



А. М. Корженков*, А. А. Масленников**,
А. Н. Овсяченко*, А. С. Ларьков*,
А. А. Супренков*

(* *Институт физики Земли РАН, г. Москва;*

** *Институт археологии РАН, г. Москва)*

Сейсмические деформации в урочище Сююрташ в Крымском Приазовье¹

Большое античное городище (Золотое восточное) в урочище Сююрташ (рис. 1) – уникальный археологический памятник, как в смысле своей исторической значимости [Масленников, 1998, с. 90–102; 2017, с. 210–221; Супренков, 2014, с. 376–397], так и сохранности следов древних геологических катастроф. Мы уже указывали ранее, что в Восточном Крыму имеются весьма многочисленные «отголоски» сильнейших древних землетрясений, обнаруженные, в частности, на таких античных и средневековых поселениях, как Китей, Акра, Нимфей, Илурат, Михайловка, Артезиан, крепость Ени-Кале и мн. др. [Белик и др., 2016 с. 17–35; Винокуров и др., 2015 с. 51–66; Корженков и др., 2016, с. 372–381; Корженков и др., 2017, с. 5–28; Корженков и др., 2018а, с. 115–132; Корженков и др., 2018б, с. 111–138; Овсяченко и др., 2015, с. 33–54; Овсяченко и др., 2017, с. 89–92; Molev et al., 2018 и др.]. Яркие сейсмические деформации были охарактеризованы нами и на ряде поселений Азовского побережья полуострова: Полянка и Мыс Зюк [Масленников, 2013, с. 251–252; Масленников и др., 2017, с. 265–294; Овсяченко и др., 2019].

На всех вышеперечисленных объектах были выявлены типичные сейсмические деформации в строительных конструкциях – кинематические индикаторы, служащие как для выявления и доказательства сейсмической природы разрушений и повреждений (1), так и для определения направления на эпицентральную зону древней катастрофы (2), а также местной интенсивности сейсмических колебаний (3). Методологический подход был неоднократно описан нами в перечисленных выше статьях, а также более ранних публикациях по Крыму.

Итак, наиболее простыми, но информативными деформациями являются **систематические наклоны, выдвигания и обрушения** стен целиком или их частей одной ориентировки в одном направлении. Сейсмические колебания, распространяющиеся из эпицентральной области, захватывают в свое движение нижние части построек,

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 18-05-01004 и 18-35-00521).

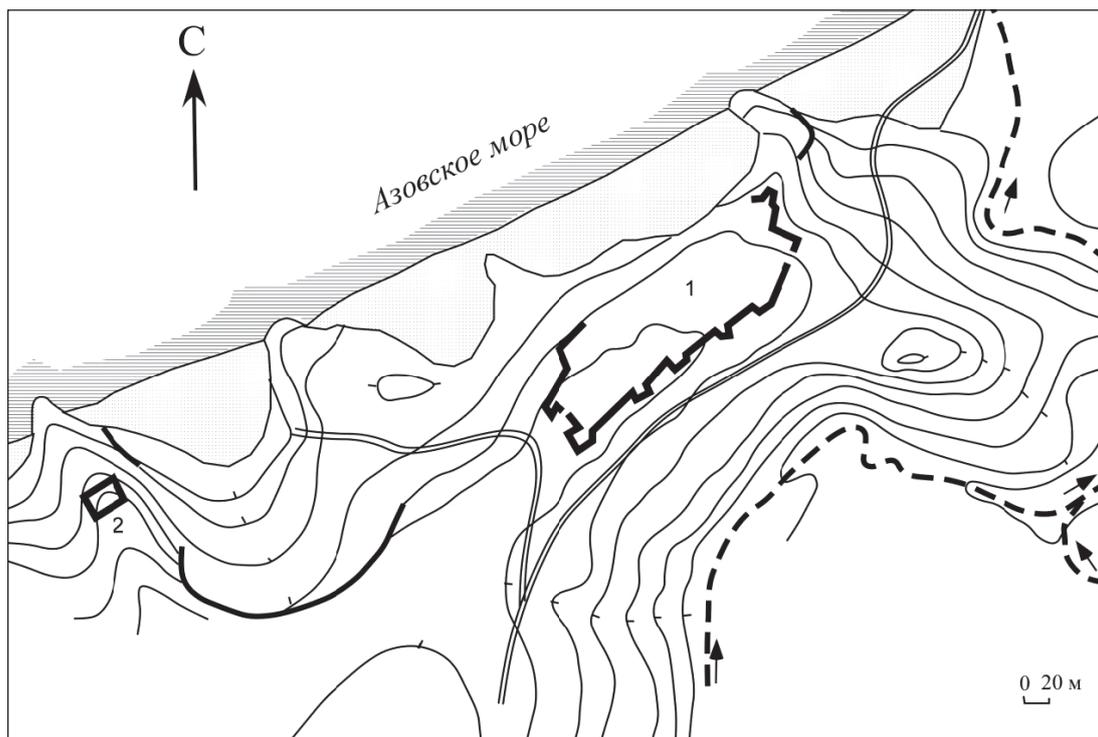


Рис. 1. Топограмма городища Сююрташ. Толстые изломанные линии – основные стены городища, прерывистые линии – тальвеги временных водотоков, толстые плавные линии – стенки обрывов, тонкие одиночные линии – изолинии рельефа, двойные линии – дороги. 1-городище Золотое восточное III–II вв. до н. э. 2-башня на городище Золотое-восточное в бухте (IV–VI вв. н. э.)

верхние же – по инерции остаются на месте и наклоняются, выдвигаются или падают в сторону источника сотрясений.

Примером систематического направления падения или отбрасывания каменных блоков во время сильного землетрясения является «непотревоженная» археологами часть южной оборонительной стены городища Золотое Восточное (Сююрташ) (рис. 2), продолжающейся к северу от участка стены № 2, раскопанной в 1953 г. И. Т. Кругликовой [Кругликова, 1957, с. 134–135]. Азимут простирания этой стены – 20° . Так, большой плоский камень – «в» сместился с нижележащего к востоку – по азимуту 85° на 1.1 м. В настоящее время сдвинутый каменный блок имеет наклонное положение под углом в 30° . Во время своего движения этот камень ещё и повернулся вокруг вертикальной оси на 20° против часовой стрелки.

Соседний каменный блок «г» также сместился – «отлетел» на восток по азимуту 100° на расстояние 2 м. По тому же азимуту сдвинулся на 1 м к северу соседний с севера плоский камень «е».

Среди выдвиганий строительных конструкций при сейсмических сотрясениях наиболее эффектным выглядит смещение большой известняковой плиты (рис. 3) на раскопе «Юго-Западный» (1989 г.). Размер описываемой плиты около 2×2 м при



Рис. 2. Отбрасывание камней во время сильного землетрясения. Южная городская стена городища Сююрташ. «в», «г», «е» – нумерация каменных блоков, слетевших со стены к востоку. Прерывистая линия – продолжение восточного фасада стены № 2, её видно под камнем «в»



Рис. 3. Смещение к северу большой каменной плиты в юго-западной части городища



Рис. 4. Поворот по часовой стрелке средней части южной стены башни византийского времени

толщине 0.5 м. При перемещении этой тяжелой плиты к северу между ней и соседней (южной) плитой образовалась «брешь» до 0.9 м. В эту расселину упали более мелкие каменные обломки древней постройки (камни забутовки – внутреннего слоя кладки стены?), ранее стоявшей на плите.

Важнейшим доказательством сейсмической природы повреждений являются **систематические развороты** вокруг вертикальной оси стен целиком, их частей или отдельных каменных блоков. Во многих местах нами наблюдались подобные развороты строительных конструкций по часовой стрелке для стен одной ориентировки и повороты против часовой стрелки в стенах перпендикулярного простирания. Подобные деформации возникают в случае, если сейсмические колебания направлены под углом к стенам обеих ориентировок.

Наиболее эффектным примером подобной деформации является поворот средней части южной стены солидной башнеобразной постройки византийского времени (VI в. н. э.) по часовой стрелке в западной части урочища Сююрташ (городище Золотое-Восточное в бухте, раскопки 1989–1990 гг.) (рис. 1 и 4). (Её географические координаты по GPS-приемнику N 45°27'14.9", E 36°06'23.0", h 23 м, точность определения координат ± 5 м.) Это сооружение стоит на скалистом мысу на известняковом основании, и сохранилось в высоту местами до 3 м. Башня сложена из больших (до 2-м в длину), почти не обработанных блоков-плит местного известняка, выломанных из материковых выходов, находившихся в нескольких десятках метрах к востоку, а также средних и небольших камней.

