии. Фергана в II–I вв. до н. э. была охвачена событиями переселения народов. В частности, движение кочевых племен юечжи из Восточного Туркестана в Фергану и дальше на запад и юг Средней Азии подтверждается археологически. В этом передвижении участвуют многочисленные большие и малые народы Евразии. Какая-то их часть по пути оседала в Фергане, постепенно ассимилировалась с местным населением, став впо-

следствии ферганцами. Мигранты принесли в долину новый погребальный обряд, связанный с похоронами усопших в катакомбах и подбоях. С этого времени начался мощный демографический всплеск населения, связанный с освоением новых земель, появлением новых городов, селений и развитием горнорудной промышленности [Анарбаев, 2017].

Автор исторического труда “Шицзи” Сыма Цянь, используя отчет дипломата Чжан Цяня, который содержит сведения о событиях 138–90 гг. до н. э., описывает Фергану как страну с 70 городами. Здесь упоминаются названия только трех из них – Юань, Эрши и Ючен (Юйчен). Из них город Юань (Фаргана) был столицей конфедерации, а Ючен (Эйлатан) и Эрши (Мархамат) были центрами небольших владений. В древности ферганцы свою страну и главную столицу называли одним топонимом – Фаргана, который означал местность, окруженную горами (стенами) и имеющую вход с одной стороны. Перед китайским послом Чжан Цянем при описании путешествия встала задача различения г. Ферганы от государства Фаргана. Посол решил эту задачу путем добавления слова “дай” (“да”) перед “юань”. Иероглиф “дай” означает большой, великий, а “юань” – местность, окруженная горами или возвышенностью. В частности, в Шицзи несколько раз встречаются слова “Юаньченг” (город Юань) и “Юаньванг” (правитель Юань) [Ходжаев, 2009; Анарбаев, 2019].

Ханьский посол Чжан Цянь, посетивший Фергану (128–127 гг. до н. э.), был поражен вели-

колепными качествами местных лошадей, порода которых существенно отличалась от распространенной в древнем Китае. В китайских источниках об этом пишется так, что “Жители любят вино так, как их лошади любят траву му-су”³ [Бичурин, 1950]. Чжань Цянь назвал ферганских коней “небесными”. Он красочно описывал небесных коней императору У-ду. В 105 г. до н. э. император У-ду послал в Фергану специальное посольство для приобретения породистых лошадей, но получил отказ, и в результате началась четырехлетняя война, завершившаяся в пользу китайцев. Все это хорошо отражено в исторических хрониках “Шицзи” и “Ханьшу”. Именно в этих сочинениях имеются первые сведения о политической и социально-экономической жизни Ферганы в эпоху античности. Согласно их сообщениям, государство древней Ферганы управлялось правителем, которому помогали два помощника. В политической жизни страны основную роль играл “Совет старейшин”. На нем обсуждались важнейшие вопросы государства, в частности: объявление войны, ведение мирных переговоров и в случае необходимости решалась даже судьба самого правителя [Бичурин, 1950].

После 90 г. до н. э. в политической жизни Ферганы происходят серьезные изменения, т.е. к власти приходят представители племен Больших Юечжи. Они построили небольшой город на городище Мугтепа, который находился в верхнем Касансае. Здесь находилась их политическая столица, точнее ставка новых ферганских царей. Она именуется в китайских хрониках “Гуйшуань”. Новые цари, видимо, жили в шатрах, о чем свидетельствует топография Мугтепа: судя по микро-рельефу, в центральной пустующей части городища отсутствует монументальная архитектура, а на ее месте, видимо, находились шатровые сооружения.

Город Фаргана, оставаясь экономическим и культурным центром долины, не исчезает со страницы истории, вновь появляясь в книгах арабских историков и географов VIII–первой половины IX вв. [Табари, 1987; Ибн Хордадбех, 1986]. Со второй половины IX в. город Фаргана в арабских источниках упоминается как Ахсикет, а по нумизматическим данным устанавливается, что до середины XI в. он продолжает носить двойное название – Фаргана-Ахсикет. В эпоху Бабура (1493–94 гг.) город упоминается как Ахси [Бабурнаме, 1993].

Во II в. до н. э. и позже караванный путь, связавший Китай и Среднюю Азию, так называемый “Северный путь”, проходил через Фергану, то есть он из Кашгара вел через перевал Терекдаван в Ферганскую долину и оттуда вглубь Мавераннахра и далее через Великую степь к Северному

Причерноморью. По этому пути китайский шелк и бронзовые изделия проникали в район нижней Волги, Приуралья, Северного Кавказа и Северного Причерноморья [Лубо-Лесниченко, 1988]. Обратно на Восток везли изделия из стекла, породистых лошадей, фрукты, хлопок, доспехи и т.д. В частности, Ханьскому двору Фергана предоставляла лошадей, доспехи, вино и хлопок.

Великий шелковый путь – это общение Востока с Западом, общение от берегов Средиземного моря до Китая и Кореи [Анарбаев, 2012]. По этой дороге двигались не только дипломатические посольства, паломники и путешественники, купцы везли с востока на запад и с запада на восток разнообразные товары: драгоценные камни, породистых лошадей, металлические изделия, фарфор, меха, диковинки разных стран, лекарства, красители и т.д. При этом самым дорогим товаром был шелк. Именно он дал имя этому пути. Однако здесь нельзя забывать, что другим не менее ценным товаром считались ферганские лошади. В результате многочисленных контактов происходил активный процесс обмена духовными и материальными ценностями.

Как показали археологические исследования, г. Фаргана (Фергана) возник в III в. до н. э. на территории памятника Эски Ахси (Ахсикет). Городище состоит из остатков цитадели (крепости), шахристана (внутреннего города) и рабада (внешнего города) (см. рис. 2). Археологически довольно отчетливо проявляются этапы изменений в его исторической топографии. Сначала город состоял из двух частей: арк (крепость) и шахристан (внутренний город) площадью более 40 га, позже, во втором веке до н. э., появился ремесленный пригород (Ахси II) площадью около 10 га. Теперь город состоял из трех частей и занимал площадь более 50 га. В раннем средневековье город расширяется на восток (Ахси III) и его площадь составляет примерно 70 га⁴. В IX–XII вв. площадь г. Ахсикета (Фарганы) достигает более 400 га, население более 200 тыс. человек. Хорошо прослеживается эволюция материальной культуры: от ее ранних периодов до развитого средневековья, когда ахсикетцы достигли в ее развитии такого высокого уровня, который позволил им получать высококачественную сталь – булат – и изготавливать из него различные типы оружия, в том числе так называемые знаменитые “дамаскские клинки”.

В начале I в. до н. э. крепостные стены города приобретают внушительный вид, т.е. в течение около 10 лет создается мощная фортификационная система. В частности, на втором шахристане

³ Люцерну.

⁴ Основная часть восточного пригорода была уничтожена р. Сыр-Дарья.

(Ахси ІБ) возводятся две мощные крепостные стены со своеобразными башнями из сырцового кирпича и пахсы⁵. Ширина стены у основания превышает 20 м, а высота составляла также не меньше 20 м. На цитадели башни прямоугольные и выступают за линии стен, а на втором шахристане (Ахси ІБ) они располагались по периметру стен, возвышаясь над ней и не выступая из ее плоскости [Анарбаев, 2013]. Все эти фортификационные работы были осуществлены сразу после нашествия китайских войск, которые происходили в 104–99 гг. до н. э. Раскопки показали, что эти стены сохранились высотой до 15 м, а башни до 18 м, они до сих пор довольно прочные.

В раннем средневековье город расширяется на восток. Старые городские стены ремонтируются, строятся новые. Обороноспособность города повышается. В IX–XII вв. город расширяется на север, северо-запад за счет рабада. В это время шахристан заселен ремесленниками, которые заняты в основном черной металлургией и металлообработкой. Здесь в специальных печах — в тиглях — получали чистую сталь-булат, из которой изготавливали так называемые “дамасские клинки”. В середине X в. город был снабжен подземной водопроводной системой, которая прослужила более 250 лет. Водопровод был построен из жженных кирпичей в виде сводчатой галереи, внутри которой проложен трубопровод из керамических труб [Анарбаев, 2013].

Именно в IX–XII вв. Ахсикет (Фаргана) отличался высоким для своего времени уровнем благоустройства. В шахристане внутриквартальные улицы были вымощены жжеными кирпичами. Жилые и ремесленные кварталы были снабжены подземными водопроводами. Городские хаузы⁶ были обсажены различными деревьями. Городские ворота рабада утопали в зелени [Бетгер, 1957]. Повсеместное использование канализационных сооружений — ташнау⁷ и бадрабов в виде мусорных и ретиральных ям — являлось весьма важным средством для обеспечения санитарии в условиях городской застройки [Анарбаев, 1981].

Почему же в истории такого важного регионального центра случались перерывы в развитии, а потом он вообще был заброшен? Только ли нашествия внешних врагов были причинами упадка и оставления Ахсикета местными жителями? Изучению этих вопросов и была посвящена данная работа.

⁵ Хорошо обработанная глина.

⁶ Хауз — пруд.

⁷ Ташнау — канализационное сооружение.

