



DOI: 10.18503/1992-0431-2020-3-69-49–76

СЛЕДЫ СЕЙСМИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ В РУИНАХ УСАДЕБНЫХ КОМПЛЕКСОВ IV–III вв. до н.э. В КРЫМСКОМ ПРИАЗОВЬЕ

А.М. Корженков¹, А.А. Масленников², А.Н. Овсяченко¹, А.С. Ларьков¹,
С.Н. Родина¹

¹ *Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук, Москва, Россия*

amkor61@yandex.ru; ovs@ifz.ru; las119@yandex.ru; rodina@ifz.ru

² *Институт археологии Российской академии наук, Москва, Россия*
iscander48@mail.ru

Аннотация. Авторами были проведены исследования деформаций строительных остатков на усадебном комплексе IV–III вв. до н.э. в районе Генеральской бухты в Крымском Приазовье. Весь полученный материал по разрушениям и повреждениям строительных конструкций показывает систематическое развитие деформаций. Все стены субмеридионального простирания испытывали сильнейшие динамические воздействия, направленные перпендикулярно этим строительным элементам. Меридиональные стены демонстрируют наклоны, выгибания в плане (иногда приводящие к разрывам стен) в западном направлении. Все это говорит о расположении источника сейсмической энергии к западу от данного археологического комплекса. Однако разворот участка меридиональной стены против часовой стрелки подразумевает направление прихода сейсмических подвижек скорее с З/СЗ. Судя по степени деформаций, местная интенсивность сейсмических колебаний была не менее $I \geq IX$ баллов. Об этом сильном землетрясении свидетельствуют также прослойки морских отложений – раковин – среди слоя насыпного грунта с артефактами. Подобные находки явно говорят о нагонных волнах «цунами» высотой до 4 м. Цунамигенные отложения однозначно указывают на факт нахождения очага этого землетрясения в акватории Азовского моря. Были также отмечены выдвигание верхней части стены СВ простирания на юго-восток и отхождение стен-контрфорсов на юг и на запад. Эти деформации, возможно, свидетельствуют еще об одном, более позднем землетрясении. По-видимому, нахождение больших и очень больших скальных глыб, скатившихся

Данные об авторах: Корженков Андрей Михайлович – доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией палеосейсмологии и палеогеодинамики ИФЗ РАН; Масленников Александр Александрович – доктор исторических наук, заведующий отделом полевых исследований ИА РАН; Овсяченко Александр Николаевич – кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией сейсмоструктуры и сейсмического микрорайонирования ИФЗ РАН; Ларьков Александр Сергеевич – научный сотрудник лаборатории методов прогноза землетрясений ИФЗ РАН; Родина Светлана Николаевна – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории методов прогноза землетрясений ИФЗ РАН.

Исследования проведены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18–05–01004А «Динамика тектонических процессов Керченско-Таманского сегмента Альпийско-Гималайского подвижного пояса во второй половине голоцена». Камеральная обработка материалов осуществлялась в рамках Государственной программы исследований Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН.

с близрасположенных возвышенностей и покоящихся на остатках каменных кладок, вымостках и культурном слое, является еще одним доводом в пользу такого предположения. Малое количество выявленных случаев разрушений и повреждений и отсутствие систематического характера деформаций не позволяет прийти к заключению о направлении прихода этих сейсмических колебаний. Вероятно, сейсмический очаг – сейсмогенный разрыв – находился поблизости от археологического памятника. Полученные материалы должны быть учтены при построении новой карты сейсмической опасности Крыма, а также могут быть полезны археологам для анализа особенностей цивилизационного развития региона. Датировка возможного землетрясения/ий на этих памятниках: начало посл. четв. IV в. до н.э. и следующего, что более вероятно, где-то до кон. II в. или еще позднее 63 г. до н.э.

Ключевые слова: классическая археология, Крымское Приазовье, Генеральская бухта, усадебный комплекс, археосейсмология, палеосейсмология, сейсмические деформации

Сейсмические колебания большой силы уже давно признаны специалистами, в том числе археологами, в числе причин тех или иных существенных разрушений строительных конструкций и даже кризисов древних обществ. Античные «хроники» пестрят соответствующими упоминаниями на протяжении по крайней мере тысячи лет. Да и как иначе: практически весь регион античной цивилизации – греко-римская Ойкумена (прежде всего – Средиземноморье) и многие сопредельные с ним районы, – приходятся на территории с существенной или даже повышенной сейсмоактивностью. Не исключение в этом отношении и Крымский п-ов, а также соседняя Тамань и Северо-Западный Кавказ. Более чем двухсотлетняя практика полевых исследований, позволившая в той или иной мере открыть для науки сотни разнотипных и разновременных памятников археологии и, прежде всего, поселенческих структур, предоставляет достаточно возможностей для соответствующих археосейсмологических и палеосейсмологических изысканий. Напомним, что:

– Крым – это продолжение Кавказа на запад. Сильная сейсмичность Кавказа не подлежит сомнению;

– Крымские горы, хоть и не очень высокие, созданы интенсивными вертикальными и горизонтальными тектоническими движениями, которые всегда сопровождаются тектонической (а значит и сейсмической) активностью. Работами наших предшественников и нашими исследованиями выявлены и доказаны сейсмоактивные разломы на самом Крымском полуострове;

– в 1927 г. произошли два значительных землетрясения (с M до 6.8 и интенсивностью сейсмических колебаний до VIII баллов), эпицентральных областей которых располагались в море, к югу от Ялты. Небольшие толчки чувствуются в Крыму раз в несколько лет. Следовательно, возможны сильные землетрясения, происходящие раз в несколько сот лет.

Разумеется, при всех соответствующих исторических реконструкциях либо объяснениях тех или иных археологических и исторических реалий данный фактор не только не является единственным, но и не всегда основным. Никто не «сбрасывает со счетов» и военные конфликты, и социальные потрясения, и резкие изменения климата, и чисто человеческий аспект. Но коллектив авторов данной серии публикаций, в силу своих научных интересов и специализации, уделяет внимание главным образом этой области знаний, т.е. археосейсмологии и палео-

сейсмологии. При всем этом считаем необходимым отметить, что настоящая публикация завершает собой серию (по материалам Крымского Приазовья) статей, посвященных этой интереснейшей и, надеемся, полезной для специалистов и не только тематике. Хотя в силу хронологии было бы логичнее начать серию именно с этой работы.

1. СЕЙСМОТЕКТОНИКА РЕГИОНА

Крымское Приазовье расположено в Керченско-Таманском регионе (рис. 1), который отличается в сейсмотектоническом отношении целым рядом особенностей. От прилегающих горных массивов он резко выделяется как глубинным строением, так и формами проявления молодых тектонических движений. По основным показателям уровень современной тектонической активности Керченско-Таманского района аналогичен Горному Крыму и Большому Кавказу. Отсутствие здесь выразительного горного рельефа можно объяснить тем, что глинистые толщи майкопской серии, слагающие верхнюю часть осадочного чехла до глубины примерно 6 км, не в состоянии формировать и удерживать горный рельеф¹. Молодые тектонические поднятия в таких условиях компенсируются взаимосвязанными, весьма активными процессами площадного смыва и гравитационных перемещений рыхлого чехла (денудации), крупномасштабного растекания глинистого субстрата и грязевого вулканизма.

Древние городища и активные разломы в районе Караларского побережья Крымского Приазовья. В Крымском Приазовье следы сильных землетрясений несут на себе не только архитектурно-строительные памятники древности. Большое разнообразие последствий таких сейсмических воздействий (аномальных обвалов, оползней, выбросов, разворотов крупных глыб, деформаций встряхивания и т.п.) можно наблюдать и в природной среде. Наиболее убедительные из них – сейсмотектонические разрывы, которые образуются в случае выхода очага сильного землетрясения на поверхность и обладающие всеми признаками тектонических деформаций.

Молодые тектонические деформации в Керченском Приазовье проявлены весьма выразительно – побережье Азовского моря следует вдоль зоны Южно-Азовского активного разлома. Сейсмогенерирующая роль разлома была установлена уже в конце 1980-х гг., во время работ по оценке сейсмической опасности для проектируемой Крымской АЭС². Позже одноактные сейсмотектонические разрывы нескольких генераций возрастом в несколько сотен тысяч лет были детально обследованы нами во многих местах Азовского побережья Керченского и Таманского полуостровов³. В результате относительно уверенно датированы следы пяти сильных землетрясений: 3.0–3.5 тыс. лет назад; первой половины – середины III в. до н.э.; конца II в. до н.э.; середины I в. до н.э. (63 г. до н.э.?) и XVIII в. (1751 г.?), с положением очага в зоне Южно-Азовского разлома. Менее определенно восстанавливаются землетрясения предположительно рубежа VI–V вв. до н.э.,

¹ Юдин 2011, 273; Тевелев 2018, 257.

² Геология 1992, 96–118; Никонов 1994, 23–26; Клюкин 1995, 113–114; Борисенко и др. 1999, 115–116.

³ Овсяченко и др. 2015, 33–54, 2017, 89–90, 2019, 136–138; Масленников и др. 2017, 280–289; Корженков и др. 2019, 380–394.

второй пол. IV – нач. III в. до н.э., а также «события» рубежа I в. до н.э. – I в. н.э. и около середины III и VI вв. н.э.

Молодой разрыв был прослежен и в районе рассматриваемых ниже памятников (рис. 2, 3). К западу от античного поселения Генеральское-Западное, в районе объекта Пустынный берег II наблюдается несколько нешироких террас. Вероятнее всего, в древности они использовались под виноградные посадки, а упомянутый ОАН являлся сезонным винодельческим комплексом, которым перестали пользоваться где-то в конце IV в. до н.э.⁴ Здесь наблюдается прямолинейный уступ, не совпадающий с простираем террас (рис. 2). Он имеет более свежий облик – в его склоне залегают многочисленные беспорядочные глыбы известняков; он задернован и сглажен склоновыми процессами гораздо в меньшей степени, по сравнению с уступами террас. На тектоническую природу этого уступа определенно указывает то, что он одновременно рассекает и смещает террасы, скальный гребень и долину мелкой балки с одинаковой направленностью. Протяженность уступа небольшая – около 700 м (рис. 3). На окончаниях он исчезает в более молодом песчаном заполнении мелких бухт. Возможно, уступ протягивается и на восток от рассмотренного участка, однако здесь его прослеживание затрудняется более молодыми оползнями и обвалами.