Длина повернутого фрагмента стены 3 м, высота – до 2 м. Простирание непогрешенной части стены 67°, 65° (в среднем 66°), повернутый фрагмент – 85°, 80°, 80°

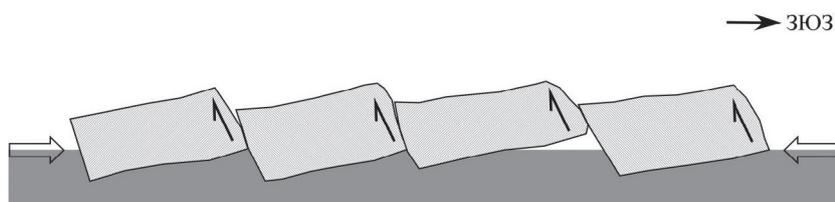


Рис. 5. Схематическая зарисовка систематически наклоненных каменных плит на раскопе 1989 г. Подобные систематические перекосы могут быть вызваны лишь латеральным сжатием

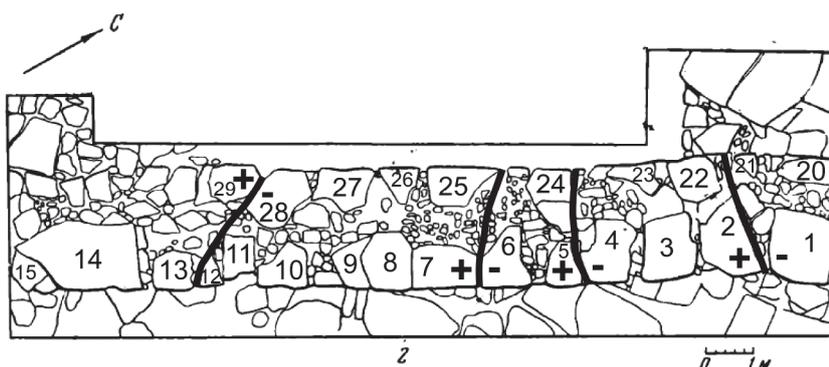


Рис. 6. Разрывы в стене № 2 (раскоп 1953 г.) обусловленные продольным сжатием. Каменные блоки произвольно оцифрованы нами для удобства дальнейшего описания наблюденной в них деформации. Толстые черные линии – сейсмогенные разрывы: + поднятое крыло, – опущенное

(в среднем 82°). Таким образом, угол поворота составил 16° по часовой стрелке. При этом в стене образовался разрыв, и она претерпела смещение к югу на 50 см.

Необычным типом деформаций, выявленным нами на городище Сююрташ, является **систематический перекосяк – наклон каменных плит в связи с их горизонтальным сжатием** (рис. 5). Плиты наклонились к ВСВ в виде клавиш по азимуту 20° . Каменные плиты имеют длину до 3 м, ширину до 2 м, а их толщина может достигать 0,8 м. «Воздымание» краев одной плиты над другой – до 25 см.

Похожий механизм, вызванный действием тангенциального сжатия в грунте, по-видимому, работает и в случае многочисленных **разрывов стены № 2** (раскопки 1953 г.)

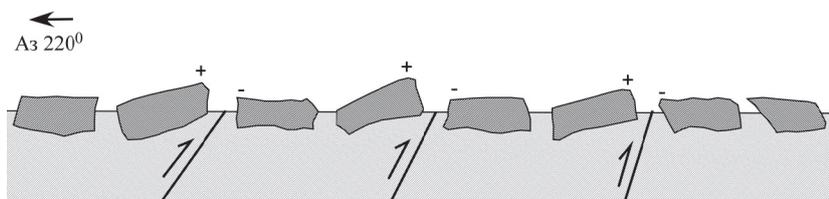


Рис. 7. Схематическая зарисовка систематических малоамплитудных разрывов в грунте (разрез), смещающих каменную кладку в стене № 2

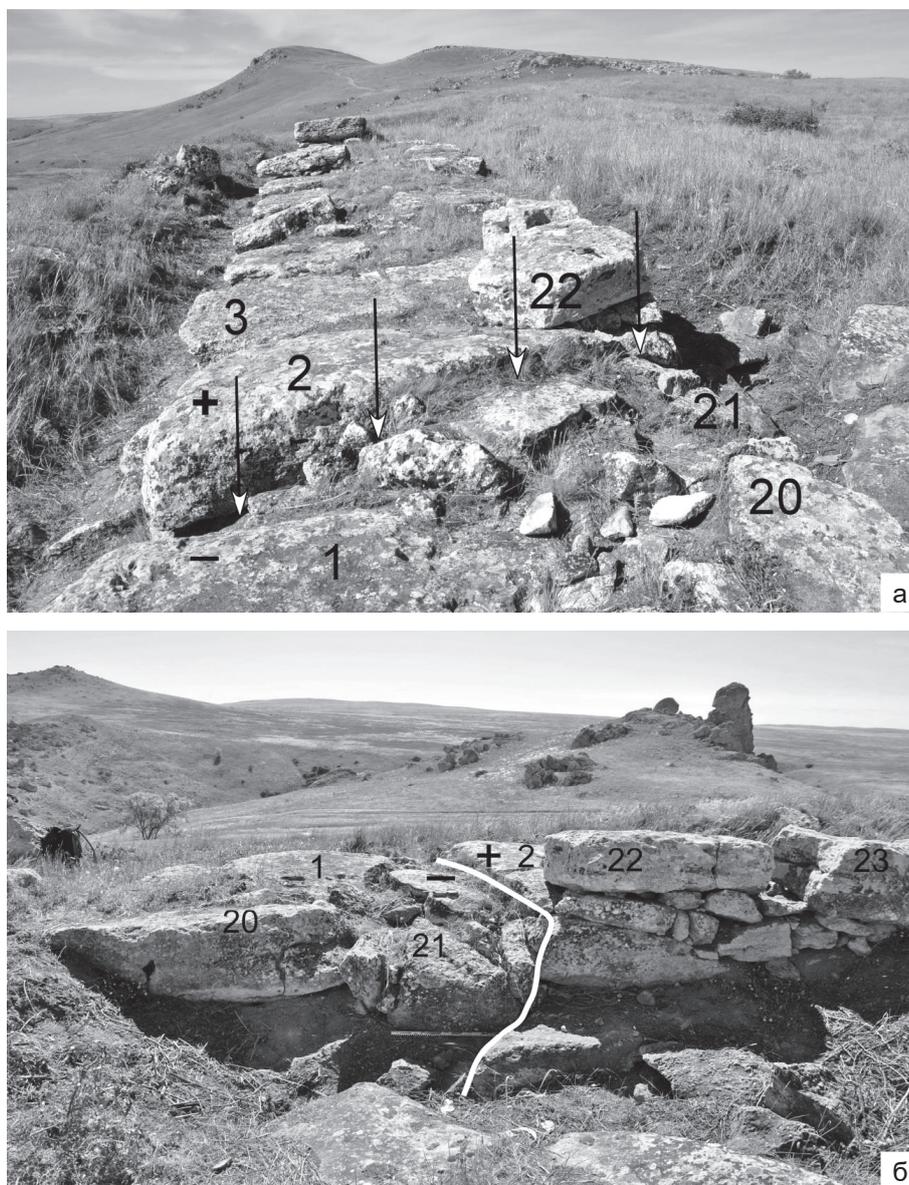


Рис. 8. Первый (восточный) разрыв в стене № 2. «а» – вид на запад (стрелки показывают саму линию разрыва). «б» – вид на юг северного фаса стены (белая линия – показывает выход на поверхность плоскости разрыва). + поднятое крыло, – опущенное крыло. Цифры соответствуют нумерации на плане

(рис. 6). (Географические координаты её восточного окончания по GPS приемнику: N 45°27'19.4", E 36°06'45.6", h 27 м, точность определения координат ± 4 м.) Обследованная стена имеет азимут простирания 20° по восточному фаса. Строительная конструкция сохранилась до двух-трёх рядов кладки. Здесь, правда, не происходит торшение отдельных строительных блоков относительно друг – друга, а имеет место выход

на поверхность нескольких малоамплитудных разрывов, разрывающих и смещающих каменную кладку целиком вверх на первые десятки сантиметров (рис. 7).