Краткие сведения по геологии, тектонике и сейсмичности региона

Известно, что восточная и северная части Ферганской депрессии по периметру обрамляются системой хребтов Моголтау, Чаткал-Курама, Атойнак, Баубашата. Фундамент Ферганской депрессии представлен Кураминским верхнепалеозойским комплексом, мощность земной коры здесь достигает 45–50 км [Зуннунов и др., 1973]. Причем мезо-кайнозойские образования: юрские, меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные достигают мощности до 11 км. В тектоническом плане глубинные Северо-Ферганский разлом и Южно-Ферганская флексурно-разрывная зона являются структурно-контролирующими в регионе.

При этом следует отметить, что древняя столица Ферганы г. Ахсикет расположен между Северо-Ферганским разломом и Северо-Ферганской флексурно-разрывной зоной. Северо-Ферганский разлом впервые был выделен В.И. Поповым [1938]. Этот дизъюнктив ограничивает Ферганскую депрессию с севера и протягивается вдоль предгорий Кураминского хребта и северных склонов Баянстанской гряды (рис. 3).

Ширина зоны Северо-Ферганского разлома 20–25 км, а ее протяженность 240 км. Морфология разлома — взброс с амплитудой смещения 3 км, к юго-западу дизъюнктив меняет морфологию на взбросо-надвиг [Ибрагимов, 1976; Ярмухамедов и др., 1979]. По своей динамике и развитию разлом разделяется на северо-восточную и юго-западную части (табл. 1). Необходимо отметить, что западная часть разлома развивалась в орогенном периоде верхнего палеозоя. Более молодой ее возраст исключается ввиду отсутствия проявлений на дневной поверхности и на глубине в отложениях мезозоя [Ярмухамедов и др., 1979]. Однако по обе стороны разлома развиты неогеновые и четвертичные молассы, которые свидетельствуют об активных движениях в это время. Северо-восточная часть разлома заложена в мезозое, вдоль нее отмечается активность движений в палеоген–неогене.

В результате постоянного надвигания Чаткало-Кураминских гор в сторону Ферганской впадины по Северо-Ферганскому разлому оси новообразованных складок смещены на 200–500 м в сторону полосы антиклиналей: Чуст-Папская, Касансайская, Наманганская (рис. 4) [Попов, 1938; Рыжков, 1964; Якубов и др., 1986]. Как предполагали ранее В.И. Попов и О.А. Рыжков, Северо-Ферганский разлом не проходит как обычно по зоне контакта отложений палеозоя и мезокайнозоя, а смещен на 6–8 км на запад, юго-запад [Попов, 1938; Рыжков, 1964]. Этот факт был позже подтвержден сейсморазведочными исследова-

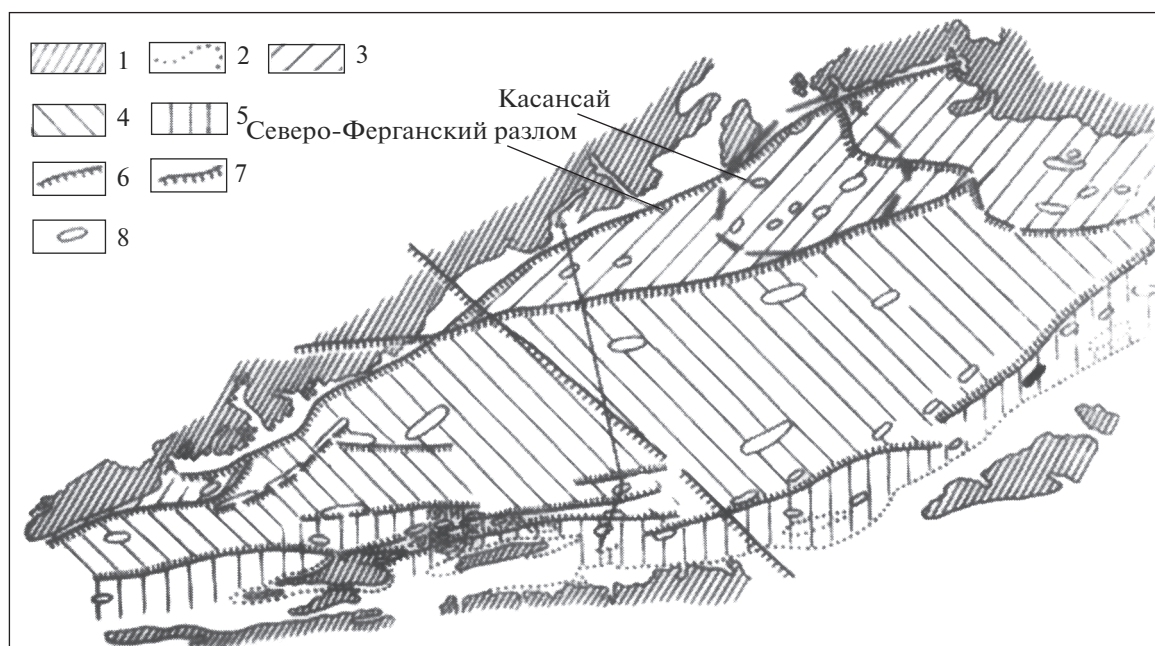


Рис. 3. Схема расположения важнейших разломов, флексур, антиклинальных складок Ферганской впадины ([Зунунов и др., 1973] с изменениями).

1 – выходы на поверхность домезозойских образований; 2 – линии разрыва туркестанских слоев палеогена; 3 – северный борт; 4 – центральный грабен; 5 – южный борт; 6 – разломы; 7 – флексуры; 8 – антиклинальные складки, изученные сейсморазведкой и выраженные в палеогеновых отложениях; красной пунктирной линией выделена зона сейсмически активных антиклинальных складок.

ниями, изложенными в работе [Ибрагимов и др., 1986].

В геологическом строении Ферганской впадины известны отложения палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Однако задача настоящих исследований – изучение древних сильных землетрясений. В связи с этим, ограничимся краткой сводкой геологии района за период неоген–четвертичное время, во время которого накапливались отложения бактрийской, сохской, ташкентской, голодностепской свит.

Отложения бактрийской свиты Ферганской впадины, сложенные серыми конгломератами с прослоями светло-бурых алевролито-глинистых пород. Возраст бактрийской серии определен как верхний плиоцен–нижний плейстоцен [Грамм, 1962]. Нижнеплейстоценовые отложения – сохская свита Северной Ферганы – слагают пески и

лессовидные суглинки. В зоне Чуст-Папской антиклинали представлены глинами и песчаниками. Среднеплейстоценовые отложения – ташкентская свита – серые конгломераты и мощный покров лесса. Верхнеплейстоценовые – голодностепская свита – отложения лесса, в основании галечники, которые распространены на трех террасах р. Сыр-Дарья, ее притоков и молодых конусов выноса [Ибрагимов, 1970]. Голоценовые отложения – сырдарьинская свита – пески, гравий, реже галечники.

На рис. 3 красной пунктирной линией выделена зона с высокой скоростью современных движений (см. табл. 1) и сейсмически активные семь антиклинальных складок: Наманганская-6, Исковатская-7, Шорбулакская-8, Кукумбайская-9, Туракурбанская-10, Касансайская-11, Тергачинская-12.

Таблица 1. $M_{\max}$ некоторых сейсмогенных зон Восточного Узбекистана (Ферганская впадина [Ибрагимов, 1976, 1978; Ибрагимов и др., 1980, 1986, 2011])

№ сейсмогенной зоны	Названия сейсмогенных зон	Максимально возможная магнитуда $M_{\max}$	Примечания
1	Северо-Ферганская, восточная часть	7.5	Единая сейсмогенная зона
2	Северо-Ферганская, западная часть	6.5	Единая сейсмогенная зона
3	Наманганская	7.5	—

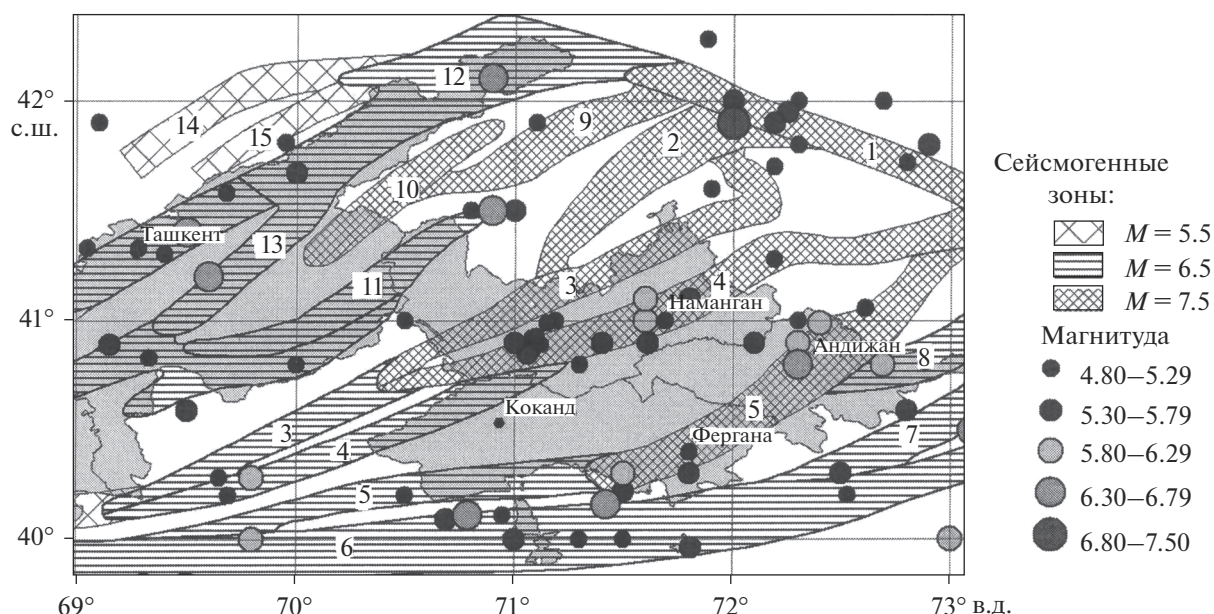


Рис. 4. Сейсмогенные зоны Восточного Узбекистана (по [Ибрагимов, 1976] с изменениями).