2. ИСТОРИКО–АРХЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Крымское Приазовье занимает побережье от Арабатской стрелки на западе до входа в современный Керченский пролив на востоке. На всем своем протяжении его географическая, геоморфологическая, а также природно-демографическая (в том числе и в историческом аспекте) характеристики не однородны. Это не могло ни сказаться на соответствующей историко-археологической конкретике региона. Не останавливаясь на всем этом, а равно и истории изучения местных археологических памятников сколь-либо подробно, скажем лишь, что к настоящему времени это один из наиболее изученных регионов в районе Северного Причерноморья⁵. Благодаря интенсивным полевым работам последнего полувека здесь были открыты и в той или иной степени раскопаны сотни разновременных и разнотипных объектов. Среди них наиболее яркие и информативные именно античного (условно V–IV вв. до н.э. – IV–VI вв. н.э.) времени. Некоторые из них были исследованы полностью или почти полностью на достаточно большой (до нескольких тысяч кв. м) площади. Данное обстоятельство, наряду с прослеженной стратиграфией, а главное, уточненной на современном уровне хронологией, открывает большие возможности для соответствующих археосейсмологических и палеосейсмологических изысканий. Однако, возможности эти не всегда удается реализовать в полной мере: на большинстве из привлекаемых в настоящих работах памятников археологические раскопки были завершены или прерваны либо несколько лет назад, либо очень давно. При этом на поселениях, как правило, наиболее ярких и хорошо сохранившихся, открытые строительные остатки в целях консервации были полностью или частично вновь засыпаны до их осмотра и соответствующего анализа специалистами-сейсмологами. Конечно, есть в той или иной степени информативные полевые отчеты, но они не могут заменить не-

⁴ Масленников 2010, 193.

⁵ Масленников 2007, 181.

посредственного «общения с источником». Вместе с тем из положительных моментов назовем в целом неплохую сохранность рассматриваемых объектов, что в значительной степени объясняется широким использованием в строительстве местного камня, а также относительной пустыннойостью этого района еще в недавнее время. Должно отметить, что для раннего периода местной античной эпохи (VII–V вв. до н.э.) известны только отдельные находки и непритязательные следы присутствия некоего, вероятно, непостоянного населения. Подлинный же расцвет жизнедеятельности приходится на следующий период – примерно рубеж первой и второй четв. IV – кон. первой трети III вв. до н.э. С ним связана целая серия поселенческих объектов (Казантип-Западный; Крутой берег I, II и III; Генеральское-Западное; Генеральское-Западное (ЮЗ склон); Бакланья скала; Чокракский мыс; Салачик), которые ввиду их ярко-выраженного античного облика (правильная планировка, высокий уровень строительного дела, характерный для древних греков набор разнообразных предметов быта, торговли и некоторые иные признаки и артефакты) предложено рассматривать как объекты т.н. царской хоры Боспора⁶. К сожалению, наиболее примечательные во всех отношениях места и участки этих памятников (юго-восточная часть усадебного комплекса Генеральское-Западное (рис. 4, 5), большая часть «поселения» Генеральское-Западное (ЮЗ склон), аналогично – Бакланья скала и в меньшей степени – Салачик и Чокракский мыс) к настоящему времени недоступны для обозрения. Тем не менее авторы в полной мере использовали как отчетный материал, так и свои «впечатления на пленере». При этом следует отметить, что жизнь на памятниках этой «серии» прервалась практически одновременно, за исключением некоторых наблюдений и находок (Генеральское-Западное) не в результате непосредственных военных действий. Нет на них и следов «финальных» пожаров или внезапных разрушений. Особенно хорошо сохранились, причем без сколь-либо заметных деформаций, стены (до 2 м. высотой) и хозяйственно-производственные (винодельня, склад пифосов) объекты центральной части усадебного комплекса Бакланья скала.

Но впоследствии, уже будучи оставленными, но еще окончательно не «загрунтовыми» и «задернованными», они вполне могли испытывать на себе действия природных, в том числе и интересующих нас «стихий». Данное обстоятельство необходимо учитывать при соответствующих хронологических выводах. Это кратко об археологической «составляющей» настоящего исследования.

3. ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ. АРХЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сильные землетрясения, как современные, так и древние, приводят, как известно, к повреждениям и разрушениям строительных конструкций. Похожие деформации построек возникают и при военных действиях, и в ходе разного рода «сопутствующих» инженерно-строительных работ, и вследствие некоторых геологических процессов на подстилающих грунтах. Однако сейсмические подвижки приводят к формированию специфических деформаций, имеющих максимальное проявление в стенах одного направления и гораздо менее заметных, интенсивных либо вообще другого типа в перпендикулярных стенах. Этот подход

⁶ Масленников 2007, 181–218, 2010, 243, 2012, 232; Ломгадзе 2015, 208.

подробно описан в наших методологических статьях⁷, а также последующих работах, к которым мы и отсылаем читателя.

Разрывы в стенах и других строительных конструкциях. Разрывы в стенах и других строительных конструкциях могут иметь различную природу:

1) сейсмический разрыв (очаг землетрясения) вышел на поверхность на протяжении, по крайней мере, нескольких сотен метров и сместил все строительные конструкции в латеральном направлении или/и по вертикали. Такое в археосейсмологической практике бывает крайне редко, однако в нашей – зафиксировано⁸;

2) заколы на склонах, которые только зародились, но не превратились еще в воронки отрыва оползней;

3) сильное сжатие, возникшее во время землетрясения и направленное вдоль простирания стены, может вызвать косой – сколовый – разрыв в строительной конструкции. Наглядным примером такой деформации, отмеченной нами впервые в 2015 г., является сжатие в западной стене Мангупской базилики⁹ в Горном Крыму;

4) стену могут разорвать и сильные латеральные колебания, направленные перпендикулярно простиранию длинной стены. Длинная стена имеет большую свободу/амплитуду колебаний в своей центральной части, что может привести к ее разрыву. Примеры такого «поведения» строительных конструкций при сильных древних землетрясениях были зафиксированы нами на «фабрике» эпохи ранней бронзы Худжайрат аль-Гузлан близ современного города Акаба в Иордании¹⁰.

Возможно, четвертая модель деформации имела место на 3-м участке объекта Генеральское-Западное. Здесь был отмечен разрыв на всю высоту строительной конструкции в одной из субмеридиональных стен (рис. 6 и 7). При этом северная часть стены наклонилась на З, в то время как южная устояла. Азимут простирания последней стены – 13° , деформированной – 25° . Таким образом, имел место и разворот по часовой стрелке северного участка стены вокруг вертикальной оси на 12° . Из-за наклона-поворота южного окончания этого участка стены в ней образовался выступ в 20–25 см на запад.

Важно отметить, что и параллельная субмеридиональная стена, расположенная к З от вышеописанной, имеет такие же деформации, но меньшего размера. В месте разрыва ее северный участок наклонился в своей верхней части на З под углом в 70° и выдвинулся к З же до 15 см (рис. 8).

Важно, что далее к западу, на том же раскопе, наблюдается аналогичный разворот и наклон. Северная часть субмеридиональной стены наклонилась и выдвинулась к З (рис. 9), а южная часть – к В. В районе разрыва стены, судя по нижнему ряду камней, имеет место разворот по часовой стрелке. В плане сверху эта деформация выглядит как сигмоидное искривление стены.

Все вышеприведенные примеры деформаций свидетельствуют о значительных горизонтальных сейсмических колебаниях, направленных в целом как бы перпендикулярно простиранию описанных стен. Однако наличие в этих стенах

⁷ Korzhenkov and Mazor 1999, 62–74; Корженков и Мазор 2001, 108–125.

⁸ Korzhenkov et al. 2006, 431–442; Овсяченко и др. 2020, 1–5.

⁹ Корженков и др. 2020 б, 326–321.

¹⁰ Korzhenkov and Schmidt 2009, 79–97.

поворотов участков кладок по часовой стрелке является доказательством прихода сейсмических волн под углом их простиранию, т.е. по оси СВ–ЮЗ.

Мы указывали выше на возможность разрыва строительной конструкции, если она попала на трассу «закола» на склоне – плоскости отрыва будущего оползня. Проявление подобного механизма деформации было отмечено в вымостке т.н. Форты близ поселения Генеральское-Западное (рис. 10). Здесь в каменных плитах образовался субмеридиональный «ров», куда провалились как сами плиты, так и камни расположенных рядом стен.

Другой разрыв в стене мы обнаружили на раскопе к 3 от перистильного двора с остатками монументального алтаря (Генеральское-Западное). Здесь из-за сильнейших горизонтальных колебаний имел место отрыв верхнего ряда каменной кладки от нижних (рис. 11) в стене СВВ простирания (азимут простирания 20^0). Произошло смещение оторванного ряда на 3 до 50 см и его излом. Ко всему этому, наблюдается разрыв в кладке этого верхнего ряда и разворот против часовой стрелки на 20^0 южной части смещенного участка стены. Такие серьезнейшие деформации свидетельствуют об очень большой интенсивности сейсмических колебаний при древнем землетрясении: никак не менее $I_r \geq IX$ баллов.

Систематический наклон стен определенной ориентировки в одном и том же направлении. Длинные стены зданий во время сильных землетрясений испытывают значительные латеральные колебания, если сейсмические подвижки направлены перпендикулярно к их простиранию. В результате стены определенной ориентировки систематически обрушаются, наклоняются или выдвигаются. Например, в направлении к эпицентральной сейсмической зоне. Стены перпендикулярного простирания тоже могут немного наклоняться, но эти наклоны не имеют систематического одностороннего характера и менее распространены¹¹. Так, например, стены построек византийского времени субширотного простирания в древнем городе Авдат в пустыне Негев (Израиль) наклонились на Ю, в сторону сейсмогенного разрыва. Наклоны субмеридиональных стен этих же строений редки и не имеют систематической картины.

Итак, все субмеридиональные стены на участке № 3 упомянутого памятника имеют очевидный наклон к 3. Особенно наглядным примером (наклон до 25^0 (!)) является четвертая к 3 субмеридиональная стена (рис. 12а). По-видимому, чтобы предотвратить дальнейший наклон и последующее обрушение первичной стены, к данной стене с 3 была пристроена стена-контрфорс (рис. 12б). Азимут простирания обеих стен 175^0 , средний наклон первичной стены на запад – 75^0 . Ширина первичной стены без подпорки – 70 см, с подпоркой – до 100 см. Длина деформированной стены – 10 м.

Выдвижения отдельных каменных блоков и участков стен. Как и в случае с наклонами и обрушениями стен, их выдвигание является следствием сил инерции, которые действуют противоположно направлению смещения грунта при сильных сейсмических подвижках¹². Примеры таких выдвиганий были описаны нами при изучении руин древних городов византийского и римского времени на «Пути пряностей» в пустыне Негев (Израиль)¹³.

¹¹ Korjenkov and Mazor 1999 б, 193–226.

¹² Korzhenkov and Mazor 1999, 62–74.

¹³ Korjenkov and Mazor 1999а, 265–282, 1999б, 193–226, 2003, 51–82, 2005, 1–15, 2014, 75–95.

Западный участок внешней стены восточной секции прибрежного блока строений на поселение Генеральское-Западное демонстрирует комплекс деформаций, наиболее значительные из которых – это выдвигание и выбивание больших каменных блоков к Ю (рис. 13). Подобный тип деформации является свидетельством значительных горизонтальных сейсмических колебаний, вызванных сильным землетрясением и действовавших вдоль субмеридиональной оси. Соседние к В каменные блоки были также повреждены: нижние растрескались, а верхний почти полностью раскрошился.