В качестве примера приведем фотографии и описание первого (северного) разрыва в кладке стены № 2. Стена по разрыву смещается целиком на всю её ширину, то есть смещенными по разрыву оказываются как каменные блоки фаса, так и забутовочный материал (рис. 8). Величина смещения достигает 25 см. В целом азимут простирания этого разрыва 85° . Разрыв выглядит как косой скол к общему простиранию стены. В опущенном крыле разрыва малые камни забутовки «расщеплены», наклонены.

Каменный блок 21 из северного фаса стены, на который пришёлся разрыв, раздроблен, его обломки вылезли наружу на расстояние до 20 см – на запад, в целом по азимуту 285° . Эти обломки также наклонились в западном направлении под углом до 20° .

Получил повреждение и соседний к северу камень 20 – в его нижней части образовался прямоугольный скол (рис. 8 б). Он также наклонился по азимуту 70° под углом 10° . Соседний к югу каменный блок 22 наклонился на ЮВ (по азимуту 150°) под углом в 10° . Это камень разбит трещиной с простиранием 110° и развернулся вокруг вертикальной оси на 10° против часовой стрелки.

Ко всему прочему, во время древнего землетрясения верхняя часть стены № 2 обрушилась, а нижняя часть «расселась»; каменные блоки ее слагающие наклонились, выдвинулись, приподнялись, опустились и раздробились вследствие сильнейших сейсмических воздействий. Приведем описание деформаций лишь нескольких строительных блоков. Так, камень 2 в южном фаса оборонительной стены имеет **сопряженные сколы** в южной своей части (рис. 9). Эти сколы возникли из-за местной концентрации напряжений. Данный каменный блок имеет наклон по азимуту 165° , под углом 10° . В связи с этой интерференцией сейсмических волн нижерасположенный каменный блок выбило наружу (к югу) на расстояние до 60 см и раскололо на несколько мелких частей.

Камень 5 в этой же стене № 2 в связи сейсмическими колебаниями, направленными приблизительно параллельно простиранию стены (20°), был выбит кверху и наклонился

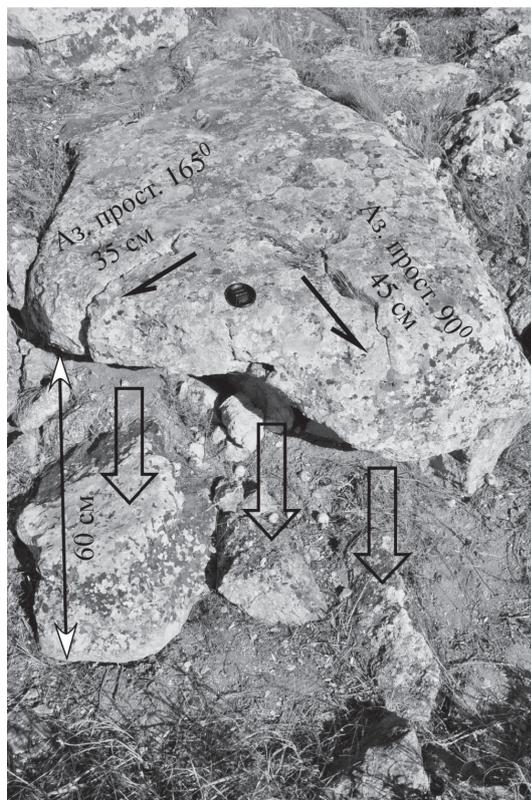


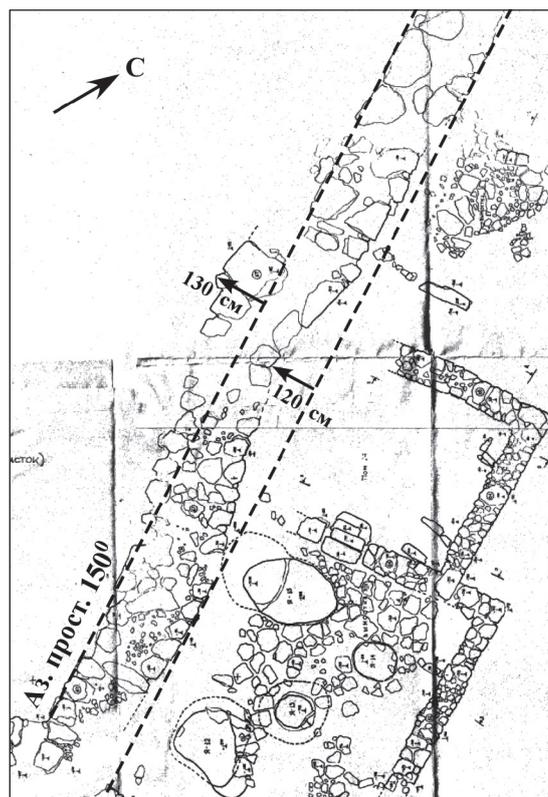
Рис. 9. Сопряженные сколы на камне 2 в стене № 2 (раскоп 1953 г.). Они образовались вследствие концентрации здесь сейсмических напряжений. Этот же процесс привел к тому, что нижерасположенный каменный блок выдвинулся к югу и раскрошился на несколько частей



Рис. 10. Выбивание вверх, наклон к югу и разворот против часовой стрелки каменного блока 5 в южном фасае стены № 2 (на нем расположена измерительная рулетка). Соседний к западу камень 6 наклонился на восток и раскололся. Его западная отколотая часть немного просела вниз, образовав небольшие pull-apart'ы – крошечные аналоги Мертвого моря или Галилейского озера

по азимуту 155° (ЮЮВ) под углом в 16° (рис. 10). Одновременно произошел поворот этого каменного блока на 10° против часовой стрелки. При этом он выдвинулся к ЮВ на 15 см по азимуту 130° . Эти же сейсмические напряжения раскололи соседний камень 6 вдоль трещины с простиранием 115° . Он наклонился на ВЮВ по азимуту 115° под углом 10° .

Стена, раскопанная в 1989–1992 гг. [Масленников, 1998, с. 90–100] в юго-западной части городища Сююрташ, имеет изогнутое в плане простирание (рис. 11 а, б). При её общем простирании 150° центральная часть стены сильно выгнута к ЮЮЗ, в целом по азимуту 240° . Стена сохранилась на высоту до четырёх рядов каменной кладки. Раскопанная длина стены 4 м, средняя остаточная высота 0.5 м. Кроме камней, сохранившихся в кладке, большое количество их лежит к западу от самой строительной конструкции. В то же время лишь небольшое число камней находилось к востоку от описываемой стены. Важно отметить, что стены перпендикулярной ориентировки в строительном комплексе, расположенном к востоку от описываемой стены, не имеют систематической картины повреждений. Подобные изгибы стен в плане наблюдались нами и ранее, например, на поселении Полянка [Масленников и др., 2017]. Эти деформации обусловлены максимальной свободой колебаний в центральной части длинной стены, в то время как её концы, прикрепленные к смежным – перпендикулярным стенам, практически не колеблются в перпендикулярном направлении. Кроме смещения каменных блоков стены, как единой каменной кладки, мы отмечали систематические



а



б

Рис. 11. Значительный изгиб на плане стены ЮВ простирания в СЗ направлении. Сильные сейсмические воздействия привели к максимальному изгибу стены в центральной части, где имела место максимальная свобода колебаний. «а» – план, «б» – фотография стены, вид на СЗ. Прерывистые линии – первоначальное положение фасов стены. Черные линии со стрелкой указывают направление смещения строительной конструкции



Рис. 12. Значительные систематические наклоны каменных блоков стены ЮВ простирания на раскопе 1989–1992 г. в ЮЗ направлении. Северное окончание стены, вид на ЮЗ

строительства, особенно при сооружении мощной оборонительной стены городища. Но вернёмся к вопросу о землетрясениях. Результаты исследований сейсмических деформаций в строительных комплексах Пантикапея и Нимфея позволили ещё довольно давно В.П. Толстикову [1999, с. 72–75] предположить, что некая сейсмокатастрофа могла случиться в районе боспорской столицы примерно во 2-й четверти III в. до н.э. В 2017 г. во время раскопок были получены свидетельства сильного землетрясения на поселении «Госпиталь», располагавшегося фактически на территории современной Керчи. Здесь была раскопана землянка с каменной обкладкой стен, которая одновременно обрушилась внутрь, завалив человека и корову. Датировка этого объекта: конец IV – первая треть III вв. до н.э. [Рукавишникова и др., 2018, с. 302–309]. На рассматриваемом городище ярким проявлением, возможно, этого же сейсмического события является образование флексурного «изогнутия» в «вымостке» плит на раскопе «Восточный» (рис. 14). Простирание оси флексуры по азимуту $\sim 65^\circ$, наклон плит к ССЗ под средним углом 20° . Это же древнее землетрясение, вероятно, ответственно за образование многочисленных протяженных прогибов и грабенов в других вымостках, раскопанных в западной и восточной

наклоны каменных блоков (под углом $20\text{--}30^\circ$) в том же СЗ направлении (рис. 12), а также их развороты вокруг вертикальной оси.