1 – Таласо-Ферганская; 2 – Чаткало-Атойнакская; 3 – Северо-Ферганская; 4 – Наманганская; 5 – Андижанская; 6 – Южно-Ферганская; 7 – Куршабская; 8 – Талдысуйская; 9 – Чаткальская; 10 – Сандалашская; 11 – Ангренская; 12 – Пскемско-Ташкентская; 13 – Нурекатинская; 14 – Лянгарская; 15 – Угам-Каржантауская.

Одной из важных характеристик разлома являются скорости современных движений земной коры района исследований. Для оценки скорости молодых и современных движений земной коры были проведены измерения высоты надпойменных террас, исходя из представлений, что глубина эрозионного вреза прямо пропорциональна поднятию [Ярмухамедов и др., 1979; Якубов и др., 1986] (см. табл. 1).

Как видно из табл. 2, где на примере р. Касансай приведены значения скорости поднятия среднегорья, который превышает в 2–3 раза скорости современных движений в низкогорьях и равнинах. Подобные высокие скорости тектонических движений в среднегорье также зарегистрированы в долинах рр. Намангансай, Чартаксай, Алмасай, Чадаксай. При этом нужно отметить, что низкогорный тип рельефа резко и дробно расчленен обширной зоной адыров.

Среди геофизических методов исследований наиболее достоверную информацию о наличии разрывных нарушений, их амплитуде и морфологии дает сейсморазведка, по данным которой Северо-Ферганский разлом четко выделяется по резким аномальным затуханиям отраженных и преломленных волн [Ибрагимов и др., 1986]. Анализ гравитационного поля Северо-Ферганской зоны (разлом и флексурно-разрывная зона) позволил Ш.М. Кадырову [Ибрагимов и др., 1986] сделать вывод о происхождении Чуст-Папской, Касансайской и Наманганской складок, которые возникли в результате деформации поверхности палеозойского фундамента, связанной с активностью глыбовой тектоники района, сопровождаемой сейсмичностью. Сеймотектоническими исследованиями [Ибрагимов, 1976, 1978; Ибрагимов и др., 1980, 1986, 2011] были выделены сейсмогенные зоны, к которым приурочены сильные землетрясения региона с $M \geq 5.0$, с оцен-

Таблица 2. Амплитуды скорости тектонических движений за голоценовое время на участке Северо-Ферганского разлома [Ярмухамедов и др., 1979; Якубов и др., 1986]

Название реки	Среднегорье		Низкогорье	
	амплитуда, м	скорость, мм	амплитуда, м	скорость, мм
Касансай	42.4–98.6 (3)	2.84–5.52	10.2–33.9 (3)	0.67–2.30
	59.8	4.0	25.33	1.68

Примечание. В числителе (3) – количество профилей и пределы колебаний амплитуды; в знаменателе – средние величины амплитуды; длительность голоцена принята 0.015 млн лет.

Таблица 3. Список сильных землетрясений Наманганской области за период 1400–2019 гг. [Новый каталог ..., 1977; Абдрахматов и др., 2008; Каталог сильных землетрясений ..., 2011; Корженков и др., 2019]

№ п/п	Название землетрясений	Дата	Географические координаты		Глубина, км	Магнитуда, M_{Lnew}/M_{Wnew}
			φ, с.ш.	λ, в.д.		
1	Наманганское	1494 г.	41.00	71.60	6	5.1–5.5
2	Ахсинское*	1620 г.	40.90	71.40	6	5.8–6.0
3	Наманганское*	1908 г. 24/03 22h 7m	40.90	71.00	26	5.4–5.7
4	Наманганское	1912 г. 23/01	41.00	71.70	12	5.2–5.6
5	Наманганское*	1927 г. 08/12	41.00	71.60	14	6.0–6.1
6	Наманганское*	10/22/47.00/ 1941 г. 08/13	40.80	71.30	20	5.1–5.5
7	Яртепинское	00/55/53.00/ 1942 г. 01/18	41.10	71.60	21	5.9–6.0
8	Балыкчинское	16/36/31.00/ 1966 г. 04/30	41.15	71.97	18	5.0–5.4
9	Папское	13/41/10.00/ 1984 г. 02/17	40.85	71.06	20	5.5–5.6
		23/26/52.90/				

Примечание. * Отмечены землетрясения, произошедшие вблизи древнего города Ахсикет.

кой максимально возможных землетрясений M_{max} в этих зонах (см. табл. 1, рис. 4).

Анализ каталога сильных землетрясений района работ с магнитудой $M \geq 5.0$ показал, что все землетрясения приурочены к этим зонам антиклинальных складок в сейсмогенных зонах (см. табл. 1) [Новый каталог ..., 1977; Абдрахматов и др., 2008; Каталог сильных землетрясений ..., 2011; Корженков и др., 2019].

Заметим, что Ахсинское 1620 г. с сейсмической интенсивностью $I = 9$ баллов (по шкале MSK-64), Наманганское 1908 г. – $I = 7$ баллов, Наманганское 1927 г. – $I = 8$ баллов, Наманганское 1941 г. – $I = 6$ –7 баллов землетрясения, приведенные в табл. 3, приурочены к Наманганской сейсмогенной зоне, где отмечается активное развитие одноименной группы антиклинальных складок (см. рис. 4). Анализ сильных землетрясений показал, что одно землетрясение с $M = 5.5$, остальные 3 землетрясения с $M = 6.0$ –6.1, причем они произошли в разных временных интервалах в XV и XX вв. Согласно вышеприведенным данным по геологии, тектонике, сеймотектонике и карте сейсмического районирования территории Узбекистана ОСР-2011 [Артиков, Ибрагимов, 2002], Наманганская область относится к 9-балльной зоне сейсмических сотрясений.

Археосейсмологические материалы

Очень не повезло древним жителям Ахсикета, но повезло нашей археосейсмологической группе: среди оплывших холмов мы нашли выход сейсмического очага на поверхность прямо на территории городища (см. рис. 2). При инспекции огромного обнажения на правом – северном

склоне – крутом обрыве долины р. Сыр-Дарья, на бровке которого находятся остатки южной крепостной стеной Ахсикета, нам удалось обнаружить два параллельно идущих разрыва, смещающих крепостную стену (возможно, развалины башни, рис. 5) и подстилающие ее аллювиальные отложения. Обе разрывные плоскости – правосторонние сдвиги. Расстояние между ними – около 5 м, величина смещения по главному (восточному) – до 4 м, по западному – до 2 м. С обеих сторон этот дуплекс сопровождается небольшими сбросовыми плоскостями, развитыми лишь в кирпичной кладке. Сбросовые плоскости большей амплитуды имеются и к востоку от описанной разломной зоны. Таким образом, мы имеем дело с целым структурным ансамблем, состоящим из сдвигов и сбросов, формирование которого произошло, судя по археологическим данным, в первой половине I в. до н. э.

Сбросовые плоскости и небольшие – первые десятки сантиметров – смещения по ним типичны для восточной крепостной стены Ахсикета. Так, в нескольких сотнях метров к востоку от вышеописанной разломной зоны мы снова встречаем сравнительно хорошо сохранившиеся пакеты каменной кладки, представляющей внешний – восточный фас фортификационного сооружения (рис. 6). Остатки стены здесь разбиты сбросами, хотя для одного из разрывов (между блоками II и III, см. рис. 6) нами была отмечена лево-сдвиговая составляющая с амплитудой смещения до 0.5 м. Для соседнего же разрыва (между блоками III и IV, см. рис. 6) сбросовая компонента сочетается с небольшой право-сдвиговой составляющей – до 0.2 м. Описываемые разрывы секут здесь как кирпичную кладку насквозь, так и подстилающий ее слой переслаивающихся супесей и су-

