

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ АРХЕОЛОГИИ

ДРЕВНОСТИ БОСПОРА

*Международный ежегодник
по истории, археологии, эпиграфике, нумизматике
и филологии Боспора Киммерийского*

Том 21

Редакционный совет:

член-корр. РАН *Р. М. Мунчаев* (председатель);
проф. *Д. Браунд* (Великобритания); д-р. *П. Дюпон*
(Франция); член-корр. НАН Украины *С. Д. Крыжицкий*;
д. и. н. *А. В. Подосинов*; д. и. н. *С. Ю. Сапрыкин*;
к. и. н. *В. П. Толстиков*; д. и. н. *В. П. Яйленко*



МОСКВА, 2017

УДК 902/904
ББК 63.4
Д73

Издание осуществлено при финансовой поддержке
Благотворительного фонда содействия охране и исследованию памятников
археологии Северного Причерноморья и Приазовья «Артемида»
и ООО Южно-Российского центра археологических исследований (Краснодар)

Редакционная коллегия

д. и. н. А. А. Масленников
(главный редактор)
д. и. н. В. Д. Кузнецов;
д. и. н. А. А. Завойкин

Рецензенты

к. и. н. В. А. Гаибов;
к. и. н. Л. Н. Голофаст

*Утвержден на заседании
Ученого совета Института археологии РАН
протокол № 6 от 16.05.2017 г.*

Д73

Древности Боспора. Том 21. – М., 2017. 448 с.: цв. вкл.
ISBN 978-5-94375-218-6

Сборник научных статей по археологии, истории, эпиграфике и нумизматике Боспора Киммерийского. В издание включены преимущественно материалы античной эпохи, а также памятников культур, предшествующих греческой колонизации региона и средневекового периода его истории. Приоритет в подборке статей отдан публикациям новых открытий и аналитическим исследованиям на стыке смежных исторических дисциплин. Сборник посвящен памяти Т. В. Блаватской и И. Т. Кругликовой.

Для археологов, историков, краеведов.

**УДК 902/904
ББК 63.4**

ISBN 978-5-94375-218-6

© Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт археологии РАН, 2017
© Редколлегия, 2017



А. А. Масленников*, А. Н. Овсюченко**, А. М. Корженков**,
А. С. Ларьков**, А. В. Мараханов**
(*Институт Археологии РАН;
**Институт Физики Земли РАН)

Следы сильных древних землетрясений на городище Полянка и Южно-Азовский активный разлом¹

Сейсмические повреждения и разрушения – это постоянная угроза, которую следует иметь в виду при хозяйственном планировании и строительстве в сейсмоопасных районах, для чего необходима информация о природе и силе землетрясений, имевших место в том или ином регионе в прошлом. Литературные сведения о землетрясениях Крыма, как это ни странно, крайне ограничены [Хапаев, 2008, с. 13]. Сейсмологические данные также не отличаются представительностью. В Крыму сейсмологические систематические наблюдения стали производиться только после разрушительных землетрясений 1927 г. Период инструментальных наблюдений современного уровня, опирающихся на достаточно чувствительную сеть сейсмических станций, наступил в конце 1960-х – начале 1970-х годов. За это время во всём Керченско-Таманском регионе было зарегистрировано лишь несколько слабых сейсмических событий. Поэтому в познании сейсмической истории Восточного Крыма всё большее значение приобретают палео- и археосейсмологические исследования [Блаватский, 1977, с. 56–57; Аракелян, 1983, с. 40–49; Геология..., 1992, с. 96–118; Никонов, 1994, с. 23–26; Никонов, 1996, с. 62–74; Винокуров, Никонов, 1998, с. 98–115; Борисенко и др., 1999, с. 101–132; Винокуров, Никонов, 2004, с. 95–102; Трифонов, 2008, с. 318–322; Масленников, 2013, с. 251–252; Винокуров, 2015, с. 60–72 и др.]. Эти методы уже давно используются учёными в самых разных сейсмоактивных районах и показали свою высокую эффективность [см.: Солоненко, 1962, с. 58–74; Палеосейсмология, 2011, с. 1–334; Archaeoseismology, 1996, с. 1–268 и др.].