Чрезвычайно важен, интересен и сложен вопрос о числе и возрасте землетрясений, вызвавших упомянутые «аномалии» на данном памятнике археологии. В начале своих изысканий на Сююрташе мы предполагали, что огромные каменные плиты, подстилающие большинство построек на раскопе «Западный», находятся как бы *in situ*. Однако дальнейшие работы на раскопе «Восточном» показали, что они частично выламывались древними строителями поблизости и перемещались на расстоянии до нескольких сотен метров. Стыки плит отесывали для подгонки краев друг к другу. Перед укладкой плит неровности участка засыпались грунтом и закладывались камнями разного размера (рис. 13). Вместе с тем, в прибрежном обрыве можно наблюдать, что коренное основание городища сложено другими породами – массивными мшанковыми известняками.

Укладка этих громадных плит повсеместно имела место на начальном этапе



Рис. 13. «Восточный» раскоп на городище Сююрташ. Вид на ЮВ. Под большими каменными плитами виден насыпной грунт и мелкие камни, использовавшиеся для выравнивания участка



Рис. 14. Участок раскопа «Восточный». В «вымостке» каменных плит образовалась флексура, вдоль которой (в 3-м веке до н. э.?) было опущено мористое крыло. Большая стена и стена из вертикальных плит были построены позже сейсмического события: они встроены в образовавшийся уступ



Рис. 15. Западный фас стены 2 «Большой стены» на раскопе «Восточный»

частях памятника. Встаёт вопрос: когда произошел этот общий наклон плит вымосток к морю, особенно заметный на «Восточном» раскопе? Ведь маловероятно, чтобы древние строители укладывали каменные плиты с таким общим неровным уклоном.

Тем не менее, после этого землетрясения обитатели поселения не покинули его, а попытались восстановить разрушенное. Они **встраивали** новые строительные конструкции в уже существовавший сейсмогенный рельеф. Так, например, стена № 12 раскопа «Восточный» [Супренков, 2014, с. 381] с азимутом простираения 135° в своем южном окончании доходит до крыла флексуры и упирается в него (рис. 14). Однако природная стихия не оставила местных жителей в покое. Новые сейсмотолчки дали о себе знать уже сравнительно скоро. В результате северная часть описываемой стены уцелела внизу, но вертикальные плиты заметно наклонились на восток под углом 80° . Обновление флексуры, по всей видимости, произошло и при этом землетрясении. На это указывает резкий перепад основания «Большой стены» примерно на 40 см именно там, где эта стена пересекается флексурой (рис. 15). Над смыкающим крылом флексуры кладка нарушена, а камни рассечены короткими сколовыми трещинами. Но люди вновь пытались наладить жизнь, восстановив разрушенные строения. Правда качество этих построек было невысокое: для возведения стен использовались лишь мелкие обломки каменных блоков (рис. 16, 17). Жилища как бы встраивались в уже существующий рельеф, не выравнивая его. Однако и эти постройки были, по-видимому, разрушены еще одним землетрясением (рис. 18), после чего городище было покинуто окончательно, разрушаясь



Рис. 16. Три этапа строительства на Сююрташе: 1-й – большие плоские плиты, использовавшиеся для вымостки, 2-й – остатки стены из вертикальных каменных блоков, 3-й – остатки стены, сложенной из мелких камней поверх остатков старой стены



Рис. 17. Двухсторонний субмеридиональный грабен, образовавшийся в вымостке из каменных плит на раскопе «Восточный». По правую руку человека видно встраивание стены из мелких камней без выравнивания в уже существовавший грабен



Рис. 18. ЮЗ часть раскопа «Восточный». Остатки строений 3-й фазы строительства низкого качества. Эти постройки были также повреждены при сильном землетрясении: дальняя стена разорвана и смещена разрывом (левый сдвиг), ближайшая стена получила сильный изгиб (в плане) на север до 15 см, её верхняя часть наклонилась к югу под углом 74°

уже от последующих катаклизмов, в том числе и рассматриваемого характера. Предложенная только что историко-сейсмическая «реконструкция», естественно, далеко не бесспорна. По крайней мере, три сильнейших землетрясения (см. ниже) только менее чем за двухвековой период существования поселения – частота довольно-таки настораживающая... Но продолжим наш «экскурс» по урочищу и обратимся к массивной башне соседнего позднеантичного поселения (объект № 2 на рис. 1). Её строительство датируется второй четвертью VI в. н. э., а гибель – рубежом третьей-четвертой четвертей того же века [Масленников, 1998, с. 264]. Выше уже отмечалось, что она имеет серьезные деформации стен, в частности, разворот участка стены на всю её высоту по часовой

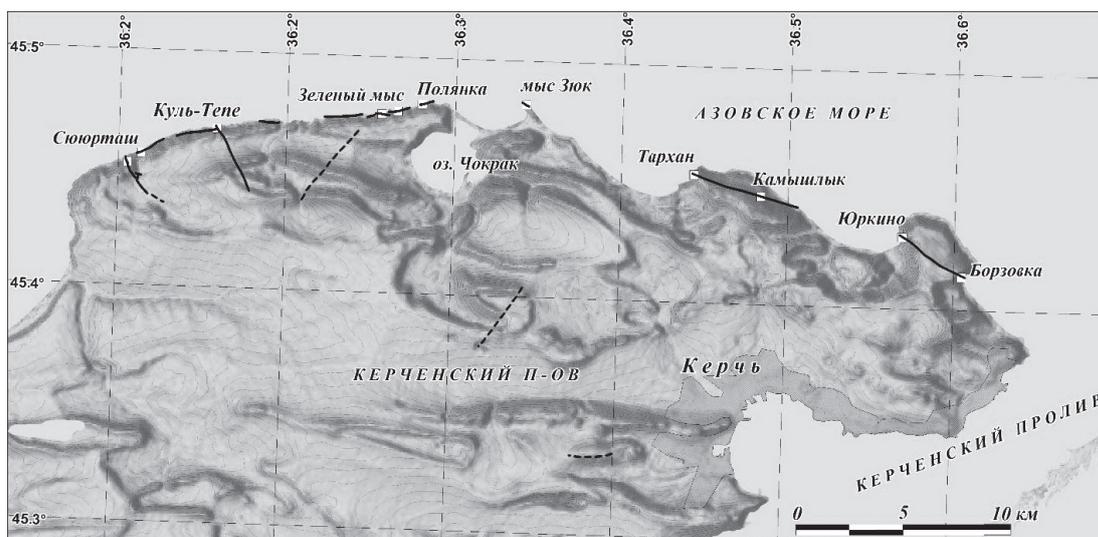


Рис. 19. Схема изученности Южно-Азовского разлома методами палеосейсмогеологии. Квадратами показаны места детального исследования разрезов с тектоническими смещениями молодых отложений. Сплошные линии – активные разломы с изученными следами сеймотектонических подвижек прошлого; пунктирные – предполагаемые по структурно-геоморфологическим данным

стрелке (рис. 4), выпадение ЮЗ угла и «выкалывание» по двум сопряженным плоскостям и выдвигание на восток ещё одного участка восточной стены. Таким образом, мы фиксируем следы ещё одного очень сильного землетрясения, по крайней мере, раннего средневековья, но, может быть, и более позднего.