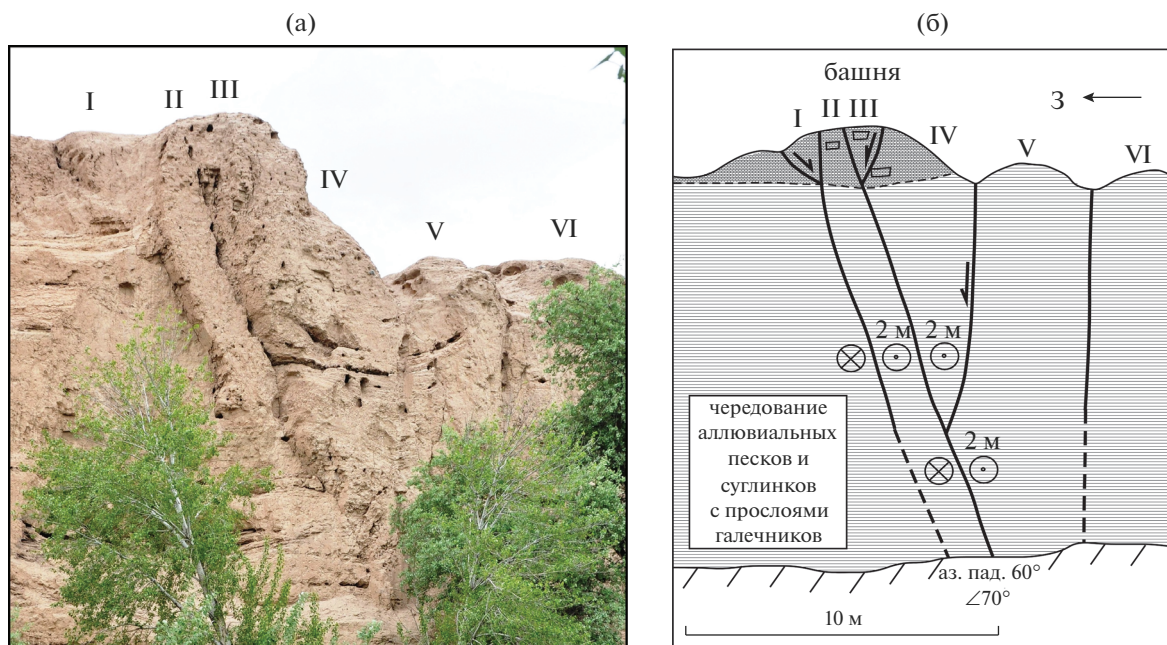


Рис. 5. Выход древнего сейсмического очага на поверхность. Восточная стена крепости, подмытая р. Сыр-Дарья (первая половина I в. до н. э.).

а — фотография, вид на ССВ, римскими цифрами указаны различные блоки кирпичной кладки и подстилающих ее отложений, разбитых разрывами; б — схематическая немасштабная зарисовка, черные субвертикальные сплошные линии — плоскости разрывов, прерывистые линии — предполагаемые разрывы. Стрелки указывают направление смещения, так же как и кружки: с точками в середине (острие стрелы) — направление смещения блока на зрителя, кружок с перекрестием (оперение стрелы) — движение блока от зрителя.

глинков, однако ни одна из плоскостей не проникает ниже слоя галечников, залегающего еще ниже. Учитывая это обстоятельство, мы пришли к выводу, что эти разрывные нарушения возникли вследствие сильных поверхностных колебаний — “эффект небоскреба”, а не вследствие сейсмотектонических подвижек или просадок. В случае просадки трещины должны раскрываться книзу. В нашем же случае была отмечена противоположная картина: максимальное раскрытие трещин-разрывов (до первых десятков см) отмечалось в их верхней части — близ поверхности.

В двух предыдущих точках наблюдения мы показали разрывы субмеридионального простирания, перпендикулярные простиранию восточной стены крепости. Однако в этой стене имеются и разрывные плоскости другого направления (рис. 7) — параллельные простиранию фортификационного сооружения. При сильных сейсмических колебаниях здесь произошло расседание мощной крепостной стены в целом, отрыв и наклон ее внутренней — северной — части на север с образованием раскрытия между разошедшимися частями. Важно отметить, что вышеописанный разрыв прошел прямо через кирпичную кладку.

Образование сбросовых плоскостей наблюдалось нами не только в крепостных стенах Ахсикета, но в городской стене, окружающей рабад (рай-

он, населенный ремесленниками). Так, в северной стене западного рабада во время сильного землетрясения по сопряженным сбросам образовались грабены (рис. 8). Сбросовые плоскости затухают вниз по стене, сверху выполненной кирпичной кладкой, а внизу состоящей из грунта: *in situ* или насыпного. Иногда вдоль сбросовых плоскостей образуются pull-apart’ы, что говорит о мгновенности смещений по разрывам. Эти факты подтверждают сейсмический генезис деформаций.

Расседания массивных крепостных стен при сильных землетрясениях могут сопровождаться не только образованием опустившихся и/или наклонившихся частей строительных конструкций, но также и формированием локальных поверхностных надвигов, вызванных латеральным давлением смежных — больших по объему и массе — частей фортификационного сооружения. Подобный надвиг был отмечен нами в заплывшей археологической траншее, пройденной в северной стене второго шахристана (Ахси ІБ) (рис. 9). Мы немного зачистили восточную стенку траншеи и обнаружили разрыв в кирпичной кладке внешнего панциря, который относится к первой половине I века до н.э. Падение разломной плоскости юго-восточное (аз. пад. 130°), под углом 50°. Величина смещения — до 30 см. Этот надвиг привел

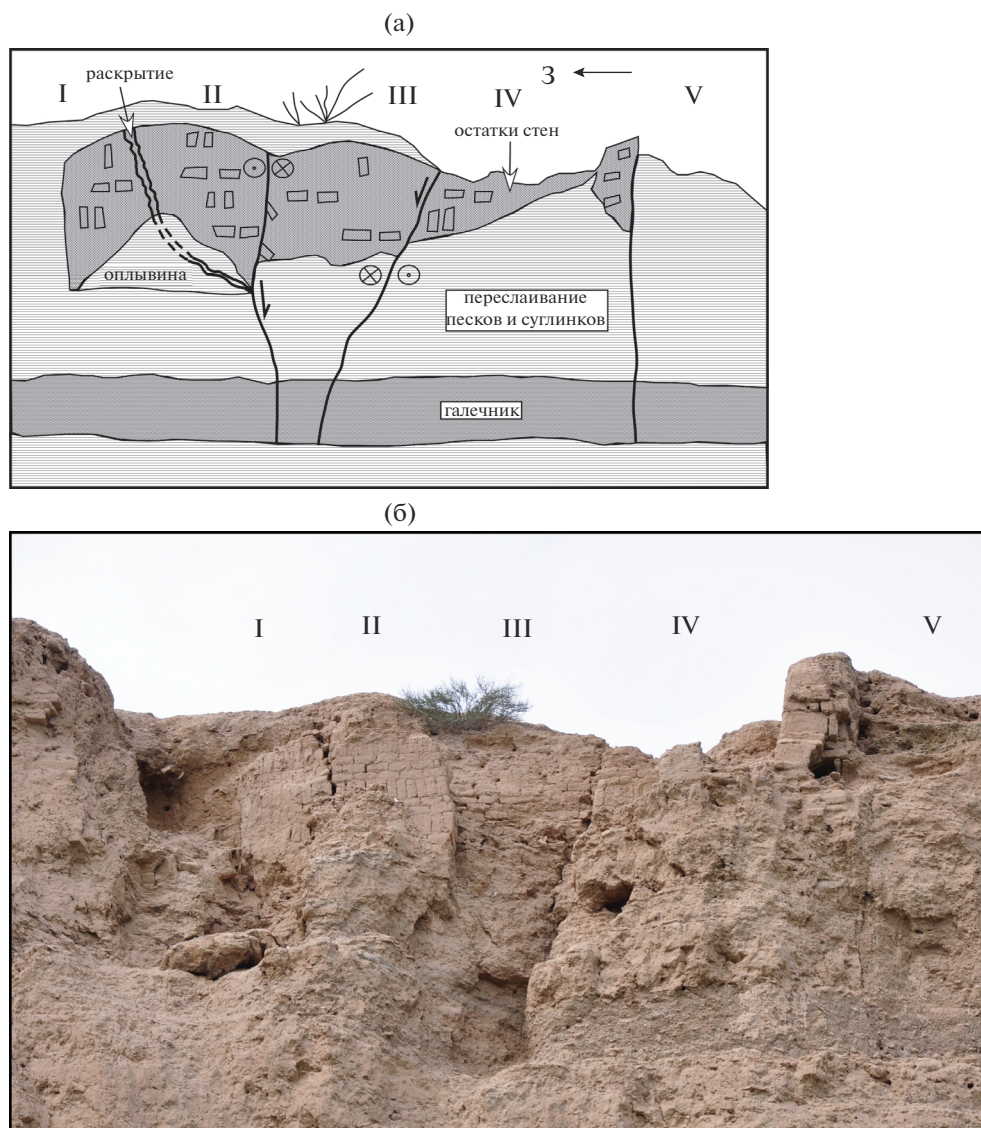


Рис. 6. Разрывные – преимущественно сбросовые деформации на южной части первого шахристана (Ахси IА), выходящей к р. Сыр-Дарья (X–XI вв). Сбросы “гаснут” в толще галечников. Римскими цифрами указаны различные блоки кирпичной кладки и подстилающих ее отложений, разбитых разрывами.

а – схематическая немасштабная зарисовка, черные субвертикальные сплошные линии – плоскости разрывов, прерывистые линии – предполагаемые разрывы. Стрелки указывают направление смещения, так же как и кружки: с точками в середине (острие стрелы) – направление смещения блока на зрителя, кружок с перекрестием (оперение стрелы) – движение блока от зрителя; б – фотография, вид на север.

к сложной деформации: наклону кирпичей на север в нижней части висячего крыла разлома, расколу и аккумуляции битых обломков в верхней части дизъюнктива. В лежачем же крыле имело место образование двух взрезав с опусканием северных крыльев на 3 см. В тылу этого надвига по всей видимости образовались условия небольшого растяжения, что привело к синклинальной деформации переслаивающихся слоев супесей и суглинков, слагающих цоколь крепостной стены. Любопытно отметить, что цоколь здесь вторич-

ный, насыпной: в перемежающихся слоях встречаются фрагменты керамики.