В 2014 г. начался новый этап в изучении палеосейсмичности этого региона. Инструментальные сейсмологические и наши недавние полевые исследования современных землетрясений, произошедших в Киргизии, обеспечили базу для новейшего археосейсмологического инструментария в идентификации особенностей сейсмических

¹ Исследования были проведены в рамках работ по проекту РФФИ № 15-05-06197 «Комплексное историко-сейсмогеологическое изучение сейсмической опасности Крымско-Таманского региона».

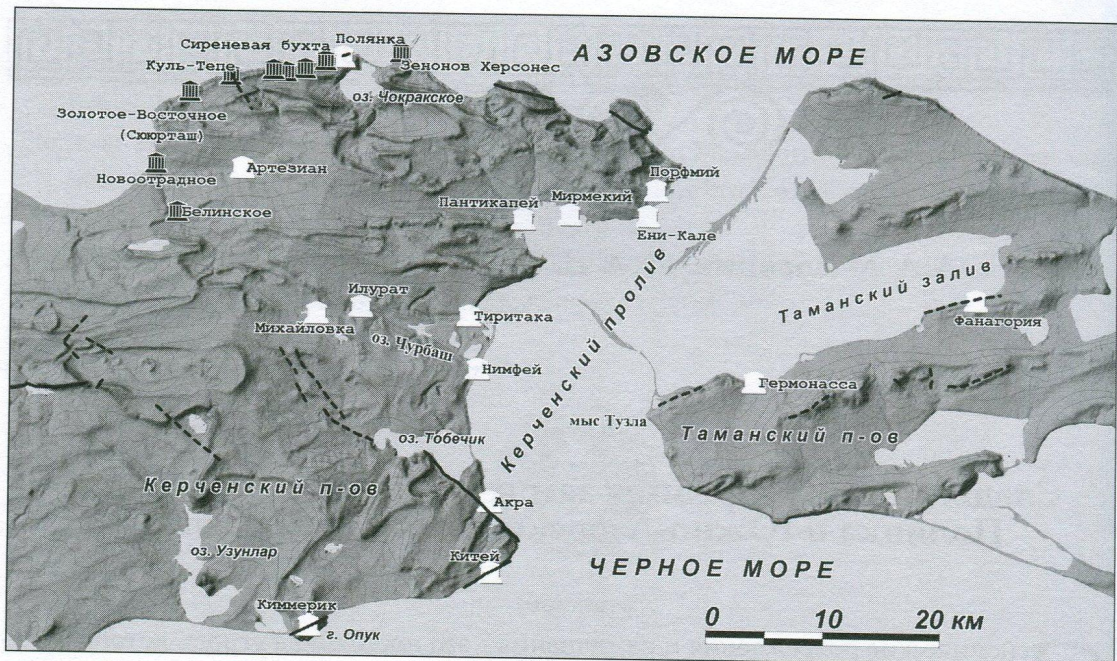


Рис. 1. Древние городища и активные разломы в районе Керченского пролива. Белыми знаками изображены памятники, обследованные с археосейсмологическим подходом в 2014-2016 гг.; черными – исследование которых планируется. Сплошные линии – активные разломы с изученными следами сеймотектонических подвижек прошлого; пунктирные – предполагаемые по дистанционным данным (на Керченском п-ове), связанные с грязевулканической деятельностью (во внутреннем районе Таманского п-ова), флексурные изгибы четвертичных отложений (побережье Таманского залива)

повреждений [Богачкин и др., 1997, с. 3–18; Ghose et al., 1997, с. 23–38; Корженков и др., 2006, с. 219–225 и др.]. Эти изыскания послужили основой для определения типов сейсмогенных повреждений в древних городах пустыни Негев (Израиль) и их интерпретации в терминах сейсмической интенсивности и направления прихода сейсмических волн [Korzenkov and Mazor, 1999, с. 62–74; Корженков и Мазор, 2001, с. 108–125 и др.].