Рассмотренную картину разрушений дополняют результаты геологических обследований окрестностей данного памятника. Прежде всего, речь идет о приуроченности рассматриваемого района к зоне Южно-Азовского активного разлома, сейсмогенерирующая роль которого была установлена ещё в конце 1980-х гг., во время работ по оценке сейсмической опасности для строящейся Крымской АЭС [Геология..., 1992, с. 96–118; Никонов, 1994, с. 23–26]. А. А. Никонов [1994, с. 21] тогда пришел к выводу, что вдоль южного берега Азовского моря на дне обнаруживаются морфологические и геологические признаки продольного разрыва (разрывов) со смещением крыльев на 25–50 м за послекарангатское время, т. е. не более чем за 100 тыс. лет, в том числе, по-видимому, и в конце позднего плейстоцена, в период накопления континентальных лёссов послекарангатского времени. В те же годы, на суше, в районе мыса Тархан был изучен прямолинейный ров, предположительно ассоциируемый с сеймотектоническим образованием [Клюкин, 1995, с. 113–114; Борисенко и др., 1999, с. 115–116]. Позже голоценовые сеймотектонические разрывы были обнаружены в нескольких местах на Азовском побережье Таманского и Керченского п-овов (частично опубликовано: [Масленников и др. 2017, с. 280–289; Овсяченко и др., 2015, с. 33–54; Овсяченко и др., 2017, с. 89–90; Овсяченко и др., 2019], там же описаны и методические особенности исследований). Таким образом, было установлено, что зона разлома следует вдоль Азовского побережья Керченского и Таманского полуостровов и кое-где выходит на сушу (рис. 19).

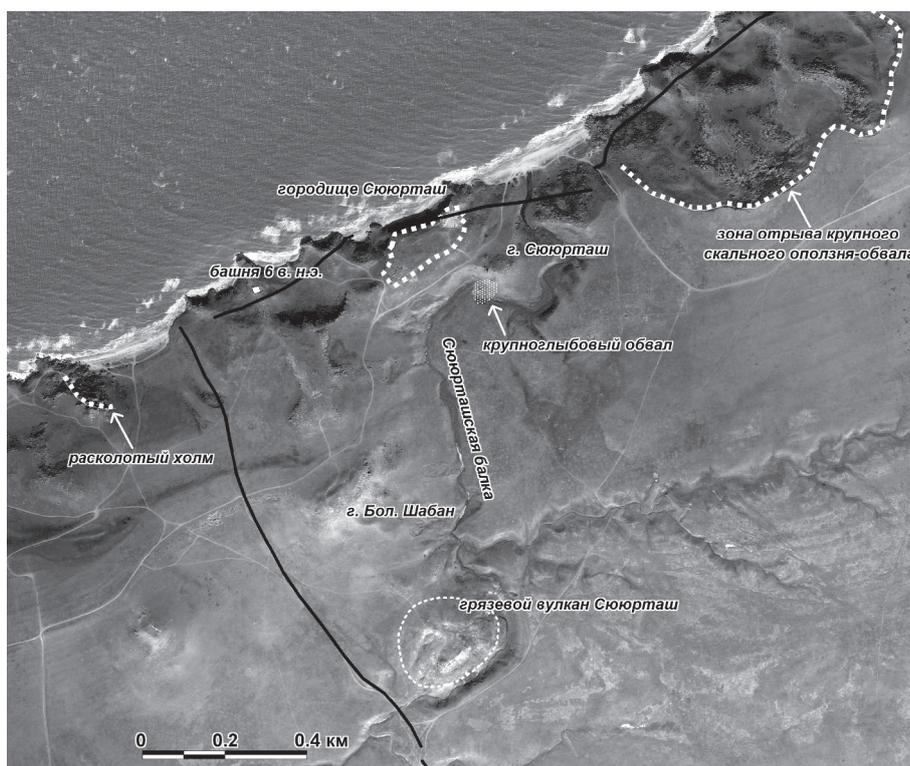


Рис. 20. Общая схема района городища Сююрташ на основе космоснимка (<http://ecn.t0.tiles.virtualearth.net/tiles/a>). Черные линии – сегменты Южно-Азовского активного разлома

Не является исключением и район урочища Сююрташ (рис. 20, 21). Сейсмотектонические нарушения здесь прослежены вдоль берега моря через «Восточный» раскол поселения, где, как уже отмечалось, можно наблюдать флексурный изгиб, прогибы и грабены в вымостке из плит. Но вернёмся к окрестностям.

В целом, рельеф вблизи городища отличается большим разнообразием. Территория памятника и окружающие его холмы сложены известняками мшанковых рифов мэотического яруса, вытянутыми цепочкой вдоль берега моря. Пространство между рифами «выполнено» слоистыми известняками-ракушечниками и сцементированными глинами (аргиллитами). Ниже залегают сцементированные пылеватые и глинистые отложения (алевролиты и аргиллиты) сарматского яруса. Подошва мэотического яруса испытывает пологое (5–10°) падение в северном направлении, образуя северное крыло крупной Караларской антиклинальной складки, ось которой расположена в 1,2–1,5 км южнее и вытянута в северо-восточном направлении. На возвышенных прибрежных пространствах прочные рифовые «постройки» отпрепарированы плоскостным смывом и выражены в виде крутых известняковых холмов. Как правило, рифовые известняки выступают в море мысами, а в податливых к размыву межрифовых отложениях или оползневых телах волны выработали бухты с песчано-ракушечными пляжами.



Рис. 21. Общая схема района городища Сютурташ на основе космоснимка (<http://sat01.maps.yandex.net/tiles?l=sat&x=>). Между стрелками – выраженные в рельефе разрывы субширотного простираия в зоне Южно-Азовского активного разлома

Примерно в 700 м к югу от городища расположен грязевой вулкан Сютурташ. В настоящее время он демонстрирует вялый режим деятельности. Здесь наблюдаются три грифона, выделяющие жидкую грязь, солёную воду и сероводород. Однако вулканическая сопка диаметром порядка 150 м окаймлена кольцевым рвом, в который вложена позднеголоценовая кальдера взрыва. Древние, сильно размытые и заросшие грязевые потоки распространены на расстояние до 100 м от очага взрывного извержения, которое произошло в древности.

В высоком прибрежном обрыве под городищем обнажены массивные мшанковые известняки. У «Восточного» раскопа они нарушены зоной извилистых разрывов без существенной вертикальной компоненты смещений (рис. 21, 22). Разрывами рассечена ниша, расположенная в верхней части скального обрыва. Ниже разлом проявлен рвом, вдоль которого наблюдается правостороннее горизонтальное смещение прибрежного обрыва и серии узких морских террас примерно на 3 м. В результате горизонтального смещения площадка нижней террасы к западу от разлома оказалась выдвинута в волно-прибойную зону, где происходит размыв её аккумулятивного чехла. К востоку от разлома площадки террас перекрыты обвално-осыпным шлейфом и отвалами с «Восточного» раскопа, т. е. оказались выведены из волно-прибойной зоны в результате горизонтального смещения. Этот разлом прослеживается на раскоп, где представлен описанным выше валообразным изгибом (флексурой) вымостки и «Большой стены».



Рис. 22. Сейсмотектонический разрыв в прибрежном обрыве в районе «Восточного» раскопа городища Сюрташ (положение см. на рис. 21)

К западу от городища большой интерес вызывает ров субмеридионального (ССЗ) простирания, вдоль которого отмечено горизонтальное смещение уступов, по-видимому, сельскохозяйственной террасы (рис. 23, 24). Уступы разделяют две основные площадки террас и, вероятнее всего, в древности представляли собой подпорные стенки, вписанные в уже существовавший рельеф террасированного морского побережья. Верхняя терраса – это выровненная площадка на водораздельной поверхности вытянутого холма. С южной и северной сторон она ограничена протяженными уступами высотой до 6 м. Площадка и уступы террасы рассечены рвом и смещены в горизонтальном направлении на 4–5 м. Ров наиболее ярко выражен на поверхности высокой террасы, где имеет глубину до 3 м. На площадке низкой террасы он выражен уже не так ярко. Однако и здесь прослеживается линейное понижение той же ориентировки глубиной не более 1, м. Возможно, ров является искусственным или подработан человеком, но отсутствуют отвалы. У выхода рва на площадку нижней террасы отложился конус выноса видимой мощностью до 2 м. Конус сложен суглинистыми наносами – продуктом вымывания дождями из рва. Отложение конуса говорит о резком появлении рва в древности, после чего началось заглаживание рельефа поверхностными процессами. Конус перекрыл ров на нижней террасе, однако, далее, в сторону моря, прослеживается упомянутое линейное понижение той же ориентировки. В итоге можно предположить, что ров представляет собой сейсмотектонический разрыв, который рассёк и сместил уступы террас в горизонтальном направлении на 4–5 м.