Другой пример выдвиганий был выявлен на СЗ участке западной секции восточного блока строений все того же поселения. Здесь имело место выдвигание нижнего ряда каменной кладки субмеридиональной стены на З на расстояние до 10 см (рис. 14). Нижняя часть стены сместилась на З вместе с подстилающим грунтом. В то же время верхняя «осталась на месте» вследствие сил инерции. Важно отметить также латеральный в плане изгиб этой стены в западном же направлении. Сейсмические колебания были настолько сильны, что стена раскачивалась перпендикулярно направлению своего простирания. При уменьшении силы колебаний верхняя часть стены осталась латерально деформированной. Обе эти деформации свидетельствуют о сильном землетрясении, сейсмические подвиги которого распространялись вдоль субширотной оси.

Выдвигание верхних частей стен обычно объясняется «эффектом небоскреба» – максимальной свободой и величиной колебаний верхних частей строительных конструкций. Однако не следует забывать, что верхние и нижние части стен могут иметь разный возраст и (обычно) небольшое несовпадение простираний. Остаток стены в раскопе может хранить следы различных деформаций в своей верхней и нижней частях¹⁴. При ремонте и перестройке нижние части старых стен могут оказаться глубоко вкопанными (заглубленными) в грунт, в результате чего они перестают быть объектом сейсмоинерционной деформации, в то время как выступающие части могут разрушаться и повреждаться. По всей видимости, подобный случай имел место на комплексе построек Генеральское-Западное (ЮЗ склон). Здесь верхняя часть внешней стены южной секции строений блока № 1 выдвинулась на ЮВ. Нижняя же ее часть не подверглась деформации из-за того, что была существенно впущена в утрамбованный грунт, о чем свидетельствует примыкающий к ней участок черепичной вымостки (рис. 15 слева).

Еще один пример выдвигания верхней части стены приводится в книге А.А. Масленникова¹⁵ (помещении с размерами 2,8×3,76 м, рис. 93 план с цистерной). Западная его стена – это одновременно крайняя торцовая стена всей секции. По своей конструкции и материалу она схожа с внешней продольной стеной данной секции и при этом построена с ней впереплет. Условно в направлении с севера на юг она прослежена на 10,8 м, но южный участок разрушен рвом, поэтому первоначальная длина ее не ясна. Ширина стены 0,76–0,86 м при сохранившейся высоте 0,69–0,96 м. Кладка двухрядная, в основном трехслойная из отдельных крупных (на юге), средних и мелких камней на растворе глины. Основание лежит на или немного впущено в упомянутую подсыпку (нивелировку). Участок кладки верхних сохранившихся рядов на протяжении почти 2,6 м (непосредственно от

¹⁴ Korjenkov and Mazor 2003, 51–82.

¹⁵ Масленников 2010, 110.

места сочленения с внешней продольной стеной секции) по непонятной причине оказался сдвинутым к З, причем на Ю это «отклонение» достигло 0,65 м и камни зависли «kozyрьком».

На объекте Салачик в нижнем (южном) раскопе одна из субширотных стен (общий магнитный азимут простирания по компасу Брантон в 2018 г. – 160°) имеет изгиб в направлении на В до 15 см (рис. 16, 17). Описываемая стена сохранилась в высоту лишь на один ряда кладки (0.4 м) при ширине до 0.6 м и длине 2.5 м. Время строительства данной стены относится к первым векам нашей эры. Подобный тип деформации подразумевает приход сейсмических волн сжатия с В.

Повороты элементов строительных конструкций. Сильные сейсмические колебания, имеющие значительную горизонтальную составляющую сейсмических движений, приводят к разрывам стен, отделениям их частей от основной строительной конструкции и разворотам этих отделившихся участков по или против часовой стрелки вокруг вертикальной оси¹⁶. Подобные повороты отдельных каменных блоков или их «пакетов» происходят в случае прихода максимальных сейсмических подвижек под углом к простиранию стен. Обычно стены одной ориентировки поворачиваются по часовой стрелке, а перпендикулярные – против.

Такой поворот наблюдался также на южном раскопе объекта Салачик, где стена была сломана в двух местах и средняя ее часть единым пакетом повернулась против часовой стрелки (рис. 18). Общее простирание стены, построенной в первые века нашей эры, – 182°. Повернутая часть стены имеет азимут простирания 172°. Таким образом, имел место поворот средней части стены против часовой стрелки на 10°. Сама стена сохранилась на высоту 2–3 камня. Ее видимая высота над заплывшим в 2018 г. дном раскопа – до 0.5 м. Толщина стены – 0.7 м. Подобная деформация означает приход максимальных сейсмических колебаний с ЮВ направления.

Еще один разрыв и разворот стены против часовой стрелки имел место в стене субширотного простирания в СВ части раскопа усадьбы Генеральское-Западное. В движение пришел «пакет» каменных блоков длиной в 1.5 м (рис. 19). Он повернулся на 12°. Описываемая стена сохранилась лишь на высоту одного ряда каменной кладки, ее ширина – 0.7 м. Подобная деформация означает приход сейсмических колебаний с ЮЗ направления.

Деформации верхних частей водных резервуаров, колодцев. Вкопанные/заглубленные части строений: склепы, подвалы, водосборные, рыбозасолочные и винодельческие цистерны, а также колодцы обычно сравнительно неплохо сохраняются. Это, помимо их чисто конструктивных особенностей, объясняется тем обстоятельством, что сейсмические колебания в грунте с нарастанием глубины обычно быстро затухают. Однако верхние части этих сооружений могут сильно деформироваться вследствие сильных землетрясений. Так, например, устья древних колодцев на городищах Нимфей и Горгиппия были сплющены¹⁷. Деформации ям-цистерн (зернохранилищ?) были отмечены нами на поселениях Генеральское-Западное (западный раскоп) и Генеральское-Западное (ЮЗ склон) (рис. 20, 21).

¹⁶ Korzhenkov and Mazor 1999, 62–74.

¹⁷ Соколова и др. 2017, 506–516; Корженков и др. 2018, 111–138; Корженков и др. 2019б, 15–33; Новичихин и др. 2020, 260–288.

Первая цистерна из них является одним из самых интересных объектов, открытых не только на рассматриваемом блоке усадьбы, но и вообще на памятниках этой «серии». Она располагалась в восточной части некоего двора (но не рядом с обрывом) и представляла собой цилиндрический котлован, стенки которого были обложены однорядной каменной кладкой¹⁸. В целом в ней были использованы средние и небольшие необработанные камни местного известняка. Толщина этой кладки составляла 0,45–0,68 м. Щели частично были заделаны зеленовато-коричневой материковой глиной и заложены щебнем. Впрочем, следов собственно обмазки-штукатурки не выявлено. Фас стены повсеместно ровный, камни уложены аккуратно, но иррегулярно. Диаметр цистерны изнутри: 5,4×5,7 м. Его размеры у пола (ровный горизонтальный слой материковой глины) примерно те же. Сохранившаяся глубина цистерны: 3,4–4,16 м.

Верхний край, вернее, верхний ряд уцелевшей кладки в северной части этого сооружения сместился к Ю на 15 см (рис. 18а). В то же время в западной части цистерны несколько рядов каменной кладки наклонились на З под углом 70° (рис. 18б). Подобная деформация может свидетельствовать о направлении максимальных сейсмических колебаний по оси ЮЗ–СВ.

Деформации лестничных пролетов. В специальных брошюрках-проспектах, выпускаемых МЧС для жителей сейсмически опасных регионов, написано, что жителям многоэтажек при сильных землетрясениях не следует выбегать из дому, используя лестничные пролеты. Эти строительные конструкции «висят» друг над другом и могут сложиться при сильных сейсмических колебаниях. Лестницы древних сооружений более устойчивы, так как они по большей части покоятся на грунте. Тем не менее и они получают через грунт сейсмические импульсы и могут быть деформированы.

Так участки лестничного пролета были обследованы нами на северном раскопе объекта Салачик (рис. 22, 23). Этот лестничный марш был построен древними жителями для подхода к колодцу. Две нижние каменные ступени отсоединились от верхних и оказались развернутыми против часовой стрелки на 4° и 9°. Таким образом, между ступенями образовалось пространство шириной 6–13 см (рис. 23). Для того чтобы произвести подобные деформации, необходимы сильные сейсмические колебания, направленные по оси ССВ–ЮЮЗ.

Просадки грунта. Просадки грунта – рядовое явление в инженерной геологии и инженерной сейсмологии. Они возникают повсеместно по ряду причин, главная из которых – нагрузка от вышерасположенной тяжелой строительной конструкции. Тем не менее не надо недооценивать знания и квалификацию как современных, так и древних строителей. И те, и другие знали(ют) об этом и учитывали(ют) данное обстоятельство, особенно при строительстве на насыпных грунтах. Для этого издавна применялись заглубленные фундаменты, трамбовка грунта, бетонирование оснований строений (еще древние римляне использовали особый тип бетона!) или другие приемы. Поэтому просадки, приведшие к деформациям древних монументальных сооружений, вызывают особое внимание археосейсмологов. В случае если таковые сопровождаются значительными систематическими повреждениями и разрушениями древних построек, вполне вероятно, что они вы-

¹⁸ Масленников 2010, 93.

званы сейсмическими колебаниями, приводящими к уплотнению или разуплотнению грунтов, погружению грунтовых блоков вниз в существующие полости (например, карстовые), раскрытию трещин и т.п.

Любопытную деформацию – странное понижение в ряду оставшихся каменных блоков стены к северу от алтарного камня на северном раскопе усадебного комплекса Генеральское-Западное мы отнесли к воздействию просадки грунта (рис. 24, 25). Каменные блоки в стене с простиранием 10^0 опустились на глубину до 15 см. Возможно, что стена и контрфорс, расположенные рядом к СЗ и пристроенные с Ю к первичной стене с простиранием 100^0 , появились не случайно (рис. 26). Первоначальная стена при землетрясении наклонилась в сторону просадки на Ю. Впоследствии жители усадьбы укрепили первичную стену, сложенную из хорошо обработанных каменных блоков, крепидой из мелких камней, возможно, собранных из руин поблизости. Координаты точки наблюдения по приемнику GPS Garmin: h 16 м, N $45^0 28' 16.5''$, E $360 12' 17.0''$, точность определения координат ± 5 м.

Отрыв стен крепид. Стены-контрфорсы или крепиды также должны привлечь внимание археологов и археосейсмологов. Наряду с другими индикаторами сейсмических деформаций на археологическом памятнике, они могут служить свидетельством сильных сейсмических колебаний, приведших к значительному наклону первоначальных стен. Для предотвращения этого или соответствующих последствий они и строились.