Если сильные сейсмические колебания рвут насквозь мощные пакеты из сырцовых кирпичей, слагающих крепостные стены, как вдоль, так и поперек, то следует ожидать деформаций в тех частях стен, которые состоят из подтесанного цоколя из коренных пород и бронирующей его “рубашки” (рис. 10). Такие деформации были отмечены нами в западной стене второго шахристана (Ахси IБ). В современной субширотной консеквентной промоине мы обнаружили цоколь фор-



Рис. 7. Отседание части юго-восточной крепостной стены внутрь крепости (Караханидский период). Вид на ЮВ.

тификационного сооружения, сложенный в нижней части из переслаивающихся мелкозернистых песчаников и лессовидных суглинков и чередующихся аллювиальных галечников, среднезернистых песчаников, суглинков и глин в верхней части (см. рис. 10а). Этот выход дислоцированных коренных отложений, когда-то отложенных р. Сыр-Дарья, был подтесан древними строителями, и к его внешней — западной — части был пристроен прочный внешний панцирь из сырцовых кирпичей. Сильное землетрясение расшатало прочное когда-то соединение цоколя и “рубашки”, что привело к раскрытию между различными частями стены и деформации (образованию нитевидной субвертикальной трещиноватости) смежных ее участков.

Сильные сейсмические колебания в древнем Ахсикете приводили не только к раскрытиям и трещиноватости на границе цоколь—“рубашка”, но и к образованию настоящих сквозных разрывов, секущих обе составные части стены (рис. 11). В западной городской стене, в нише, разобранной археологами, видно, что один из таких разрывов сечет породы различного гранулометрического состава. Он идет из плотных и массивных глин внизу обнажения вверх в галечники, а еще выше снова попадает в плотные и массивные глины. Здесь видно, как разрывная плоскость переходит в пакет из обожженных кирпичей, слагающих панцирь фортификационного сооружения. Нам удалось замерить элементы простираения разлома в верхнем слое глин: азимут 105° , угол 40° . Разрыв имеет небольшую — 4-сантиметровую — левостороннюю компоненту. Следует также отметить наличие субвертикальных трещин в кирпичной

кладке, параллельных фасу фортификационного сооружения.

Деформация плит древней вымостки относится некоторыми археосейсмологами к доказательствам сейсмогенной природы повреждений [Altunel, 1998; Silva et al., 2009; Rodríguez-Pascua et al., 2011]. В Ахсикете в месте сохраненного археологического раскопа мы отметили такие сильные деформации (рис. 12). Скорее всего, они являются следствием просадки грунта. Однако и эта просадка образовалась в насыпных грунтах над зоной субвертикального разрыва.

Только в месте законсервированного археологического раскопа нам удалось обнаружить сейсмо-инерционные деформации. Это такие повреждения и разрушения строительных конструкций, которые образуются при сильных направленных сейсмических подвижках, когда нижние части построек смещаются вместе с грунтом от эпицентральной области (в случае надвиговой или взбросовой подвижки), а верхние части строений как бы остаются на месте вследствие сил инерции и наклоняются и/или обрушаются в сторону сейсмогенного разрыва [Korzhentkov, Mazog, 1999]. Таким образом наклонились и обрушились на 3-ЮЗ части лестничного пролета и смежной с ним субмеридиональной стены (рис. 13) в месте законсервированного археологического раскопа в Эски Ахсинском городище.

Систематические наклоны стен и их обрушение в одном направлении наблюдались нами также в постройках рабата. Так, например, субмеридиональные стены одной из построек в западном рабате, сохранившиеся на высоту до 1 м, проде-



Рис. 8. Грабены в северной стене западного рабада (Ахси II). Образование pull-apart'ов вдоль разрывов означает мгновенное образование грабенов во время сильных землетрясений (Караханидский период). Жирные линии — разрывы, черные стрелки указывают направление смещения по ним.

монстрировали систематический наклон и последующее обрушение своих верхних частей на восток (рис. 14). Простирание этих стен 165° – 170° , а угол наклона 70° – 75° . Перпендикулярные стены постройки не сохранились.

Еще один пример инерционных сил при сильных землетрясениях мы наблюдали при обследовании западной крепостной стены Эски Ахсинского городища. Здесь в археологическом срезе цоколя стены, сложенного из насыпного грунта, мы обнаружили сохранившийся фрагмент керамической водопроводной трубы, идущей в сторону западного рабада (рис. 15). Во время сильного землетрясения восточная часть стены с сохранившейся трубой сместилась к югу, а ее западная часть обломилась, раскололась и осталась на месте — отлетела на север на расстояние 1 м.

Сильные колебания грунта могут приводить к выкалыванию угловых частей зданий (рис. 16). В случае если сейсмические подвижки действуют под углом к простиранию смежных стен (см. рис. 16б), то обе стены будут колебаться перпендикулярно своему простиранию. Место их соединения в таком случае может отсоединиться, и между выколовшейся угловой частью и смежными стенами может образоваться зияние. Именно такие де-

формации мы наблюдали в одной из построек западного рабада (IX–XI вв.) (см. рис. 16а).

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате археосейсмологических исследований удалось выявить следы сильных землетрясений, которые происходили в древности. Сравнительный анализ археологических и письменных источников дал возможность связать эти землетрясения с определенными историческими периодами. В наших предыдущих работах было отмечено, что древний город Эйлатан погиб в I в. до н. э. вследствие сильного землетрясения [Корженков и др., 2019; Korzhenkov et al., 2019]. Именно в это время сильно пострадал столичный г. Фаргана (Ахсикет). Здесь нами также был обнаружен выход сейсмического очага на поверхность (см. рис. 5), а также другие сильные деформации строительных конструкций, построенных до этого времени (см. рис. 6, 9–11). Магнитуда сейсмической катастрофы была определена нами по максимальной, обнаруженной нами величине смещения по сейсмогенному разрыву, вышедше-

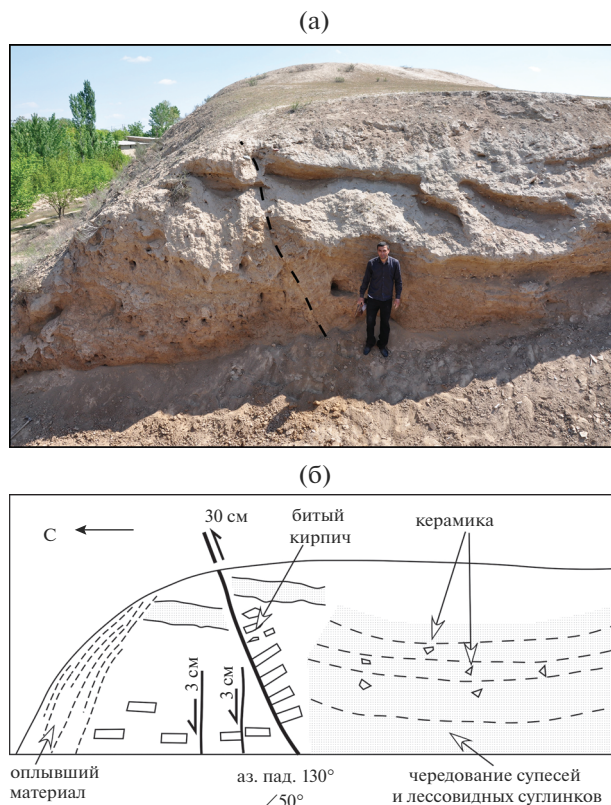


Рис. 9. Разрыв—надвиг в старой археологической траншее в северной стене Ахси ІБ (I в. до н. э.). а — фотография, вид на восток, прерывистая линия показывает главную разрывную плоскость; б — схематическая внемасштабная зарисовка, жирная линия — плоскость надвига, полужирные линии — вторичные разрывы во фронте надвига, черные стрелки показывают направление смещения.

му на поверхность прямо на территории древнего городища.

Обычно для расчетов используют формулы из работы [Wells, Coppersmith, 1994], однако мы ранее указывали [Корженков, 2006], что расчеты по этим формулам дают систематическое занижение значений магнитуды для региона Тянь-Шаньского орогена. Лучше всего для Центральной Азии подходят формулы А.А. Никонова [Nikonov, 1988]. Мы использовали одну из них:

$$M_w = 7.09 + 0.79 \lg D,$$

где D — максимальное смещение по сейсмогенному разрыву. По результатам расчета получена $M = 7.6$. То есть интенсивность сейсмических колебаний разрушившего древний г. Ахсикет землетрясения составляла $I_0 = 10$ баллов по шкале MSK-64. Подобные сильнейшие сейсмические колебания полностью уничтожили или значительно деформировали все постройки и серьезно повредили и разрушили городские стены. Поэто-

му, видимо, новые цари Ферганской долины после 90-х гг. до н.э. построили себе новую резиденцию на Мугтепе, которая была упомянута в китайском источнике “Ханьшу” как “Гуйшуань”.