Для проверки этого, в бровке высокого прибрежного уступа была пройдена траншея, в которой изучено строение линейного понижения (рва) на окончании низкой террасы (рис. 25). Вскрытый разрез представлен глинисто-алевритистыми, неогеновыми

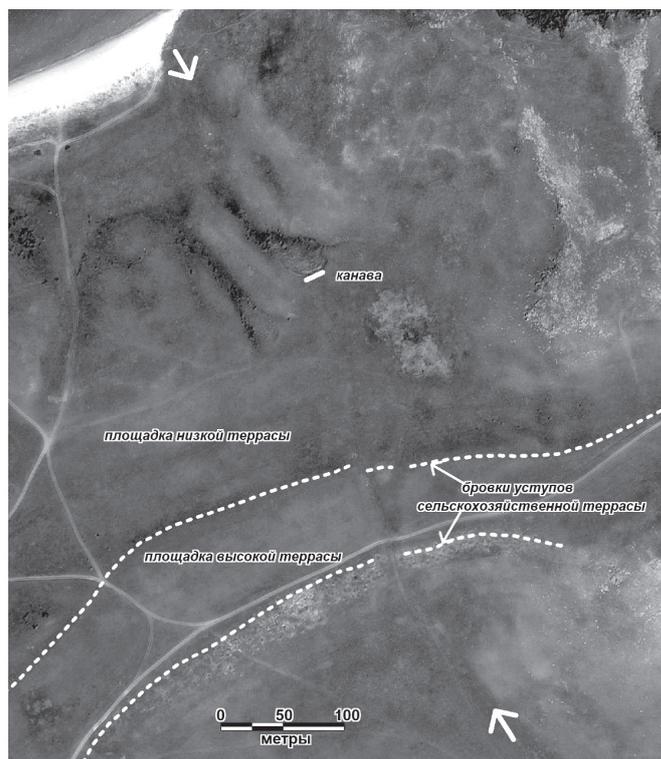


Рис. 23. Общая схема района к западу от городища Сююрташ на основе космоснимка (<http://sat01.maps.yandex.net/tiles?l=sat&x=>). Между стрелками – сегмент Южно-Азовского активного разлома субмеридионального (СС3) простираения



Рис. 24. Ров субмеридионального (СС3) простираения, на поверхности высокой сельскохозяйственной (?) террасы. Вид на запад

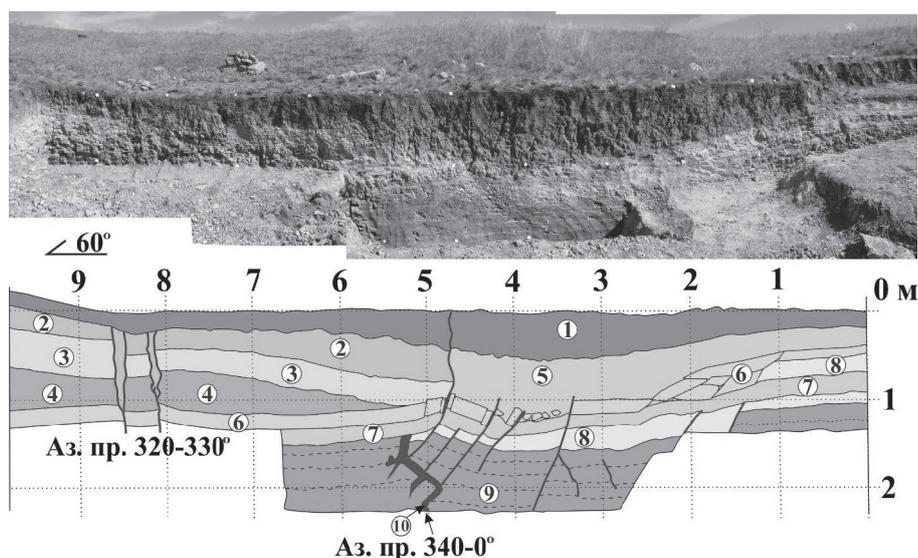


Рис. 25. Фото и зарисовка борта траншеи к западу от городища Сююрташ. Сегмент Южно-Азовского активного разлома субмеридионального (ССЗ) простирания, смещающий сельскохозяйственную (?) террасу.

1 – современный гумусовый горизонт чернозёма; 2 – осветлённый алевритистый чернозём; 3 – белёдые, светло-серые, выветрелые алевролиты, неслоистые, известковистые, с налетами гипса (иллювиальный горизонт почвенного профиля); 4 – светло-серые, мягкие, тонкослоистые, глинистые алевролиты (коренные породы – сарматский ярус позднего миоцена); 5 – бурозем (культурный слой с обломками красноглиняной и лепной посуды); 6 – крупнокристаллический, прочный гипс с линзами и включениями черной илистой глины (коренные породы – сарматский ярус позднего миоцена); 7 – бурые, рыхлые пески с линзой гипса в западной части разреза; 8 – светло-серые, тонкослоистые алевролиты с рассеянным мелкокристаллическим гипсом и известью; 9 – серые, мягкие, тонкослоистые, глинистые алевролиты с тонкими прослоями светло-серых песков и налетами гипса по трещинам; 10 – пластичная, влажная глинка трения, отдельные линии – разрывы

(поздний миоцен) слоями и позднеголоценовым почвенным покровом. И те, и другие – нарушены тектоническими разрывами. Самой примечательной особенностью разреза является слой необычайно прочного гипса толщиной до 25 см, отложившегося в поднемиоценовой мелководной лагуне (слой 6 на зарисовке). Слой гипса подстилается рыхлыми бурыми песками толщиной до 20 см (слой 7). Неогеновые слои испытывают очень пологое (5–8°) падение в северном направлении.

Основной разрыв (в центре канавы) в позднемиоценовых алевролитах выполнен пластичной, влажной глиной трения толщиной до 20 см и имеет зигзагообразную форму с элементами эшелонированного строения. По всей видимости, эта глина внедрилась снизу вдоль разрыва, представляя собой локальный вариант внутриразломного диапиризма (пластичного внедрения). По отдельным мелким разрывам в глинистых алевролитах наблюдаются незначительные вертикальные смещения, формирующие «структуру домино» с разворотом межразрывных блоков. В рыхлом песчаном слое (№ 7 на зарисовке) смещения рассеяны в виде изгибов и межзернового проскальзывания,

однако разрывы появляются и выше, в слое прочного гипса. Отдельные гипсовые блоки в результате разворота оказались вдавлены своим западным краем в кровлю бурых песков. Повороты по часовой стрелке вдоль оси в горизонтальной плоскости захватывают по несколько слоев разреза. Такая структура в разрезе фиксирует механизм продольного растяжения (удлинения) в разломной зоне за счет однонаправленного поворота системы ломтевидных блоков и объясняет формирование на поверхности линейного тектонического понижения (рва). Возможно, разломная зона имеет подобную структуру и в плане, отражая сдвиг в горизонтальной плоскости по всей разломной зоне. Вклад горизонтальной компоненты смещения отражает угол наклона борозд скольжения к горизонту – 20–25°.