Обращаясь к Крыму, необходимо отметить, что древнегреческие, римские, византийские и средневековые археологические памятники предоставляют собой прекрасную научную базу для работ по археосейсмологии. В эти цивилизационные периоды тут был возведено немало городов и других населенных пунктов, нередко с применением высококачественных строительных приёмов и традиций. Эти поселения существовали в период между VI в. до н. э. (начало греческой колонизации полуострова) и XVIII в. н. э. и были покинуты в разное время и по различным причинам. Археологические и историко-архитектурные исследования древних строительных комплексов Керченского полуострова, изученных нами с помощью археосейсмологического метода (рис. 1), уже позволили с той или иной степенью вероятности датировать выявленные здесь сейсмические разрушения [Винокуров и др., 2015, с. 51–66; Белик и др., 2016, с. 17–35, Корженков и др., 2016 б, с. 372–381; Корженков и др., 2016 г, с. 30–47; Корженков и др., 2016 д, 30–38; Хапаев

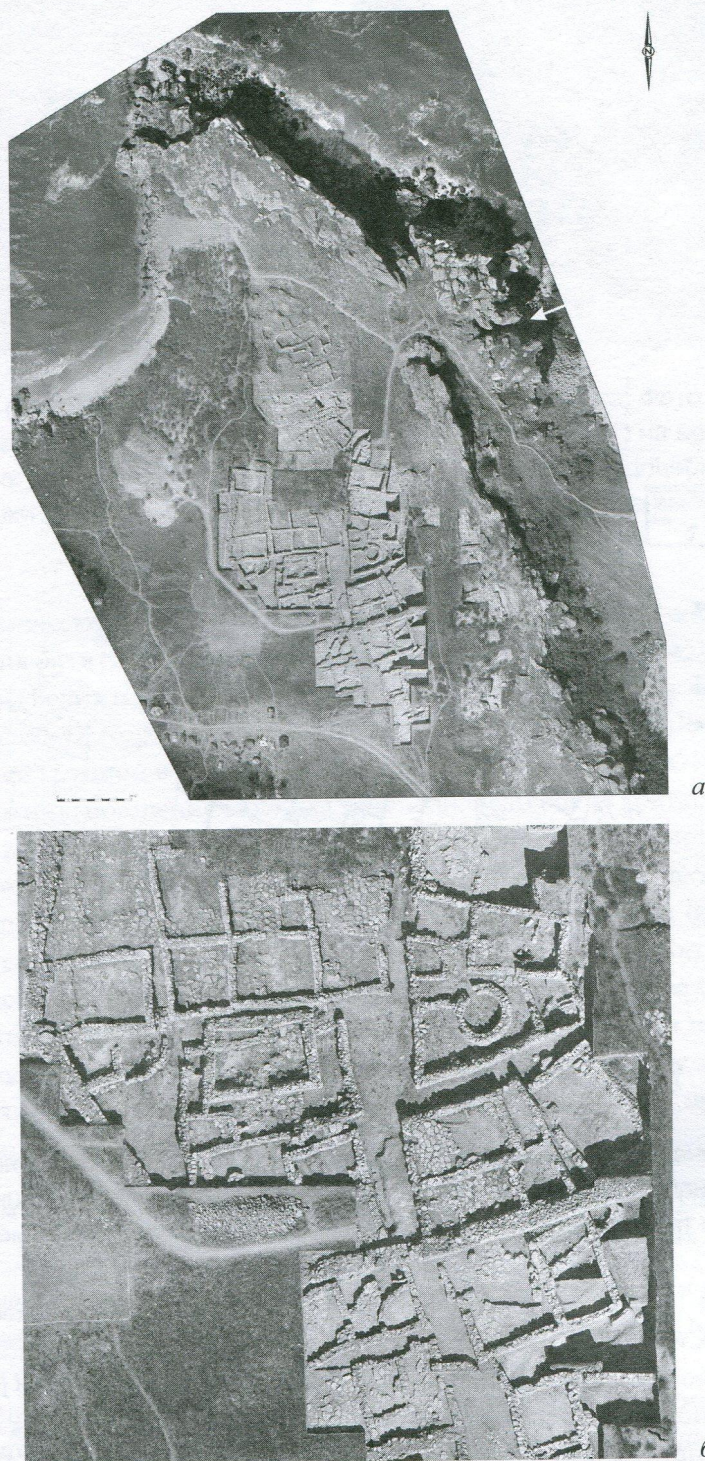


Рис. 2. Аэрофотоснимки археологического памятника Полянка.
а – полный вид раскопа (стрелкой по простирацию показан ров в скальном основании);
б – детальный снимок средней части Полянки. Видны различные фазы строительства,
стены-крепиды, дугообразные в плане изгибы стен