Теперь мы можем сузить временной интервал строительства крепостных стен столичного г. Фаргана и сильного землетрясения, которое нами было отнесено к I в. до н. э. [Корженков и др., 2019]. По археологическим данным удалось определить, что вышеупомянутые монументальные фортификационные сооружения столицы были возведены между 104–90-х гг. до н. э., а само 10-балльное землетрясение произошло ориентировочно в 91–90 гг. до н. э. Оно охватило всю Ферганскую долину, но особенно сильно пострадали города и поселения Северной Ферганы. Ярким примером являются расседания массивных крепостных стен на цитадели и шахристана г. Фаргана (Ахсикет).

Возможно, что сейсмогенное разрывообразование, вышедшее на поверхность в древних Ахсикете и Эйлатане, произошло в одно и то же время. Однако, скорее всего, это был кластерный выплеск сейсмической активности в регионе. Подобные сейсмические “штормы” известны на Тянь-Шане. Так, на территории орогена произошли сейсмические катастрофы Земного шара конца XIX-го и начала XX-го вв.: Чиликское ($M_{\text{ЛН}} = 8.3$) 1889 г., Кашгарское ($M_{\text{ЛН}} = 8.2$) 1902 г. и Кебинское ($M_{\text{ЛН}} = 8.2$) 1911 г. [Джанузаков и др., 2003] с интенсивностью сейсмических колебаний $I_0 = 10–11$ баллов. Землетрясения с магнитудами от 6.5 до 8.0, во время которых происходят изменения в рельефе, в рыхлых отложениях и скальных породах, случаются гораздо чаще. Следующее сильное землетрясение в Ферганской долине по археологическим данным произошло в IV–V вв.⁸ Оно разрушило древнюю Куьультепу. Его интенсивность составила 8–9 баллов. Следы этого землетрясения возможно имеются и на городище Эски Ахси (Ахсикет). Дополнительные археосейсмологические исследования требуются для выявления его следов. Аналогичное сильное землетрясение произошло позже: в XI–первой половине XII вв. Следы этого сейсмического события были прослежены нами на ряде объектов городища Эски Ахси (см. рис. 7, 8, 12–16).

Полученные нами археосейсмологические материалы сведены в пока еще неполную табл. 4. Дальнейшие исследования в Ферганской долине помогут дополнить и расширить параметризованный каталог сильных древних землетрясений.

Были ли еще сильные землетрясения в Ферганской долине? “Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших вре-

⁸ В предыдущей работе оно было датировано первым веком н. э. [Корженков и др., 2019; Korzhenkov et al., 2019].

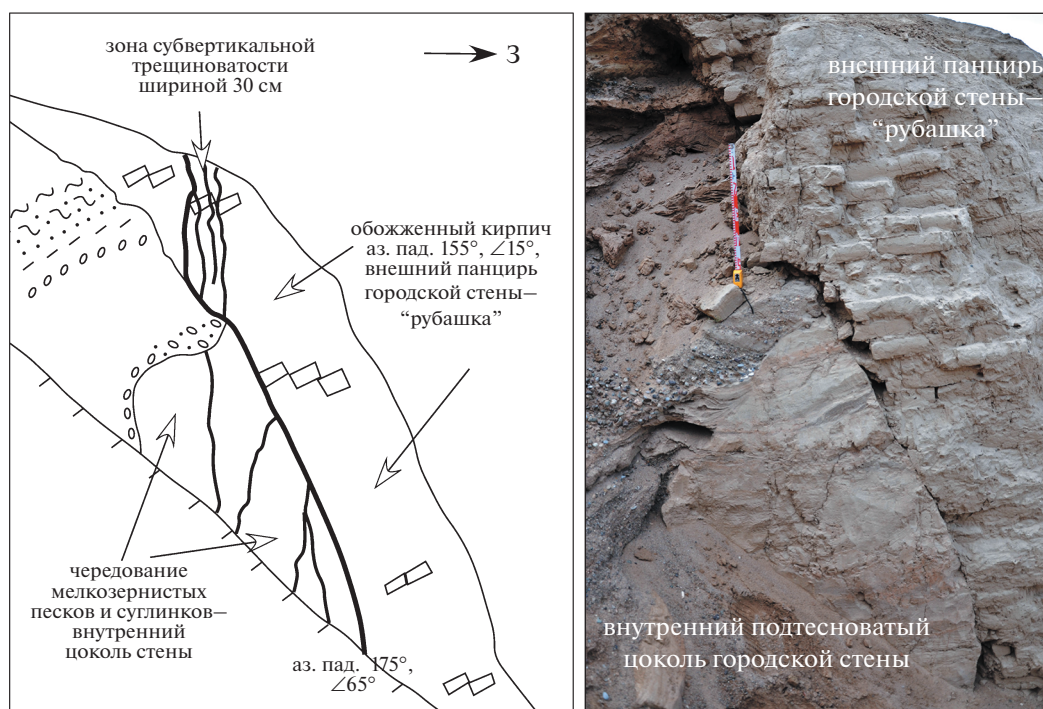


Рис. 10. Расхождение и образование зон трещиноватости на границе цоколь–“рубашка”. Западная стена Ахси ІВ (I в. до н. э.).

а – схематическая немасштабная зарисовка, жирная линия – граница сред, полужирные линии – трещины в полускальных грунтах и кирпичной кладке; б – фотография, вид на юг.

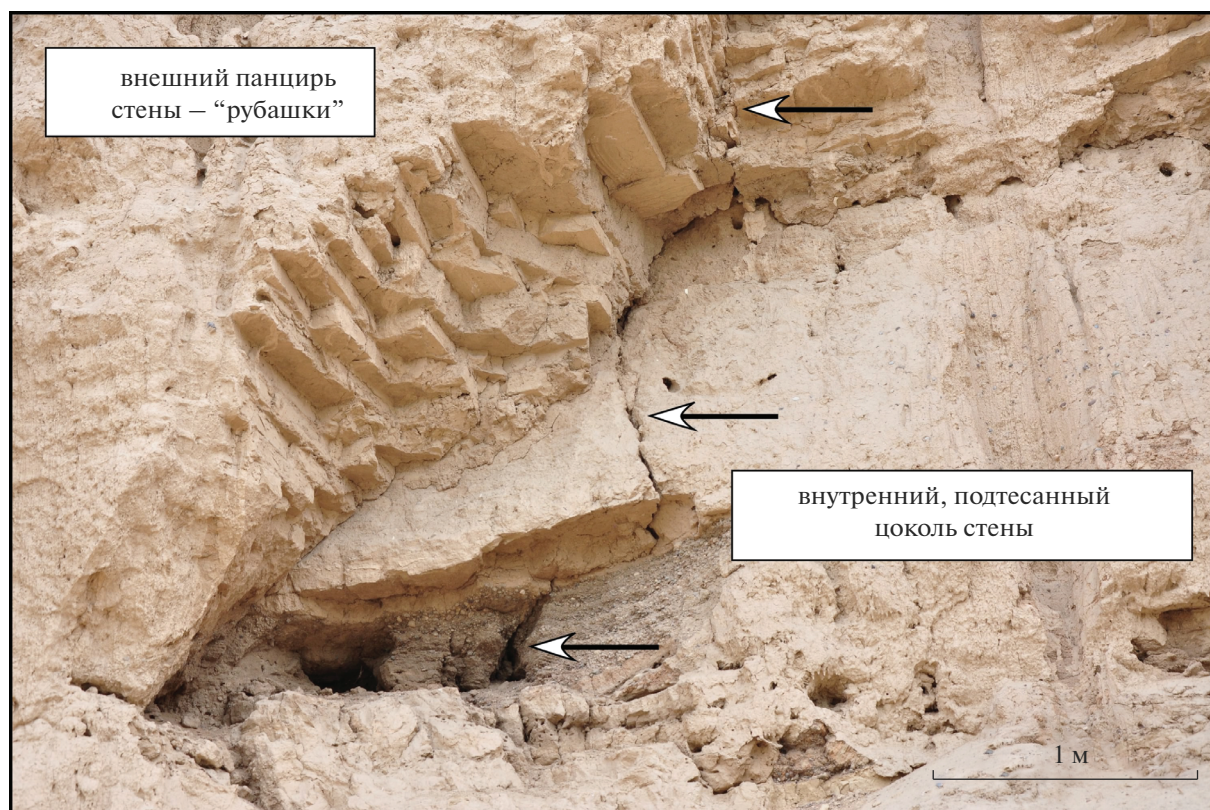


Рис. 11. Сквозная трещина, пробивающая как коренные отложения цоколя крепостной стены (аллювиальные галечники и перемытые лессовидные отложения), так и “рубашку” – внешний панцирь стены из сырцовых кирпичей (I в. до н. э.). Западная стена крепости, выходящая к региональной автотрассе. Вид на восток.



Рис. 12. Деформация плит вымостки, возможно связанная с просадкой в зоне разрыва (Караханидский период). Вид на СЗ. Высота опор ограждения 1 м.

мен до 1975 г.” под ред. Н.В. Кондорской, В.М. Шебалина сообщает о Наманганском землетрясении 1494 г., $I_0 = 8-9$ баллов [Новый ..., 1977]. Сведения об этом землетрясении отрывочные, разнящиеся по разным историческим источ-

никам. Однако факт сильного, разрушительного землетрясения в окрестностях г. Наманган в 1494 г. был подтвержден последующими исследованиями сейсмичности района [Новый ..., 1977; Ибрагимов и др., 1986; Бутовская и др., 1961].