Более интересным и важным случаем является «отхождение» контрфорса от первоначальной стены, которую та должна была предохранять от разрушения. Такое возможно лишь в случае повторного землетрясения, сейсмические колебания которого воздействовали на строительную конструкцию уже из другого сейсмического источника. Подобные случаи уже были описаны нами в медеплавильной фабрике Худжайрат аль-Гузлан в Иордании¹⁹, на поселении Полянка²⁰, в неолитическом поселении Дуранкулак (Болгария)²¹.

Так, на поселение Генеральское-Западное (ЮЗ склон) в одном из помещений в восточной части южной секции строений блока № 2 были выявлены странные узкие замкнутые пространства (рис. 27). Трудно себе представить, чтобы они были изначально спроектированы древними строителями: их никак нельзя использовать, да и человеку протиснуться между стенами не получится. Наша интерпретация такова: стены I и III первоначально образовывали небольшое (складское?) помещение. Затем во время первого сейсмического события стена I была повреждена и наклонилась на З. Для ее укрепления с З к ней была пристроена стена II. Второе землетрясение «оторвало» эту крепиду и отодвинуло ее к западу. При этом произошел небольшой поворот на первые градусы оторванного участка стены II против часовой стрелки. Если для первого землетрясения мы предполагаем сейсмический источник колебаний, расположенный к западу от изученного археологического памятника, то при втором – сейсмические колебания располагались вдоль оси СЗ–ЮВ.

¹⁹ Korjenkov and Schmidt 2009, 79–97.

²⁰ Масленников и др. 2017, 265–294.

²¹ Корженков и др. 2020а, 5–27.

Вторичное использование обломков. Разрушенные здания повсеместно служат источником материала для последующего ремонта или нового строительства. На поселении Генеральское-Западное (ЮЗ склон) имеется уникальный пример использования поврежденных (фрагментированных) артефактов при последующем строительстве. Речь идет об употреблении разбитой керамической посуды и черепицы. Боя было так много, что остатки керамики пошли на выравнивание новой «дневной» поверхностей – ее вымостку.

А.А. Масленников²² отмечает разрушения строений поселения не антропогенного характера, после чего площадь выравнивалась сплошным керамическим боем, в котором нет каменных ядер и наконечников стрел. Расчистка территории и строительные датируются временем не позднее последнего десятилетия – кон. IV в. до н.э.²³ Трудно себе представить, что обитатели древнего поселения, озабоченные экологией, на протяжении десятков лет предварительно собирали битую керамику для того, чтобы однажды замостить ее улицы. Скорее всего, бой образовался единовременно, при событии «не антропогенного» характера, был собран и использован при возрождении поселения после катастрофического события – землетрясения.

Перекрытие древних стен каменными глыбами, скатившимися сверху. Еще при изучении поселения Полянка²⁴ было предположено, что огромные глыбы скалы, перекрывавшие местами древнюю каменную кладку или вымостки, появились вследствие сильного землетрясения, приведшего к камнепаду. Аналогичное явление было отмечено А.А. Масленниковым и на объекте Салачик²⁵.

Здесь же можно упомянуть памятник Пустынный Берег III, расположенный в 3,5 км западнее Генеральского-Западного, на западном склоне скалистой гряды²⁶. Его обитатели разместили свои жилища и иные строения на двух–трех террасах. Особенность культурного слоя на памятнике – наличие в нем, прежде всего в верхних горизонтах, большого числа камней. Среди камней завала на поселении встречены и очень большие глыбы, явно не имевшие отношения к постройкам и скатившиеся по склону уже на культурный слой. По-видимому, это поселение было покинуто жителями, где-то в самом кон. IV в. до н.э. или, что вероятнее, два–три десятилетия спустя, возможно, вследствие невосполнимых разрушений, причиненных землетрясением²⁷. Об аналогичных примерах на усадьбе Генеральское–Западное (ЮЗ склон) выше уже писалось (см. рис. 7).

Цунамигенные отложения в Салачике. Известно, что основные очаги сильнейших землетрясений Крымского региона располагались в морской акватории. При этом происходит выход сейсмического очага на поверхность, вследствие чего обычно образуется уступ длиной от сотен метров до сотен километров, а высотой от сантиметров до десятков метров. Вода – несжимаемая жидкость. Резкое изменение поверхности дна приводит к смещению огромных масс воды и образова-

²² Масленников 2010, 105.

²³ Ковальчук, Масленников 2006, 198.

²⁴ Масленников и др. 2017, 265–294.

²⁵ Масленников 2010, 132–133.

²⁶ Масленников 2010, 198–205.

²⁷ Масленников 2010, 201.

нию цунами. В районе Азовского мелководья эта внезапная волна была, конечно, не столь масштабной и разрушительной, но все же, по-своему, экстраординарной.

Следы, по-видимому, подобного «заплеска» были обнаружены А.А. Масленниковым²⁸ на объекте Салачик, где встречен слой-горизонт из сплошных раковин морского гребешка (*cordium*) до 0,4 м толщиной, лежащий примерно на 3–4 м выше современного уровня моря, можно объяснить только очень сильным, хотя и кратковременным его подъемом, вызванным, быть может, неким природным катаклизмом (землетрясение?).

4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Весь приведенный выше материал по разрушениям и повреждениям строительных конструкций IV–III вв. до н.э. показывает систематическое развитие деформаций. Практически все стены субмеридионального простирания испытывали сильнейшие динамические воздействия, направленные перпендикулярно этим строительным элементам. Меридиональные стены демонстрируют наклоны, выгибания в плане (иногда приводящие к разрывам стен) в западном направлении (см. рис. 6–9, 11, 12, 14, 20, 21). Есть лишь единичный случай выгибания стены в плане на В (рис. 17). Для субширотных стен имеется единичный участок с выдвижением и выбиванием строительных блоков на Ю (рис. 13). Все это говорит о расположении источника сейсмической энергии к З от археологического комплекса Генеральское-Западное. Однако разворот участка меридиональной стены против часовой стрелки (рис. 18) подразумевает направление прихода сейсмических подвижек скорее с З–СЗ. Судя по степени деформаций, местная интенсивность сейсмических колебаний была не менее $I_1 \geq IX$ баллов.

Об этом сильном землетрясении, сопровождавшемся резким подъемом уровня моря, свидетельствуют также прослойки морских отложений – раковин среди слоя насыпного грунта с артефактами. Цунамигенные отложения однозначно указывают на факт нахождения очага этого землетрясения в акватории Азовского моря.

Следует отметить выдвигание верхней части стены СВ простирания на ЮВ (рис. 15) и отхождение стен-контрфорсов на Ю (рис. 26) и на З (рис. 27). Эти деформации говорят еще об одном, более позднем землетрясении. Возможно, нахождение больших скальных глыб, скатившихся с близрасположенных возвышенностей и покоящихся на остатках каменных конструкций (рис. 10), является еще одним свидетельством последующего землетрясения. Малое количество выявленных случаев разрушений и повреждений и отсутствие систематического характера деформаций не позволяет прийти к заключению о направлении прихода сейсмических колебаний. Возможно, сейсмический очаг – сейсмогенный разрыв находился где-то поблизости от данного археологического памятника.

Полученные материалы должны быть учтены при построении новой карты сейсмической опасности Крыма, а также могут быть полезны археологам для анализа особенностей цивилизационного развития региона в рассматриваемый исторический период.

²⁸ Масленниковым 2010, 131.

ЛИТЕРАТУРА

- Борисенко, Л.С., Пустовойтенко, Б.Г., Дублянский, В.Н., Вахрушев, Б.А., Клюкин, А.А., Ена, А.В., Китин, М.А. 1999: Сейсмодислокации и палеосейсмичность Крыма. *Сейсмологический бюллетень Украины за 1997 год*, 101–132.
- Гавриленко, Н.М., Чекунов, А.В. (ред.) 1992: *Геология и геодинамика района Крымской АЭС*. Киев
- Клюкин, А.А. 1995: Сейсмодислокации Керченского полуострова. *Сейсмологический бюллетень Украины за 1992 год*, 112–117.
- Ковальчук, А.В., Масленников, А.А. 2006: Керамический комплекс с поселения «Генеральское-Западное» (раскоп юго-западный склон). *ДБ* 9, 198–227
- Корженков, А.М., Мазор, Э. 2001: Структурная реконструкция сейсмических событий: руины древних городов как окаменевшие сейсмографы. *Известия МОН РК, НАН РК* 1, 108–125.
- Корженков, А.М., Ларьков, А.С., Овсяченко, А.Н., Соколова, О.Ю. 2018: Следы сильных землетрясений в руинах боспорского города Нимфея. *БИ* 37, 111–138.
- Корженков, А.М., Масленников, А.А., Овсяченко, А.Н., Ларьков, А.С., Супренков, А.А. 2019: Сейсмические деформации в урочище Сююрташ в Крымском Приазовье. *ДБ* 24, 370–397.
- Корженков, А.М., Новичихин, А.М., Овсяченко, А.Н., Рангелов, Б.К., Рогожин, Е.А., Димитров, О.В., Ларьков, А.С., Лю, Ц. 2019: Поиск следов сильных древних землетрясений на Западном Кавказе: археосейсмологические исследования в древней Горгииппии. *Геофизические процессы и биосфера* 18.4, 15–33.
- Корженков, А.М., Овсяченко, А.Н., Димитров, О.В., Димов, Т., Ларьков, А.С., Рангелов, Б.К., Рогожин, Е.А., Родина, С.Н. 2020: Следы сильных землетрясений энеолита и средневековья в археологическом памятнике Дуранкулак, Северо-Восточная Болгария. *Вулканология и сейсмология* 4, 5–27.
- Корженков, А.М., Овсяченко, А.Н., Ларьков, А.С., Мараханов, А.А., Рогожин, Е.А. 2020: Археосейсмологические исследования в пещерном городе Мангуп-Кале, Крым. В сб.: К.Е. Дегтярев (ред.), *Фундаментальные проблемы геотектоники и геодинамики. Материалы ЛП тектонического совещания*. Москва, МГУ. Т. 1. М., 26–331.
- Ломтадзе, Г.А. 2015: *Керамическая тара из раскопок поселений IV – первой трети III в. до н.э. «царской хоры» европейского Боспора. Царская хора Боспора (по материалам раскопок в Крымском Приазовье)* (ДБ Suppl. III).
- Масленников, А.А. 2007: Крымское Приазовье в античную эпоху. *Античный мир и варвары на юге России и Украины. Ольвия, Скифия, Боспор*. М.–Киев–Запорожье, 181–218.
- Масленников, А.А. 2010: *Царская хора Боспора (по материалам раскопок в Крымском Приазовье)*. Т. I. *Археологическая и архитектурная характеристики* (ДБ Suppl. III).
- Масленников, А.А. (ред.) 2012: *Царская хора Боспора (по материалам раскопок в Крымском Приазовье)*. Т. 2 *Индивидуальные находки и массовый материал* (ДБ Suppl. III).
- Масленников, А.А., Овсяченко, А.Н., Корженков, А.М., Ларьков, А.С., Мараханов, А.В. 2017: Следы сильных землетрясений на городище Полянка и Южно-Азовский активный разлом. *ДБ* 21, 265–294.
- Никонов, А.А. 1994: Признаки молодой тектонической активности в зонах Южно-Азовского и Керченского разломов. *Геотектоника* 5, 16–28.
- Новичихин, А.М., Корженков, А.М., Овсяченко, А.Н. 2020: Археосейсмологические исследования на территории археологического заповедника «Горгииппия» в 2019 г. *ДБ* 25, 260–288.
- Овсяченко, А.Н., Шварев, С.В., Ларьков, А.С., Мараханов, А.В. 2015: Следы сильных землетрясений Керченско-Таманского региона по геологическим данным. *ВИС* 42.3, 33–54.