О преобладании горизонтальной компоненты смещений также свидетельствует соприкосновение по разрывам разных фациальных разностей одних и тех же слоёв, включая слои позднеголоценового почвенного профиля. Вдоль центрального разрыва намечается вертикальная граница между осветлённым гумусовым горизонтом чернозёма (слой 2), иллювиальным горизонтом чернозёма (3), белёсыми, выветрелыми алевролитами (слой 4) и бурым гумусовым горизонтом с античной керамикой – обломками красноглиняной и лепной посуды (культурный слой 5). Слой 5, по всей видимости, фиксирует собой участок ровной сельскохозяйственной террасы с относительно мощным гумусовым горизонтом и следами жизнедеятельности человека. Кроме фрагментов посуды в нём встречены многочисленные обломки меотических рифовых известняков с почвенным загаром, слагающих окружающие террасу холмы. В настоящее время этот слой расположен в чуждых геоморфологических условиях – на склоне прибрежного уступа. Он резко контактирует с почвенным профилем (слои 2, 3), сформировавшимся в склоновых условиях, за пределами древних сельскохозяйственных угодий. Можно полагать, что такое неестественное соприкосновение является следствием выдвигания участка ровной сельскохозяйственной террасы в северном направлении вдоль тектонического разрыва, в результате смещения в горизонтальном направлении на несколько метров. Выдвижение западного крыла разрыва в том же направлении соответствует морфологии смещения уступа террасы – правосторонний сдвиг.

В восточной части траншеи вскрыты два разветвляющихся кверху разрыва, между которыми слой прочного гипса опущен на 10–15 см. По всей видимости, на глубине разрывы объединяются, образуя расходящуюся вверх структуру «цветка», характерную для сдвигов. К востоку от разрывов резко уменьшается толщина осветлённого чернозёма (слой 2), но увеличивается толщина иллювиального горизонта (3), тем самым мощность почвенного профиля существенно не меняется. Видимо, величина горизонтального смещения здесь заметно уступает основному разрыву в центре канавы.

Перечисленные признаки определённо указывают на тектоническую природу рва, вдоль которого наблюдается смещение уступа террасы, а вовлечение в деформацию культурного слоя с античной керамикой – на возраст смещения. После деформации произошло образование современного чернозёма средней толщиной 35 см. Он перекрыл все смещённые слои почвенного профиля и не испытал значительных деформаций. Используя показатели зависимости мощности гумусового горизонта почв от их возраста, полученные с использованием хронологических данных на надёжно



Рис. 26. Крупный оползень-обвал к востоку от Сююрташской балки и городища Золотое-Восточное (бровка стенки отрыва показана стрелкой). Вид на восток

датированных археологических объектах [Лисецкий и др., 2017, с. 82], для обычных условий Керченского п-ова получаем время формирования гумусового горизонта такой мощности: 1800–2000 лет. Эти цифры, естественно, в какой-то мере условны, однако в совокупности с другими материалами и наблюдениями, они свидетельствуют, что сейсмо-подвижка произошла около 2000 лет назад и представляла собой результат выхода очага сильного землетрясения на поверхность.

Следы сильных землетрясений сохранились также в виде т.н. вторичных нарушений. Наиболее ярко они проявлены в скальных известняковых массивах в форме специфических оползней и обвалов, имеющих признаки аномального перемещения, встряхивания, выброса или отличающиеся колоссальными размерами и захватом в смещения значительных водораздельных пространств (рис. 26). Надо сказать, что в рассматриваемом районе все скальные массивы оказались в той или иной степени поражены этими вторичными эффектами. Самые крупные из них «развиты» вдоль берега моря, где имеются наиболее благоприятные условия – крутые склоны и подрезка основания высокого прибрежного уступа волно-прибойной деятельностью.

Крутые склоны, но без активной эрозии, имеются и в долине Сююрташской балки. Наиболее примечателен здесь крупноглыбовый обвал, сошедший с юго-западного склона скалы Сююрташ (рис. 27). Он отличается аномально большим объёмом, размерами глыб, величиной отброса в горизонтальной плоскости и его направлением. Обвал



Рис. 27. Крупноглыбовый обвал на юго-западном склоне скалы Сююрташ.
Вид на северо-восток

отброшен на юго-запад, тогда как остальные, не менее крутые склоны горы покрыты единичными глыбами. Крупнейшая глыба в результате удара раскололась пополам. Обвал произошел в глубокой древности, после чего здесь была сооружена плотина, впоследствии размытая дождевыми паводками.

К западу от городища Сююрташ можно наблюдать расколотый пополам скальный рифовый холм высотой 30–40 м (рис. 28). Он расколот дугообразной расселиной, которая на прилегающих, относительно пологих террасированных склонах, сложенных алевролитами сарматского яруса, выражена пологим рвом глубиной не более 1 м. Вдоль основной расселины глыбы размером 10×30 м отброшены в горизонтальном направлении на 8–10 м по азимуту 25–30°. Более мелкие глыбы (размером до 5×8 м) оказались перемещены на большее расстояние – до 50 м и перекрыли низкую приморскую террасу, что говорит о позднеголоценовом возрасте обвала (до 2000 лет).

Результаты этих геологических исследований позволяют сделать вывод о неоднократном выходе очага сильного землетрясения в районе городища и урочища Сююрташ. В отдельные эпизоды сейсмической активизации сеймотектонический разрыв (очаг) пересекал городище там, где оно вскрыто «Восточным» раскопом. Многочисленные мелкие разрывы со смещениями, наблюдаемые на строительных остатках городища, по всей видимости, образовались над оперяющими разрывами, возникавшими в широкой зоне выхода очага на поверхность. Зона Южно-Азовского разлома здесь имеет сложное строение и сопровождается сегментом поперечной (СЗЗ) ориентировки, которые выражен смещением «сельскохозяйственной» террасы на 4–5 м в горизонтальном направлении. Следы сильных землетрясений сохранились также в виде вторичных нарушений, представляющих собой результат сейсмических колебаний. Ими поражены практически все поверхности с благоприятными геоморфологическими условиями.



Рис. 28. Расколотый пополам скальный рифовый холм (оползень-обвал) к западу от городища Сююрташ. Вид на запад

Таким образом, исследованные разрушения и повреждения на археологических памятниках в урочище Сююрташ однозначно свидетельствуют о произошедших здесь неоднократных сильных землетрясениях с выходом очага непосредственно на городище и в его окрестностях.

Первое «историческое» событие такого рода имело, по-видимому, место в первой половине (?) III в. до н. э. Его сила составила $I = 9-10$ баллов, что привело к практически полному уничтожению только что появившегося (?) поселения. Очаговая зона землетрясения залегала в непосредственной близости от него – вдоль Южно-Азовской сейсмогенерирующей зоны. Оперяющие разрывы землетрясения вышли на поверхность прямо на поселении (флексурная зона). Следы этого же или близких по времени землетрясений были отмечены нами к востоку от урочища Сююрташ, на поселениях Полян-ка и Мыс Зюк [Масленников и др., 2017; Овсяченко и др., 2019 и др.].

Вторая близкая по времени сейсмо-катастрофа, вероятно, состоялась некоторое время спустя, но не позднее рубежа II–I вв. до н. э. Третья – около середины I в. до н. э. (знаменитое землетрясение 63 г. до н. э.). Во время этих событий, например, была разрушена встроена в существующий рельеф субмеридиональная стена № 12 на раскопе «Восточный», а её нижние части наклонились к востоку. Сильные деформации получила и «Большая стена» на том же раскопе. Сила землетрясения, по крайней мере в последнем случае, составила $I \geq 9$ баллов. Его эпицентральная область находилась неподалеку от поселения в СВ направлении. Следы этого/их землетрясения/ий также отмечены нами на поселениях к востоку от Сююрташа [Масленников, 2013, с. 251–252; Масленников и др., 2017, с. 265–294; Овсяченко и др., 2019].

Следующее сильное землетрясение (около середины III в. н. э.?) разрушило уже заброшенные постройки на рассматриваемом городище. Сила его составила $I \geq 8$ баллов. Очаг вновь располагался неподалеку от памятника (оперяющие разрывы вышли на поверхность на раскопе «Восточный») к северу от него (изгиб в плане к северу от субширотной стены).

Последнее землетрясение, которое нам удалось зафиксировать по данным археосейсмологии и «местной» археологии, это сейсмическое событие, сильно повредившее «византийскую» башню, которая погибла (?) на рубеже третьей-четвертой четвертей VI в. н. э. Сила землетрясения составила вновь $I \geq 9$ баллов. Следы его зафиксированы нами и на Мысе Зюк [Овсяченко и др., 2019]. Его эпицентр также находился неподалеку от описанного выше урочища и поселений. Возможно, оперяющий разрыв был в нескольких метрах к югу от южной стены башни, хотя по кинематическим индикаторам, выявленным нами в стенах этого сооружения, сильные сейсмические колебания – толчки распространялись с ЮВ.