Таблица 4. Список сильных исторических землетрясений Наманганской области, выявленных по археосейсмологическим данным авторами данной работы [Корженков и др., 2019, 2020]

№ п/п	Название землетрясений	Приблизительная дата	Географические координаты		Рассчитанная магнитуда, M_s	Интенсивность сейсмических колебаний, в баллах	Примечания
			φ, с.ш.	λ, в.д.			
1	Рой сильнейших землетрясений в Северной Фергане	90–91 гг. до н.э.	40°32′ (Ахсикет)	71°16′ (Ахсикет)	7.6 ± 0.5 (Ахсикет)	$I_0 = 10$ (Ахсикет)	Разрушены гг. Ахсикет и Эйлатан
2		IV–V вв.	40°55′ (Эйлатан)	72°10′ (Эйлатан)	7.6 ± 0.5 (Эйлатан)	$I_0 = 10$ (Эйлатан)	
3		В конце VIII в. н.э.				$I_L = 8-9$	
4		В XI–первой половине XII вв.				$I_L = 9$	



Рис. 13. Наклон конструкций и обрушение кирпичей, составляющих лестницу в 3–ЮЗ направлении (Караханийский период).

Этот же каталог сообщает об Ахсинском землетрясении 1620 г. вблизи г. Наманган. В результате этого землетрясения г. Ахсы (Ахсикет) был разрушен до основания. По описаниям Мухаммеда-Тахири ибн Абул Касыми (цитирование по [Новый ..., 1977]), степень разрушения зданий и строений г. Ахсы, морфологические изменения земной поверхности (рельефа) соответствовали сейсмической интенсивности $I_0 = 9$ баллов, причем плейстосейстовая область располагалась в Северо-Ферганской сейсмогенной зоне.

После этого сейсмического события жизнь в Ахсикете полностью остановилась. Люди никогда более не селились на его развалинах и лишь в советское время колхозы начали теснить древний город, распахивая и выравнивая участки древних рабадов и вовлекая эти территории под сельскохозяйственную деятельность и под строительство. Не следует забывать, однако, о том, что разрушительные землетрясения в Ферганской долине – не редкость, интервал их проявлений – одно в несколько сот лет. Поэтому полученные материалы должны быть учтены при новой оценке сейсмической опасности Ферганской впадины.

Для оценки сейсмической опасности территории с максимально возможным землетрясением

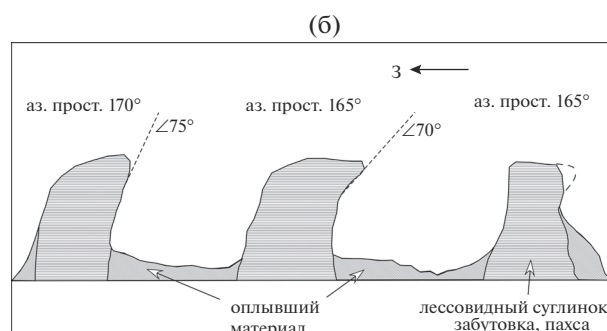
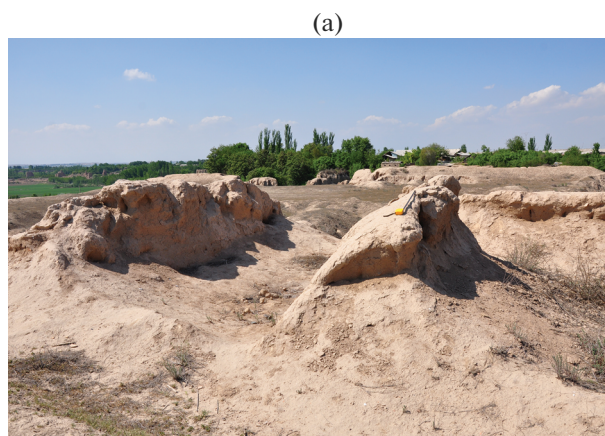


Рис. 14. Наклон субмеридиональных стен в одном из помещений жилого дома IX–XI вв. западного рабада. а – фотография западной и срединной стены, вид на 3–СЗ; б – схематическая внесштабная зарисовка – разрез стен.

$M_{\max}$ с учетом периода повторяемости сильных землетрясений инструментальные сейсмологические данные за последние 100 лет оказались недостаточными. И в этом плане информация о произошедших древних землетрясениях в Наманганской области внесла бы ясность в понимание процессов повторяемости сильных землетрясений с $M \geq 7.5$.

Территория Восточного Узбекистана (Ферганская впадина) является одним из высокосейсмичных регионов Республики, где происходили в далеком прошлом и будут происходить 9-балльные катастрофические землетрясения

БЛАГОДАРНОСТИ

Благодарим анонимных рецензентов нашей рукописи за полезные и доброжелательные замечания.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Полевые исследования в Наманганской области, а также в камеральных условиях в гг. Москва, Самарканд и Ташкент были проведены при финансовой поддержке грантов РФФИ №№ 18-55-41005 Узб_т, 19-55-53017 ГФЕН_а и грантов Узбекистан–Россия

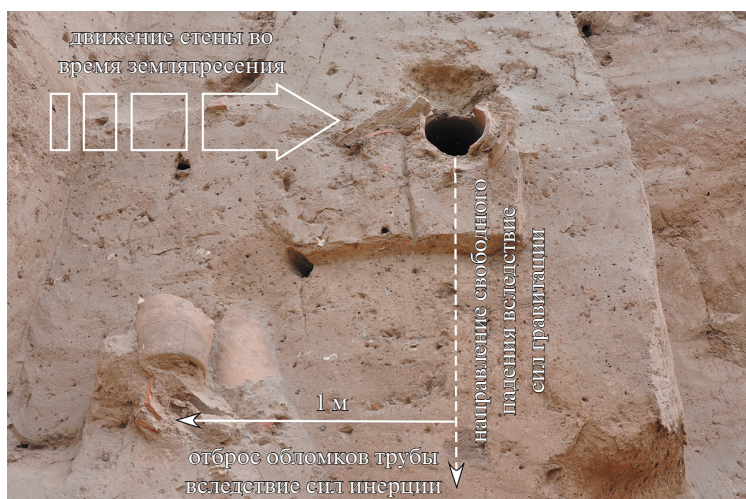


Рис. 15. Смещение к северу обломков керамической трубы во время землетрясения (Караханидский период). Западная стена крепости. Вид на восток.

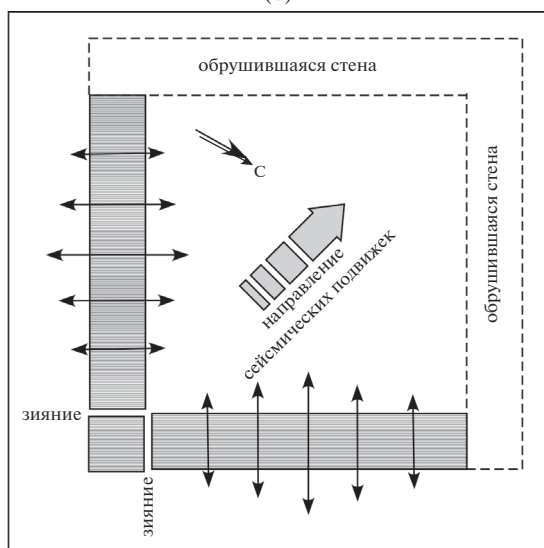


Рис. 16. Выкалывание угловой части постройки западного рабада (Ахси II) вследствие различия амплитуды колебаний перпендикулярных стен во время землетрясения.

а — фотография 2019 г.; б — схематическая внемасштабная зарисовка, план.

MRU-FA-61/2017 и ФА-Ф-8-006 Института сейсмологии им. Г.А. Мавлянова АН Республики Узбекистан, а также госпрограммы исследований Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абдрахматов К.Е., Кальметьева З.А., Михайлова Н.Н., Усманова М.Т. и др. Сейсмологическая база данных Центральной Азии как основа изучения региональных геодинамических процессов (Каталог землетрясений Центральной Азии с 2000 г. до н. э. по 2005 г. н. э.) // Геодинамика внутриконтинентальных орогенов и геоэкологические проблемы // Материалы 4 Международного симпозиума г. Бишкек, 15–20 июня 2008 // Бишкек: НС РАН, 2008. С. 297–302.

Анарбаев А. Благоустройство средневекового города Средней Азии. Ташкент: Фан, 1981. 120 с.

Анарбаев А.А. Самаркандский Согд и Фергана на Великом шелковом пути // Silkroad. Korea: Geong Gi, 2012. Р. 21–29.

Анарбаев А. Ахсикет — столица древней Ферганы. Ташкент: Tafakkur, 2013. 535 с.

Анарбаев А. Древнеземледельческая культура Ферганы и динамика развития урбанизации // История и археология Турана. Самарканд, 2017. С. 89–102.

Анарбаев А. Древняя Фергана и Великий шелковый путь // Человеческий капитал. № 2(22). М., 2019. С. 56–65.

<https://doi.org/10.25629/НС.2019.02.06>

Артиков Т.У., Абдуллабеков К.Н., Ибрагимов Р.Н., Ибрагимов Р.С., Зияудинов Ф.Ф. Карта сейсмического районирования территории Республики Узбекистан (ОСР-2011), масштаб 1 : 600000. Ташкент: ГоскомземгеодезкадастрУз, 2012. Тираж 100 экз.