- Овсяченко, А.Н., Корженков, А.М., Ларьков, А.С., Мараханов, А.В., Рогожин, Е.А. 2017: Новые сведения об очагах сильных землетрясений в районе Керченского полуострова. *ДАН* 472.1, 89–92.
- Овсяченко, А.Н., Корженков, А.М., Масленников, А.А., Вакарчук, Р.Н., Ларьков, А.С., Сысолин, А.И. 2019: Следы и хронология сильных исторических землетрясений на мысе Зюк в Восточном Крыму. *Физика Земли* 4, 133–152.
- Овсяченко, А.Н., Корженков, А.М., Гаджиев, М.С., Ларьков, А.С., Рогожин, Е.А. 2020: О сеймотектонической деформации раннесредневековой крепостной стены г. Дербент (Дагестан). *Доклады Российской академии наук. Науки о Земле*. Т. 493/1, 1–5.
- Соколова, О.Ю., Корженков, А.М., Овсяченко, А.Н., Ларьков, А.С., Мараханов, А.В. 2017: Переплетение торгово-экономического и природного факторов в судьбе античного города Нимфей. В сб.: В.Н. Зинько, Е.А. Зинько (ред.), *Боспор Киммерийский и варварский мир в период античности и средневековья. Торговля: пути–товары–отношения*, 506–516. (БЧ XVIII).
- Тевелев, А.В. 2018: Глиняный ороген: альпийское развитие Керченского полуострова. В сб.: К.Е. Дегтярев (ред.), *Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии*. Т. 2. М., 255–258.
- Юдин, В.В. 2011: *Геодинамика Крыма*. Симферополь.
- Korjenkov, A.M., Arrowsmith, J.R., Crosby, C., Mamurov, E., Orlova, L.A., Povolotskaya, I.E., Tabaldiev, K. 2006: Seismogenic destruction of the Kamenka medieval fortress, northern Issyk-Kul region, Tien Shan (Kyrgyzstan). *Journal of Seismology* 10, 431–442.
- Korjenkov, A.M., Mazor, E. 1999a: Earthquake characteristics reconstructed from archeological damage patterns: Shivta, the Negev Desert. *Israel Journal Earth Sciences* 48, 265–282.
- Korjenkov, A.M., Mazor, E. 1999b: Seismogenic origin of the ancient Avdat ruins, Negev desert, Israel. *Natural Hazards* 18.3, 193–226.
- Korjenkov, A.M., Mazor, E. 2003: Archeoseismology in Mamshit (southern Israel): Cracking a millennia code of earthquakes preserved in ancient ruins. *Archaeologischer Anzeiger* 2, 51–82.
- Korjenkov, A.M., Mazor, E. 2005: Diversity of earthquakes destruction patterns: The Roman-Byzantine ruins of Haluza, Negev desert, Israel. *Archaeologischer Anzeiger* 2, 1–15.
- Korjenkov, A.M., Schmidt, K. 2009: An Archaeoseismological Study at Tall Hujayrāt al-Ghuzlān: Seismic Destruction of Chalcolithic and Early Bronze Age Structures. In: *Prehistoric Aqaba I. Deutsches Archäologisches Institut. Orient–Abteilung. Orient-Archäologie*. Bd. 23. Rahden, 79–97.
- Korzhenkov, A.M., Mazor, E. 1999: Structural reconstruction of seismic events: Ruins of ancient buildings as fossil seismographs. *Science and New Technologies* 1, 62–74.
- Korzhenkov, A.M., Mazor, E. 2014: Archaeoseismological damage pattern at the ancient ruins of Rehovot-ba-Negev, Israel. *Archaeologischer Anzeiger* 1, 75–92.

REFERENCES

- Borisenko, L.S., Pustovoitenko, B.G., Dublyanskiy, V.N., Vahrushev, B.A., Klyukin, A.A., Ena, A.V., Kitin, M.A. 1999: Seysmodislokatsii i paleoseysmichnost' Kryma [Seismic dislocation and paleoseismicity of the Crimea]. *Seysmologicheskii byulleten' Ukraini za 1997 god* [Seismological Bulletin of Ukraine for 1997], 101–132.
- Gavrilenko, N.M., Chekunov, A.V. (eds.) 1992: *Geologiya i geodinamika rayona Krymskoy AES* [Geology and geodynamics of the Crimean NPP area]. Kiev
- Klyukin, A.A. 1995: Seysmodislokatsii Kerchenskogo poluostrova [Seismic dislocation of the Kerch Peninsula]. *Seysmologicheskii byulleten' Ukrainy za 1992 god* [Seismological Bulletin of Ukraine for 1992], 112–117.

- Kovalchuk, A.V., Maslennikov, A.A. 2006: Keramicheskiy kompleks s poseleniya "Generalskoe-Zapadnoe" (raskop yugo-zapadnyy sklon) [Ceramic complex from the Generalskoe-Western Settlement (south-western slope site)]. *Drevnosti Bospora* [*Antiquities of the Bosporus*] 9, 198–227.
- Korjenkov, A.M., Arrowsmith, J.R., Crosby, C., Mamyrov, E., Orlova, L.A., Povolotskaya, I.E., Tabaldiev, K. 2006: Seismogenic destruction of the Kamenka medieval fortress, northern Issyk-Kul region, Tien Shan (Kyrgyzstan). *Journal of Seismology* 10, 431–442.
- Korjenkov, A.M., Mazor, E. 1999a: Earthquake characteristics reconstructed from archeological damage patterns: Shivta, the Negev Desert. *Israel Journal Earth Sciences* 48, 265–282.
- Korjenkov, A.M., Mazor, E. 1999b: Seismogenic origin of the ancient Avdat ruins, Negev desert, Israel. *Natural Hazards* 18.3, 193–226.
- Korjenkov, A.M., Mazor, E. 2003: Archeoseimology in Mamshit (southern Israel): Cracking a millennia code of earthquakes preserved in ancient ruins. *Archaeologischer Anzeiger* 2, 51–82.
- Korjenkov, A.M., Mazor, E. 2005: Diversity of earthquakes destruction patterns: The Roman-Byzantine ruins of Haluza, Negev desert, Israel. *Archaeologischer Anzeiger* 2, 1–15.
- Korjenkov, A.M., Schmidt, K. 2009: An Archeoseismological Study at Tall Hujayrāt al-Ghuzlān: Seismic Destruction of Chalcolithic and Early Bronze Age Structures. In: *Prehistoric Aqaba I. Deutsches Archäologisches Institut. Orient-Abteilung. Orient-Archäologie*. Bd. 23. Rahden, 79–97.
- Korzhenkov, A.M., Larkov, A.S., Ovsyuchenko, A.N., Sokolova, O.Yu. 2018: Sledy sil'nykh zemletryaseniy v ruinakh bosporskogo goroda Nimfeya [Traces of strong earthquakes in the ruins of the Bosporus city of Nymphaeum]. *Bosporskie issledovaniya* [*Bosporos Studies*] 37, 111–138.
- Korzhenkov, A.M., Maslennikov, A.A., Ovsyuchenko, A.N., Larkov, A.S., Suprenkov, A.A. 2019: Seysmicheskie deformatsii v urochishche Syuyurtash v Krymskom Priazovye [Seismic deformations in the Syuyurtash Tract, the Crimean Azov Sea]. *Drevnosti Bospora* [*Antiquities of the Bosporus*] 24, 370–397.
- Korzhenkov, A.M., Mazor, E. 1999: Structural reconstruction of seismic events: Ruins of ancient buildings as fossil seismographs. *Science and New Technologies* 1, 62–74.
- Korzhenkov, A.M., Mazor, E. 2001: Strukturnaya rekonstruktsiya seysmicheskikh sobytiy: ruiny drevnikh gorodov kak okamenevshie seysmografy [Structural reconstruction of seismic events: ruins of ancient cities as petrified seismographs]. *Izvestiya MON RK, NAN RK* [*Bulletin of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, NAS of the Republic of Kazakhstan*] 1, 108–125.
- Korzhenkov, A.M., Mazor, E. 2014: Archeoseismological damage pattern at the ancient ruins of Rehovot-ba-Negev, Israel. *Archaeologischer Anzeiger* 1, 75–92.
- Korzhenkov, A.M., Novichikhin, A.M., Ovsyuchenko, A.N., Rangelov, B.K., Rogozhin, E.A., Dimitrov, O.V., Larkov, A.S., Lyu, C. 2019: Poisk sledov sil'nykh drevnikh zemletryaseniy na Zapadnom Kavkaze: arheoseismologicheskie issledovaniya v drevney Gorgippii [*Search for traces of strong ancient earthquakes in the Western Caucasus: archaeoseismological studies in ancient Gorgippia*]. *Geofizicheskie processy i biosfera* [*Geophysical processes and biosphere*] 18.4, 15–33.
- Korzhenkov, A.M., Ovsyuchenko, A.N., Dimitrov, O.V., Dimov, T., Larkov, A.S., Rangelov, B.K., Rogozhin, E.A., Rodina, S.N. 2020: Sledy sil'nykh zemletryaseniy eneolita i srednevekov'ya v arkeologicheskom pamyatnike Durankulak, Severo-Vostochnaya Bolgariya [Traces of strong earthquakes of the Eneolithic and Middle Ages in the archaeological site of Durankulak, North-East Bulgaria]. *Vulkanologiya i seysmologiya* [*Volcanology and Seismology*] 4, 5–27.
- Korzhenkov, A.M., Ovsyuchenko, A.N., Larkov, A.S., Marakhanov, A.A., Rogozhin, E.A. 2020: Arkheoseismologicheskie issledovaniya v peshchernom gorode Mangup-Kale,