Все эти материалы носят пока сугубо предварительный характер, так как для рассмотрения был привлечен относительно небольшой ряд сейсмических деформаций, описанных фактически только для одного памятника. Дальнейшие исследования, сравнения и анализ археологических материалов, а равно и продолжающиеся археологические раскопки неизбежно внесут свои коррективы.



Список литературы

Белик и др., 2016. Белик Ю.Л., А.М. Корженков, А.В. Куликов, А.С. Ларьков, А.Н. Ма-
раханов, А.Н. Овсяченко, Е.А. Рогожин. Сейсмогенные деформации в стенах позд-
несредневековой крепости Ени-Кале в Восточном Крыму // Вопросы инженерной
сейсмологии. Т. 43. № 2.

- Блаватский, 1977. Блаватский В.Д. Землетрясение 63 г. до н.э. на Керченском полуострове // Природа. № 8.
- Борисенко и др., 1999. Борисенко Л.С., Пустовитенко Б.Г., Дублянский В.Н., Вахрушев Б.А., Клюкин А.А., Ена А.В., Китин М.А. Сейсмодислокации и палеосейсмичность Крыма // Сейсмологический бюллетень Украины за 1997 год. Симферополь.
- Винокуров и др., 2015. Винокуров Н.И., Корженков А.М., Родкин М.В. К оценке сейсмической опасности района Керченского пролива по данным археосейсмологии // Вопросы инженерной сейсмологии. Т. 42. № 2.
- Геология..., 1992. Геология и геодинамика района Крымской АЭС / Отв. ред. Н.М. Гавриленко, А.В. Чекунов. Киев.
- Клюкин, 1995. Клюкин А.А. Сейсмодислокации Керченского полуострова // Сейсмологический бюллетень Украины за 1992 г. Симферополь.
- Корженков и др., 2016. Корженков А.М., Овсюченко А.Н., Ларьков А.С. Сейсмические деформации в древнем городе Илурате // Природа, № 10.
- Корженков и др., 2017. Корженков А.М., Ломакин Д.А., Овсюченко А.Н., Ларьков А.С., Мараханов А.В., Рогожин Е.А. О следах сильных позднесредневековых землетрясений в комплексе медресе – мечеть Узбека (г. Старый Крым) // Геофизические процессы и биосфера. Т. 16. № 3.
- Корженков и др., 2018а. Корженков А.М., Овсюченко А.Н., Ларьков А.С., Мараханов А.В., Рогожин Е.А. Сударев Н.И. Следы сильных землетрясений на Михайловском городище (Керченский полуостров, Крым) // ДБ. 22.
- Корженков и др., 2018б. Корженков А.М., Ларьков А.С., Овсюченко А.Н., Соколова О.Ю. Следы сильных землетрясений в руинах Боспорского города Нимфея // БИ. XXXVII. Керчь.
- Кругликова, 1957. Кругликова И.Т. Поселение Золотое Восточное // КСИИМК. 70.
- Лисецкий и др. 2017 Лисецкий Ф.Н., Маринина О.А., Буряк Ж.А. Геоархеологические исследования исторических ландшафтов Крыма. Воронеж.
- Масленников, 1998. Масленников А.А. Эллинская хора на краю Ойкумены. М.
- Масленников, 2013. Масленников А.А. О локальных геоморфологии, палеосейсмизме и археологии Крымского Приазовья или по следам древних землетрясений // ДБ. 17.
- Масленников, 2017. Масленников А.А. Нищета и мощь фортификации // Північне Причорномор'я за античності доби. На пошану С.Д. Крижицького Київ.
- Масленников и др. 2017. Масленников А.А., Овсюченко А.Н., Корженков А.М., Ларьков А.С., Мараханов А.В. Следы сильных землетрясений на городище Полянка и Южно-Азовский активный разлом // ДБ. 21.
- Никонов, 1994. Никонов А.А. Признаки молодой тектонической активности в зонах Южно-Азовского и Керченского разломов // Геотектоника. № 5.
- Овсюченко и др., 2015. Овсюченко А.Н., Шварев С.В., Ларьков А.С. Мараханов А.Н. Следы сильных землетрясений Керченско-Таманского региона по геологическим данным // Вопросы инженерной сейсмологии. Т. 42, № 3.
- Овсюченко и др., 2017. Овсюченко А.Н., Корженков А.М., Ларьков А.С., Мараханов А.В., Рогожин Е.А. Новые сведения об очагах сильных землетрясений в районе Керченского полуострова // Доклады АН. Т. 472, № 1.

- Овсяченко и др., 2019. Овсяченко А.Н., Корженков А.М., Масленников А.А., Вакарчук Р.Н., Ларьков А.С., Сысолин А.И. Следы и хронология сильных исторических землетрясений на мысе Зюк в Восточном Крыму // *Физика Земли*. 2019. № 4. (в печати)
- Рукавишников и др., 2018. Рукавишников И.В., Двуреченская Н.Д., Двуреченский О.В., Алексеев А.В., Федосеев Н.Ф. Поселение «Госпиталь» (Республика Крым, Ленинский район) // *Города, селища, могильники. Раскопки 2017. Материалы спасательных археологических исследований*. Т. 25. М.
- Супренков, 2014. Супренков А.А. Назначение и хронология построек северо-восточной части эллинистического городища Сююрташ в Крымском Приазовье (по результатам работ ВКАЭ в 2010–2013) // *ДБ*. 18.
- Толстикова, 1999. Толстикова В.П. К проблеме землетрясения III в. до н.э. на Боспоре (по материалам раскопок Пантикапея и Нимфея) // *Боспорский город Нимфей: новые исследования и материалы и вопросы изучения античных городов Северного Причерноморья*. СПб.



Summary

**A. M. Korjenkov, A. A. Maslennikov, A. N. Ovsichenko,
A. S. Lar'kov, A. A. Suprenkov**
Seismic deformations in the Siuiurtash area, Azov Littoral zone

We have conducted a study of destructions and deformations in Syuyurtash archeological monument. They testify uniquely on strong earthquakes occurred here. Their seismic foci reached the surface directly in the monument and in its vicinity. First seismic event occurred apparently in IIIrd century BC. Its seismic intensity was $I = IX-X$ which led to practically complete destruction of the ancient settlement. Focus zone of the seismic event has been located in the direct vicinity from the settlement – along the southern Azov seismogenic zone. Fledging ruptures of the earthquake reach the surface directly in the ancient settlement – flexure zone. Second natural catastrophe is apparently well-known earthquake of 63 BC. For example, during this event there was destroyed a sub-longitudinal wall No. 12 in Eastern Trench embedded into existed relief. Wall's lower parts tilted eastward. Strong deformations got also the "Big Wall" in the same trench. Local seismic intensity was $I \geq 9$. Epicentral area of the earthquake locates near the settlement into NE direction. Traces of this earthquake were described by us in adjacent Polyanka and Mys Zyuk ancient settlements. Third earthquake (IIIrd century AD?) has destroyed last remain buildings of poor quality in the Syuyurtash settlement. Seismic intensity of this earthquake was $I \geq 8$. Its seismic focus locates near the ancient monument

(fledged ruptures reached the surface in the Eastern Trench) to the north of it (a lateral bend of sub-latitudinal wall). Last earthquake which we could record by archeoseismological data was a seismic event which significantly deformed the tower of Byzantine time. The tower has perished in a border between of third-fourth quarters of VI century AD. Local seismic intensity was $I \geq 9$. The traces of this earthquake were also described by us in Mys Zyuk monument. An epicenter of the fourth earthquakes was also near the building construction: it is possible that fledged rupture was in few meters southward from the southern wall of the tower. However by the kinematic indicators, which we revealed in the walls of the building, the strong oscillations – shocks propagates from SE. All obtained materials have a preliminary character because for the consideration we have involved a short number of the seismic deformations described by us in Syuyurtash. Our further investigations as well as continuing archeological excavations have possibly open new facts. Nevertheless obtained materials have to serve for new interpretation of civilization development in the eastern Crimea, as well as for seismic hazard assessment.