Бичурин Н.Я. Собрание сведений о народах, обитавших в Средней Азии в древние времена. Т. II. М., Л., 1950. 333 с.

- Бабур-наме*. Записки Бабура. Главная редакция энциклопедий. Ташкент, 1993. 463 с.
- Бетгер Е.К.* Извлечение из книги “Пути и страны” Абул Касыма Ибн Хаукаля // Труды Среднеазиатского Государственного университета. Археология Средней Азии. 1957. Вып. IV. С. 13–39.
- Бутовская Е.М., Коньков А.Т., Нерсесов И.Л., Уломов В.И., Пак В.А., Тростянский Г.Д.* Сейсмичность Ферганской долины. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1961. 100 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.
- Зуннунов Ф.Х., Зильберштейн М.Б., Перельман И.И.* Глубинное геологическое строение Ферганской межгорной впадины и его изучение геофизическими методами. Ташкент: Изд-во ФАН Узбекской ССР, 1973. 192 с.
- Ибрагимов Р.Н.* Сейсмогенные зоны Восточного Узбекистана и сейсмическое районирование // Сейсмоструктура некоторых районов юга СССР. М.: Наука, 1976. С. 48–66.
- Ибрагимов Р.Н.* Сейсмогенные зоны Среднего Тянь-Шаня. Ташкент: Фан, 1978. 144 с.
- Ибрагимов Р.Н., Зияудинов Ф.Ф., Садыков Ю.М., Ходжаев А.К., Нурматов У.О.* Карта сейсмогенных зон Узбекистана, масштаб 1 : 600000. Ташкент: ГоскомземгеодезкадастрУз, 2011.
- Ибрагимов Р.Н., Садыков Ю.М., Ходжаев А.К.* Сейсмоструктура некоторых районов Узбекистана. Ташкент: Фан АН УзССР, 1980. 175 с.
- Ибрагимов Р.Н., Усманова М.Т., Кадыров Т.М.* Сейсмоструктура, сейсмический режим и условия возникновения Папского землетрясения 1984 г. // Папское землетрясение 1984 г. / Под ред. Г.Ю. Азизова, Р.Т. Юнусхаджиева, В.Н. Яковлева и др. / Отв. ред. В.Г. Гафуров. Ташкент: Фан, 1986. С. 5–10.
- Каталог сильных землетрясений Центральной Азии с древнейших времен по 2009 г. / Составители: Н.Н. Полешко, И.Л. Аристова, А.С. Мукамбаев, Г.О. Куликова / Под ред. Н.Н. Михайловой. Алматы, 2011. www.kndc.kz
- Корженков А.М.* Сейсмогеология Тянь-Шаня (в пределах территории Кыргызстана и прилегающих районов). Бишкек: Илим, 2006. 289 с.
- Корженков А.М., Усманова М.Т., Анарбаев А.А., Максудов Ф.А., Муродалиев Р.Х., Захидов Т.К., Рахманов З.О.* 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., Саидов М., Насриддинов Ш., Захидов Т.К.* Сейсмические деформации в археологических памятниках Мугкальа и Мугтепа (Ферганская впадина, Узбекистан) // Вопросы инженерной сейсмологии. 2020. Т. 47. № 3. С. 5–27.
- Лубо-Лесниченко С.М.* Великий Шелковый путь // Восточный Туркестан в древности и раннем средневековье. История. Культура. Связи. М., 1988.
- Новый Каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. Ч. II, III. Средняя Азия и Казахстан. М.: Наука, 1977. С. 198–296.
- Попов В.И.* История депрессий и поднятий Западного Тянь-Шаня. Ташкент: Изд-во Ком. наук УзССР, 1938. 297 с.
- Рыжков О.А.* К сейсмоструктурике Узбекистана // Вопросы региональной сейсмичности Средней Азии. Фрунзе: Илим, 1964. С. 61–67.
- Смирнова О.И.* Очерки из истории Согда. М., 1970.
- Табари.* История ат-Табари // Избранные отрывки / Пер. с арабского В.И. Беляева. Ташкент, 1987. 440 с.
- Ходжаев А.* К этимологии топонима Дайюань (Давань) в китайских источниках Фарғона водийси тарихи янги тадқиқотларда. Фарғона, 2009.
- Ибн Хордадбех.* Книга путей и стран / Пер. с арабского, комментарии, исследования, указатели и карты Н. Велihanовой. Баку, 1986.
- Ярмухамедов А.Р., Якубов Д.Х., Самтаров А.С.* Современная геодинамика Восточного Узбекистана. Ташкент: Изд-во Фан УзССР, 1979. 111 с.
- Altunel E.* Evidence for Damaging Historical Earthquakes at Priene, Western Turkey // Tr. J. Earth Sciences. 1998. № 7. P. 25–35.
- Korjenkov A.M., Arrowsmith J.R., Crosby C., Mamyrov E., Orlova L.A., Povolotskaya I.E., Tabaldiev K.* Seismogenic destruction of the Kamenka medieval fortress, Northern Issyk-Kul region, Tien Shan (Kyrgyzstan) // J. Seismol. 2006. № 10. P. 431–442.
- Korzenkov A.M., Mazar E.* Structural reconstruction of seismic events: Ruins of ancient cities as fossil seismographs // Sci. and New Technol. 1999. № 1. P. 62–74.
- Korzenkov A.M., Usmanova M.T., Anarbaev A.A., Maksudov F.A., Murudaliev R.Kh., Zakhidov T.K., Rakhmanov Z.O.* Underestimated Seismic Hazard of the Ferghana Depression: New Archeoseismological Data // Izv., Atmos. Oceanic Phys. 2019. V. 55. № 10. P. 1536–1546.
- Nikonov A.A.* Reconstruction of the main parameters of old large earthquakes in Soviet Central Asia using the paleoseismogeological method // Tectonophysics. 1988. V. 147. № 3–4. P. 297–312.
- Rodríguez-Pascua M.A., Pérez-López R., Giner-Robles J.L., Silva P.G., Garduño-Monroy V.H., Reicherter K.* A comprehensive classification of Earthquake Archaeological Effects (EAE) in archaeoseismology: Application to ancient remains of Roman and Mesoamerican cultures // Quaternary International. 2011. V. 242. P. 20–30.
- Silva P.G., Reicherter K., Grützner C., Bardají T., Lario J., Goy J.L., Zazo C., Becker-Heidmann P.* Surface and subsurface palaeoseismic records at the ancient Roman city of Baelo Claudia and the Bolonia Bay area, Ca'diz (south Spain) / Eds K. Reicherter, A.M. Michetti, Silva P.G. // Palaeoseismology: Historical and Prehistorical Records of Earthquake Ground Effects for Seismic Hazard Assessment // The Geological Society, London, Special Publications. 2009. V. 316. P. 93–121.
- Wells D.L., Coppersmith K.J.* New empirical relationship among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area and surface displacement // Bull. Seismol. Soc. Amer. 1994. V. 84. P. 974–1002.

Traces of Strong Earthquakes in Ahsiket – the Ancient Capital of Ferghana Valley

A. M. Korzhenkov^{1, *}, A. Anarbaev², M. T. Usmanova³, S. N. Rodina¹,
S. Kubaev², Z. Koraeva², Sh. Omonov², and T. Zakhidov³

¹*Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS, Bolshaya Gruzinskaya str., 10, bld. 1, Moscow, 123242 Russia*

²*National Center of Archeology AS RUz, Mirzo Ulugbek str., 81, Tashkent, 100047 Uzbekistan*

³*Institute Seismology AS RUz, Zulfiyakhonim str., 3, Tashkent, 100128 Uzbekistan*

**e-mail: korzhenkov@ifz.ru*

As a result of archeoseismological research in the Ferghana valley, it was possible to identify traces of strong earthquakes that occurred in ancient times. In our previous works, it was noted that the ancient city of Eilatan died in the first century BC due to a strong earthquake. It was at this time that the capital city of Farghana (Ahsiket) was severely damaged. Here we also found the exit of a seismic focus to the surface, as well as other strong deformations of building structures built up to this time. The magnitude of the seismic disaster ($M = 7.6$) was determined by us from the maximum value of the displacement detected by us from the seismogenic rupture that came to the surface directly on the territory of the ancient settlement. Seismic vibrations completely destroyed or significantly deformed all buildings and seriously damaged and destroyed the city walls. Therefore, it seems that the new kings of the Ferghana valley after 90 BC built a new residence on Mugtepe, which was mentioned in the Chinese source “Hanshu” as “Guishuan”. According to archaeological data, it was possible to determine that the above-mentioned monumental fortifications of the capital were built between 104–90 BC, and the 10-point earthquake itself occurred, approximately in 91–90 BC. It covered the entire Ferghana valley, but the cities and settlements of Northern Ferghana were particularly hard hit. A striking example is the subsidence of massive fortress walls on the citadel and Shahristan of the city of farghana (Ahsiket). It is possible that the seismogenic rupture that came to the surface in ancient Ahsiket and Eilatan occurred at the same time. A similar strong earthquake occurred later: in the XI–first half of the XII century. Traces of this seismic event were traced by us on a number of objects of Karakhanid age in Shahristan and rabad. The obtained materials should be taken into account in the new assessment of the seismic hazard of the Ferghana depression.

Keywords: archaeoseismology, seismic deformations, kinematic indicators, ruins, seismogenic rupture, Ferghana, Ahsiket, ancient cities, silk road, strong earthquakes