- Krym [Archaeoseismological studies in the cave city of Mangup-Kale, Crimea]. In: K.E. Degtyarev (ed.), *Fundamental'nye problemy geotektoniki i geodinamiki. Materialy LII tektonicheskogo soveshchaniya*. Moskva: MGU [Fundamental problems of geotectonics and geodynamics. Materials of the LII tectonic meeting, Moscow: MSU. Vol. 1. Moscow, 326–331.
- Lomtadze, G.A. 2015: *Keramicheskaya tara iz raskopok poseleniy IV – pervoy treti III v. do n.e. “tsarskoy khory” evropeyskogo Bospora* [Ceramic containers from the excavations of the settlements of the 4th to the first third of the 3rd century BC] (“Tsarskaya khora Bospora [(The “royal chora” of the European Bosporus)] (Drevnosti Bospora [Antiquities of the Bosporus] Suppl. III). Moscow.
- Maslennikov, A.A. 2007: Krymskoe Priazov'e v antichnuyu epokhu [The Crimean Azov Region in the Antiquity]. In: *Antichnyy mir i varvary na yuge Rossii i Ukrainy. Ol'viya, Skifiya, Bospor* [Ancient world and barbarians in the South Russia and Ukraine. Olbia, Scythia, the Bosporus]. Moscow–Kiev–Zaporozhe, 181–218.
- Maslennikov, A.A. 2010: *Tsarskaya khora Bospora (po materialam raskopok v Krymskom Priazov'e)* [The royal chora of the Bosporus (based on excavations in the Crimean Azov Sea)]. Vol. 1. *Arkheologicheskaya i arkhitekturnaya kharakteristiki* [Archaeological and architectural characteristics]. (Drevnosti Bospora [Antiquities of the Bosporus] Suppl. III). Moscow.
- Maslennikov A.A. (ed.) 2012: *Tsarskaya khora Bospora (po materialam raskopok v Krymskom Priazov'e)* [The royal chora of the Bosporus (based on excavations in the Crimean Azov Sea)]. Vol. 1. *Individual'nye nakhodki i massovyy material* [Individual finds and bulk material]. (Drevnosti Bospora [Antiquities of the Bosporus] Suppl. III). Moscow.
- Maslennikov, A.A., Ovsyuchenko, A.N., Korzhenkov, A.M., Larkov, A.S., Marakhanov, A.V. 2017: Sledy sil'nykh zemletryaseniy na gorodishche Polyanka i Yuzhno-Azovskiy aktivnyy razlom [Traces of strong earthquakes in the settlement Polyanka and the South Azov active fault]. *Drevnosti Bospora* [Antiquities of the Bosporus] 21, 265–294.
- Nikonov, A.A. 1994: Priznaki molodoy tektonicheskoy aktivnosti v zonakh Yuzhno-Azovskogo i Kerchenskogo razlomov [Signs of young tectonic activity in the zones of the South Azov and Kerch faults]. *Geotektonika* [Geotectonics] 5, 16–28.
- Novichikhin, A.M., Korzhenkov, A.M., Ovsyuchenko, A.N. 2020: Arkheoseismologicheskie issledovaniya na territorii arkhologicheskogo zapovednika “Gorgippiya” v 2019 g. [Archaeoseismological studies on the territory of the Gorgippia Archaeological Reserve in 2019]. *Drevnosti Bospora* [Antiquities of the Bosporus] 25, 260–288.
- Ovsyuchenko, A.N., Shvarev, S.V., Larkov, A.S., Marakhanov, A.V. 2015: Sledy sil'nykh zemletryaseniy Kerchensko-Tamanskogo regiona po geologicheskim dannym [Traces of strong earthquakes in the Kerch-Taman region according to geological data]. *Voprosy inzhenernoy seysmologii* [Issues of engineering seismology] 42.3, 33–54.
- Ovsyuchenko, A.N., Korzhenkov, A.M., Larkov, A.S., Marakhanov, A.V., Rogozhin, E.A. 2017: Novye svedeniya ob ochagah sil'nykh zemletryaseniy v rayone Kerchenskogo poluostrova [New information on the centers of strong earthquakes in the area of the Kerch Peninsula]. *Doklady Akademii nauk* [Reports of the Academy of Sciences]. Vol. 472.1, 89–92.
- Ovsyuchenko, A.N., Korzhenkov, A.M., Maslennikov, A.A., Vakarchuk, R.N., Larkov, A.S., Sysolin, A.I. 2019: Sledy i khronologiya sil'nykh istoricheskikh zemletryaseniy na myse Zyuk v Vostochnom Krymu [Traces and chronology of strong historical earthquakes at Cape Zyuk in the Eastern Crimea]. *Fizika Zemli* [Physics of the Earth] 4, 133–152.
- Ovsyuchenko, A.N., Korzhenkov, A.M., Gadzhiev, M.S., Larkov, A.S., Rogozhin, E.A. 2020: O seymotektonicheskoy deformatsii rannesrednevekovoy krepostnoy steny g. Derbent (Dagestan) [On the seismotectonic deformation of the early medieval fortress wall of Derbent (Dagestan)]. *Doklady Rossiyskoy akademii nauk. Nauki o Zemle* [Reports of the Russian Academy of Sciences. Earth Sciences]. Vol. 493.1, 1–5.

- Sokolova, O.Yu., Korzhenkov, A.M., Ovsyuchenko, A.N., Larkov, A.S., Marakhanov, A.V. 2017: Perepletenie torgovo-ekonomicheskogo i prirodnogo faktorov v sud'be antichnogo goroda Nimfeya [The interweaving of trade, economic and natural factors in the fate of the ancient city of Nymphaeum]. In: V.N. Zinko, E.A. Zinko (eds.), *Bospor Kimmeriyskiy i varvarskiy mir v period antichnosti i srednevekov'ya. Torgovlya: puti–tovary–otnosheniya* [The Cimmerian Bosporus and barbarian world in the Antiquity and Middle ages. Trade: routs–goods–relationships] (XVIII Bosporskie Chteniya [Bosporan Readings]). Simferopol–Kerch, 506–516.
- Tevelev, A.V. 2018: Glinyanyy orogen: al'piyskoe razvitie Kerchenskogo poluoostrova [Clay orogen: Alpine development of the Kerch Peninsula]. In: K.E. Degtyarev (ed.), *Problemy tektoniki i geodinamiki zemnoy kory i mantii* [Problems of tectonics and geodynamics of the earth's crust and mantle]. Vol. 2. Moscow, 255–258
- Yudin, V.V. 2011: *Geodinamika Kryma* [Geodynamics of the Crimea]. Simferopol.

TRACES OF SEISMIC DISASTERS IN RUINS OF THE FORTH AND THIRD CENTURIES BC MANORS (THE CRIMEAN AZOV)

Andrey M. Korzhenkov¹, Aleksandr A. Maslennikov², Aleksandr N. Ovsyuchenko¹, Aleksandr S. Larkov¹, Svetlana N. Rodina¹

¹*Schmidt Institute of Earth Physics RAS, Moscow, Russia*

amkor61@yandex.ru, ovs@ifz.ru, las119@yandex.ru, rodina@ifz.ru

²*Institute of archaeology RAS, Moscow, Russia*

amkor61@yandex.ru, iscander48@mail.ru, ovs@ifz.ru, las119@yandex.ru, rodina@ifz.ru

Abstract. The authors conducted research on deformations of construction remains excavated at the estate complex of the 4th – 3rd cc. BC in the area of Generalskoe Bay (the Crimean Azov littoral). All the obtained material on the destruction and damage of building structures shows the systematic development of deformations. Almost all the walls of the submeridional strike experienced the strongest dynamic effects directed perpendicular to these building elements. The meridional walls show slopes, arching in the plan (sometimes leading to breaks in the walls) in the western direction. All this indicates the location of the source of seismic energy west of this archaeological complex. However, turning the section of the meridian wall counterclockwise implies the direction of arrival of seismic movements rather from the west/northwest. Judging by the degree of deformation, the local intensity of seismic vibrations was not less than II ≥ IX points. This strong earthquake is also evidenced by layers of marine sediments-shells among the layer of bulk soil with artifacts. Such findings clearly indicate “tsunami” surge waves up to 4 m high. Tsunamigenic deposits clearly indicate the fact that the source of this earthquake was located in the water area of the sea of Azov. The extension of the upper part of the northeastern strike wall to the southeast and the departure of the buttress walls to the south and west were also noted. These deformations, possibly, may indicate another, later earthquake. Apparently, the finding of large and very large rock blocks that rolled down from nearby hills and resting on the remains of masonry, pavements and the cultural layer is another argument in favor of this assumption. The small number of identified cases of destruction and damage, and the lack of systematic character of deformations does not allow us to conclude about the direction of arrival of these seismic vibrations. Probably, the seismic focus – a seismogenic gap was located near the archaeological site. The obtained materials should be taken into account when constructing

a new map of the seismic hazard of the Crimea, and can also be useful for an archaeologist to analyze the features of civilizational development of the region. The dating of a possible earthquake(s) on these sites is the beginning of the last quarter of the 4th c. BC and the next, more likely, somewhere until the end of the 2nd c. BC or even later 63 BC.

Keyword: Classical archaeology, Crimean Azov, General Bay, estates, archeoseismology, paleoseismology, seismic deformations

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рис. 1. Древние городища и активные разломы в районе Караларского побережья Крымского Приазовья. 1 – памятники, обследованные археосейсмологическими методами в 2014–2018 гг.; 2 – активные разломы (сегменты Южно-Азовского разлома) с изученными следами сеймотектонических подвижек прошлого; 3 – предполагаемые активные разломы по структурно-геоморфологическим и дистанционным данным.

Fig. 1. Ancient settlements and active faults in the Karalar coastal region (the NE Crimea). 1 – sites investigated in 2014–2018 by archeoseismological methods; 2 – active faults (Southern Azov Faults segments) with studied traces of ancient seismotectonic movements; 3 – supposed active faults according to tectonic geomorphology and remote data.

Рис. 2. Тектонический уступ в районе памятника Пустынный берег II. Вид на 3.

Fig. 2. Fault scarp near the Pustynnyi Bereg II site (view W).

Рис. 3. Схема района к 3 от Генеральской бухты на основе космоснимка с памятниками: 1 – Салачик; 2 – Генеральское-Западное; 3 – «Форт»; 4 – Генеральское-Западное, ЮЗ склон; 5 – Пустынный берег II.

Fig. 3. Regional scheme W General Harbor on a base of satellite image with settlements: 1 – Salachik; 2 – Generalskoe Western; 3 – “Fort”; 4 – Generalskoe Western, SW slope; 5 – Pustynnyu Bereg II.

Рис. 4. План-схема расположения раскопок к 3 от Генеральской бухты: I – Генеральское-Западное; II – «Форт»; III – Генеральское-Западное (ЮЗ склон).

Fig. 4. Schematic plan of archeological trenches located W the General Harbor: I – Generalskoe Western; II – “Fort”; III – Generalskoe Western, SW slope.

Рис. 5. План-схема строительных остатков на поселении Генеральское-Западное.

Fig. 5. Schematic plan of Generalskoe Western building remnants.

Рис. 6. Разрыв, наклон и разворот северного фрагмента субмеридиональной стены на участке № III городища Генеральское-Западное. а – схематический немасштабный план деформированной стены; б – схематический немасштабный разрез через южный фрагмент стены. Вид на С.

Fig. 6. Rupture, tilting and rotation of northern fragment of sublatitudinal wall in the locus No. 3 of Generalskoe Western. a – schematic out-of-scale plan of the deformed wall; b – schematic out-of-scale section across the southern fragment of the wall. View N.

Рис. 7. Генеральское-Западное (ЮЗ склон). Блок строений № 3. а – вид на С. Измерительная лента маркирует разрыв в стене. Фото 2018 г.; б – фотография после завершения раскопок. Общий вид с СЗ. Белые наклонные стрелки показывают две большие глыбы скалы, скатившиеся вниз еще до строительства этой стены усадьбы (на кадре слева, – первое землетрясение?) и, скорее всего – после его оставления жителями (на вымостке, стрелка справа). Впрочем, возможен и «одновременный» вариант их появления. Черная горизонтальная стрелка показывает описываемый разрыв в стене.

Fig. 7. Generalskoe Western, SW slope. Buildings block No. 3. a – photograph of 2018. View N. Measurement tape marks a rupture in the wall; b – photograph made after fulfilling of the

excavations. General view from NW. White tilted arrows show two large rocks, felt before building of this wall of the homestead (left in the photograph – first earthquake?) and, most probably, after abandonment of the ancient settlement by its citizens (in pavement, an arrow right). Nevertheless, it is possible also a simultaneous variant of their appearance. Black horizontal arrow shows described rupture in the wall.

Рис. 8. Левостороннее смещение субмеридиональной стены на участке № 3 (Генеральское-Западное, ЮЗ склон). Фотография 2018 г. Вид на юг.

Fig. 8. Sinistral displacement of sublongitudinal wall in locality No. 3. (Generalskoe Western, SW slope). Photograph of 2018. View southward.

Рис. 9. Наклон и разворот еще одной субмеридиональной стены на участке № 3. *a* – схематический внемасштабный разрез через южную часть деформированной стены; *b* – схематический внемасштабный план стены. «Разуклонки» (отрезки прямой линии со штрихом) указывают направление наклоны стен. Рядом подписаны углы наклонов.

Fig. 9. Tilt and rotation of one more sublongitudinal wall in locality No. 3. *a* – schematic out-of-scale section across southern part of the deformed wall; *b* – schematic out-of-scale plan of the wall. Segments of the straight line with strokes show a direction of the wall tilting. Tilt angles are written nearby.

Рис. 10. «Форт». «Ров», образовавшийся в вымостке, куда впоследствии частично погрузились ее плиты и камни перпендикулярных «рву» стен. *a* – фотография «рва» (показан белыми стрелками), выполненная после раскопок; *b* – схематическая внемасштабная зарисовка рва. Разрез.

Fig. 10. “Fort”. A “ditch” formed in pavement where plates and stones of perpendicular walls subsided later. *a* – photograph of the “ditch” (shown by white arrows) made after the excavations; *b* – schematic out-of-scale sketch of the ditch. Section.

Рис. 11. Отрыв верхнего ряда каменной кладки и смещение его к З. Южная часть верхнего участка стены развернулась против часовой стрелки из-за зацепления ее южного края в углу с перпендикулярной стеной. *a* – схематическая внемасштабная зарисовка. План; *b* – фотография 2018 г. Вид на Ю. Штриховая линия показывает восточный фас смещенного участка стены. Белая стрелка – смещение его на З.

Fig. 11. Separation of upper masonry row and its displacement W. Southern part of upper part of the wall has rotated counterclockwise because of catching of its southern edge in the corner with perpendicular wall. *a* – schematic out-of-scale sketch. Plan; *b* – photograph of 2018. View southward. Dash line shows eastern face of displaced part of the wall. White arrow – its displacement westward.

Рис. 12. Сильный наклон субмеридиональной стены на запад на участке № 3 вызвал необходимость возвести с запада контрфорс. а) фотография 2018 г. Вид на ЮЮЗ. Восточный фас стены. Значительный ее наклон к З под углом 25^0 показал штриховой линией. Длина измерительной ленты 0.5 м; *b* – фотография 2018 г. Вид на ЮЮВ. Западный фас стены укреплен стеной – контрфорсом. Граница между стенами показана штриховой линией. Длина измерительной ленты 1 м.

Fig. 12. Significant tilt of the sublongitudinal wall westward in locality No. 3 has caused a necessity of creation of counterforce wall from the W. *a* – photograph of 2018. View toward SSW. Eastern wall face. Significant its tilt at angle of 25^0 westward shown by dashed line. Measurement tape length is 0.5 m; *b* – photograph of 2018. View toward SSE. Western wall face is reinforced by counterforce wall. A border between walls are shown by dashed line. Length of the measurement tape is 1 m.

Рис. 13. Генеральское-Западное. Западный участок внешней стены восточной секции прибрежного блока строений. Фотография после окончания раскопок. На переднем плане — земляной алтарь. Вид с Ю. Концентрация деформаций на одном участке стены: выдвигание и выбивание каменных блоков, а также их растрескивание и раскрашивание.

Fig. 13. Generalskoe Western. Western part of external wall of western section of the coastal buildings block. A photograph made after the fulfilling of excavations. Earth altar is on the first ground. View from the S. Concentration of deformations in one part of the wall: shifting and kicking of the stone blocks, as well as their cracking and crumbling.

Рис. 14. Генеральское-Западное. Фотография, сделанная сразу после окончания раскопок. СЗ участок западной секции восточного блока строений. Вид с З. Белые стрелки указывают смещение нижней части стены вместе с подстилающим грунтом в западном направлении. Штриховая линия показывает латеральный изгиб верхней части стены, также направленный к западу.

Рис. 14. Generalskoe Western. A photograph made immediately after finishing of the excavation. NW locality of western section of the eastern buildings block. View from the W. White arrows show displacement of lower wall part together with the underlying ground westward. Dashed line shows a lateral bend of upper wall part also directed westward.

Рис. 15. Генеральское-Западное (ЮЗ склон). Верхняя часть внешней стены южной секции строений блока № 1 выдвинулась к ЮВ. Нижняя часть стены не подверглась деформации, так как она была погружена в насыпной грунт. Свидетельство этому – участок черепичной вымостки слева. Вид с ЮВ.

Fig. 15. Generalskoe Western (SW slope). Upper part of the external wall of southern section of the buildings block No. 1 has shifted toward SE. Lower wall part was not undergone to deformation because it was buried in the bulk ground. An evidence of this is a part of the tiled pavement left. A view is from the SE.

Рис. 16. Скала и мыс Салачик. Топоплан с указанием границ раскопок.

Fig. 16. Rock and Cape Salachik. A topographic plan with borders of archeological trenches.

Рис. 17. Выгибание в плане одной из субширотных стен, построенных в первые века н.э. на южном раскопе «поселения» Салачик. *a* – фотография 2018 г. Штриховой линией показан западный фас стены. Вид на Ю. Длина мерной ленты 0.5 м; *b* – схематическая внес масштабная зарисовка.

Fig. 17. Bending in plan of one of sublatitudinal walls built during first centuries AD in southern trench of the Salachik settlement. *a* – photograph of 2018. Western wall face has shown by the dashed line. View S. Measurement tape length is 0.5 m; *b* – schematic out-of-scale sketch.

Рис. 18. Разворот стены, построенной в первые века н.э. на южном раскопе Салачик. *a* – фотография 2018 г. Вид на Ю. Штриховыми линиями показан восточный фас деформированной стены; *b* – схематическая внес масштабная зарисовка. План.

Fig. 18. Wall rotation which was built during first centuries AD; southern archeological trench in Salachik. *a* – photograph of 2018. View S. Eastern face of the deformed wall shown by the dashed line; *b* – schematic out-of-scale sketch. Plan.

Рис. 19. Поворот части стены субширотного простираения против часовой стрелки на раскопе усадьбы Генеральское-Западное. Вид на В. Фотография 2017 г. Дина трекерной палки 1.2 м.

Fig. 19. Counterclockwise rotation of a part of sublatitudinal wall of in the Generalskoe Western trench. View E. Photograph of 2017. Trekking cane length is 1,2 m.

Рис. 20. Генеральское-Западное. План строительных остатков западного блока строений.

Fig. 20. Generalskoe Western. A plan of building remnants of western buildings block.

Рис. 21. *a* – Генеральское-Западное (ЮЗ склон). Деформация верхних краев цистерны. Фотография после раскопок. Вид с С. Смещение (показано стрелкой) верхнего ряда каменной кладки цистерны вовнутрь – на Ю. Прежнее положения внешнего фаса каменной обкладки бассейна показано штриховой линией; *b* – устье цистерны. Фото 2017 г. Наклон верхних рядов каменной кладки на З.

Fig. 21. *a* – Generalskoe Western (SW slope). Deformation of cistern upper edges. Photo after excavation. View from N. Displacement (shown by an arrow) of the upper row of the cistern

masonry inward – to S. The previous position of the external face of the stone lining of the pool is shown with a dashed line; *b* – the upper part of the cistern. Photo 2017. The slope of the upper rows of masonry to W.

Рис. 22. План строительных остатков на раскопе Салачик (1) по Масленникову 2010.

Fig. 22 Plan of building remains at the Salachik excavation (1) (Maslennikov 2010).

Рис. 23. Деформация лестничного марша (с IV в. до н.э.) на северном раскопе Салачик. Деформированы: смещены в низ и повернуты против часовой стрелки нижние ступени. *a* – фотография 2018 г. Вид на С. Длина мерной ленты 70 см; *b* – схематическая немасштабная зарисовка.

Fig. 23 Deformation of a stair case (from the 4th c. BC) at the northern excavation site of the Salachik. Warped: blended to the bottom and rotated counterclockwise the bottom steps. *a* – photo of 2018. View to N. Measuring tape length 70 cm; *b* – schematic off-scale sketch.

Рис. 24. Генеральское-Западное. План строительных остатков северного, прибрежного блока (по: Масленников 2010).

Fig. 24 Generalskoe Western. Plan of building remains of the northern, coastal block (Maslennikov 2010).

Рис. 25. Опускание каменных блоков в стене к востоку от алтаря, возможно, вызванное просадкой подстилающего грунта. *a* – схематическая немасштабная зарисовка. Разрез; *b* – фотография 2018 г. Вид на З. Штриховая линия маркирует западный фас поврежденной стены. Длина измерительной ленты 0.5 м.

Fig. 25 Sinking of stone blocks in the wall east of the altar, possibly caused by subsidence of the underlying soil. *a* – schematic off-scale sketch. Incision; *b* – photo of 2018. View to W. The dashed line marks the western face of the damaged wall. The length of the measuring tape is 0.5 m.

Рис. 26. Крепида, построенная с южной стороны первичной субширотной стены к С от алтарного камня. Схематическая немасштабная зарисовка. Разрез.

Fig. 26 The counterforce wall, built on the southern side of the primary sublatitudinal wall to the north of the altar stone. Schematic off-scale sketch. Incision.

Рис. 27. Генеральское-Западное (ЮЗ склон). Помещения первого и второго строительных периодов в восточной части южной секции строений блока № 2. Вид с С. Контрфорс (?) II была как бы оторвана во время землетрясения, смещена в западном направлении (направление выдвигания показано белой стрелкой) и слегка повернута против часовой стрелки вокруг вертикальной оси.

Fig. 27. Generalskoe Western (SW slope). Premises of the first and second construction periods in the eastern part of the southern section of the buildings of block 2. View from N. The counterforce wall (?) II was, as it were, torn off during the earthquake, displaced in the western direction (the direction of extension is shown by the white arrow) and slightly turned counterclockwise around the vertical axis.

Рис. 28. Генеральское-Западное (ЮЗ склон). Участок черепичной вымостки у южной стены блока строений № 1. Вид с С.

Fig. 28. Generalskoe Western (SW slope). A section of a tiled pavement near the southern wall of the block of buildings No. 1. View from N.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

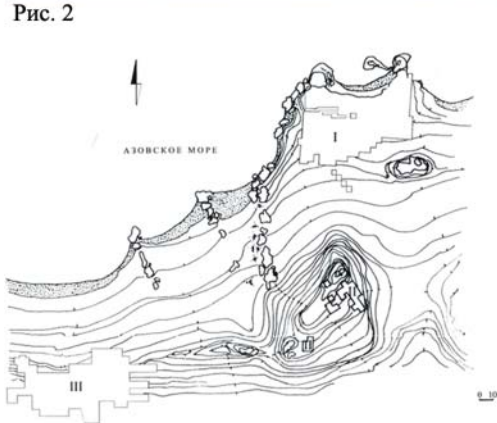


Рис. 4



Рис. 5

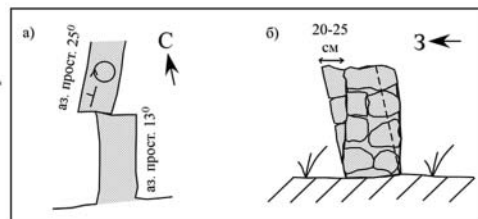


Рис. 6



Рис. 76

Рис. 7а

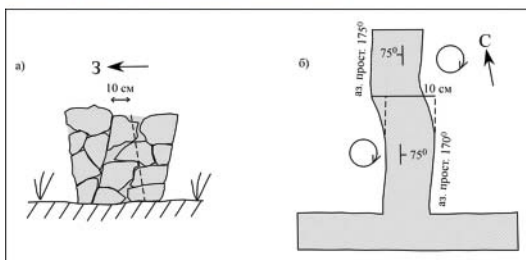


Рис. 9



Рис. 10а

Рис. 106



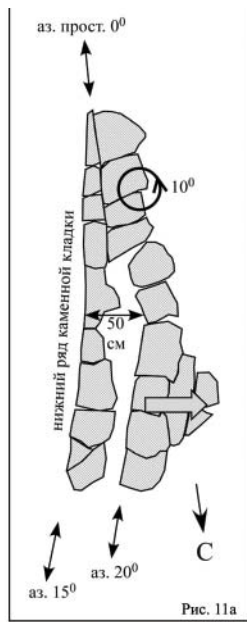


Рис. 11б



Рис. 12а

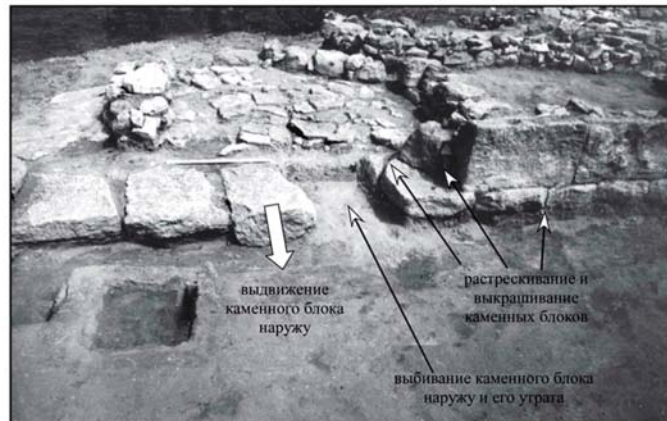


Рис. 13

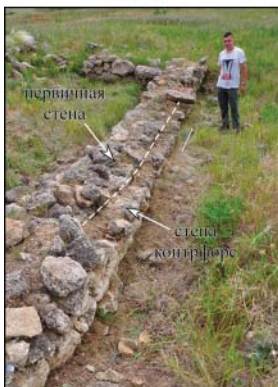


Рис. 12б

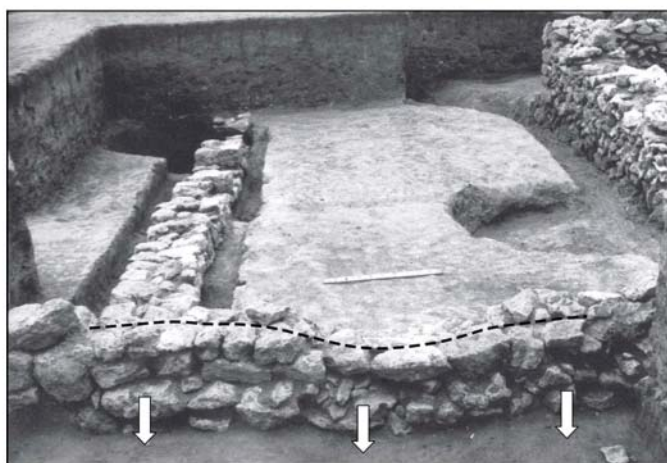


Рис. 14



Рис. 15

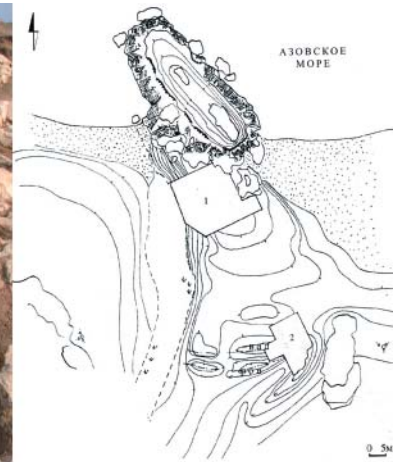


Рис. 16



Рис. 17а

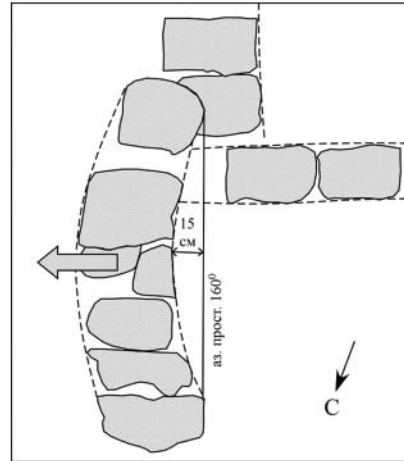


Рис. 17б



Рис. 18а

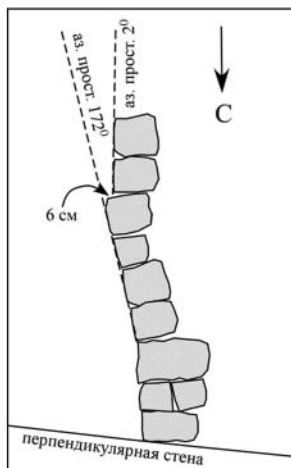


Рис. 18б



Рис. 19

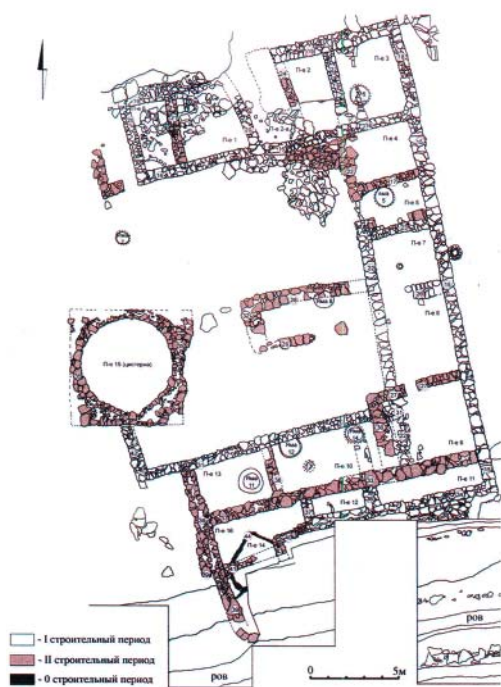


Рис. 20



Рис. 21а



Рис. 21а



Рис. 22



Рис. 23а

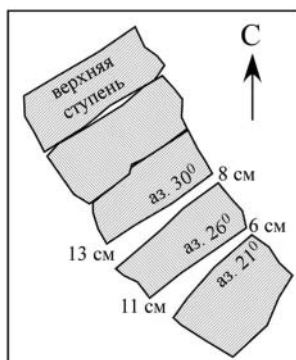


Рис. 23б

Рис. 24

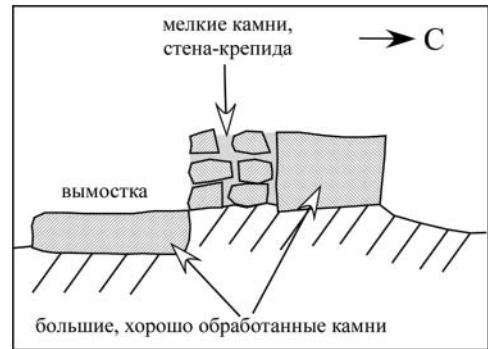
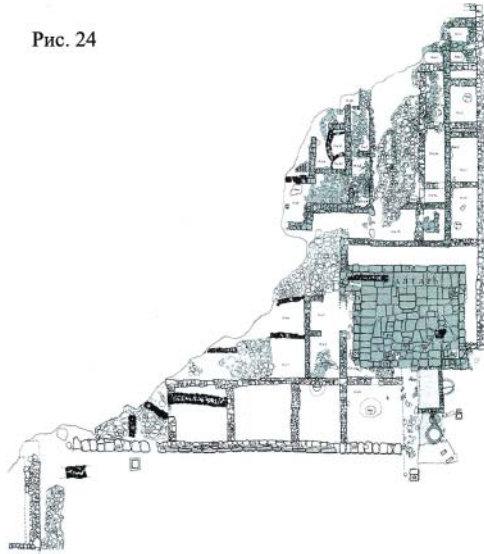


Рис. 26

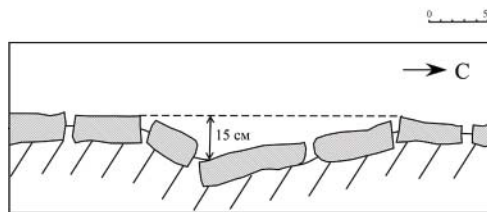


Рис. 25а



Рис. 25б



Рис. 27



Рис. 28