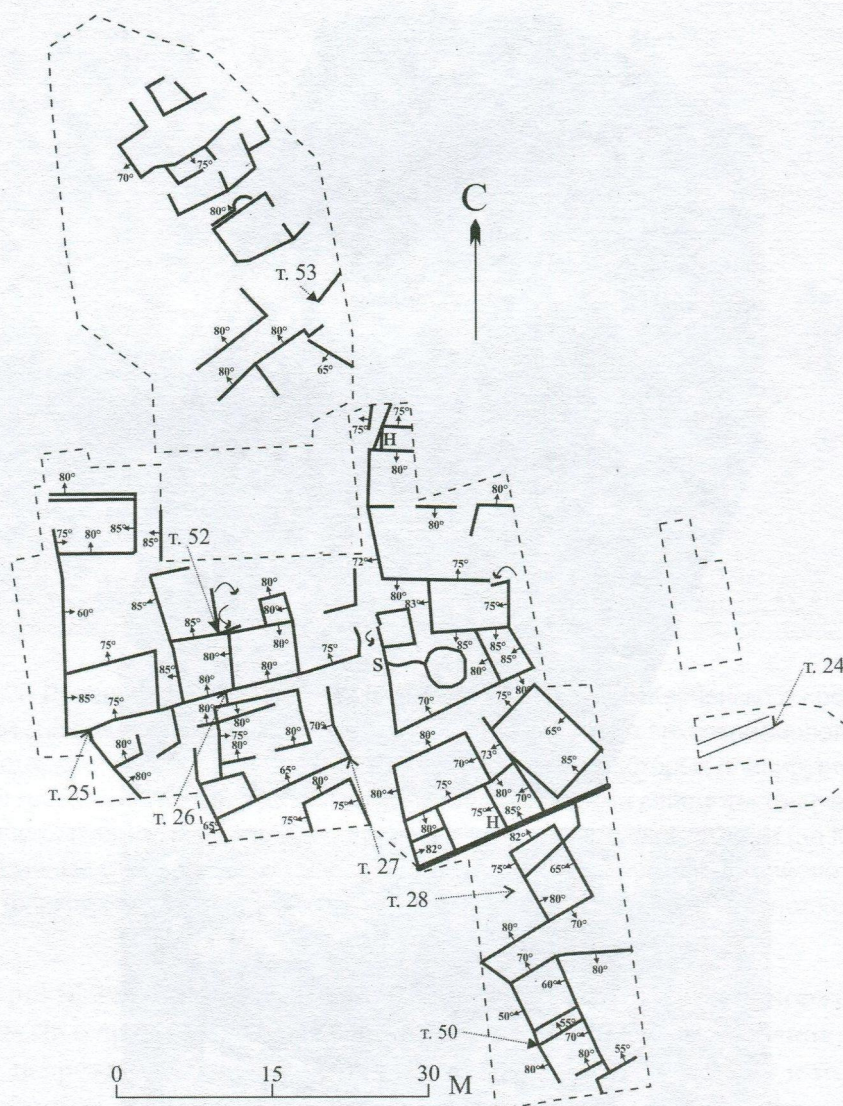


Рис. 3. Схематическая отрисовка стен археологического памятника Полянка с нанесенными точками наблюдения и с указанием наклона стен, величины наклона в градусах. Показаны также развороты и S-образные в плане – «пропеллерные» стены

и др., 2016, с. 119–128]. В целом восточная часть Крыма в палео- и археосейсмологическом отношении изучена в настоящее время лучше других районов полуострова. При этом, большинство исследователей, опирающихся на сейсмологические данные инструментального периода наблюдений, полагают, что главная тектоническая и сейсмическая активность здесь приурочена к зонам разломов в акватории Черного и Азовского морей [например: Борисенко и др., 1995, с. 27; Пустовитенко и др., 2006, с. 65]. Однако нашими последними изысканиями были выявлены сейсмогенерирующие молодые и активные разломы (рис. 1) в Восточном Крыму и на Тамани [Овсяченко и др., 2015, с. 33–54]. Таким образом, территория Крымского полуострова и окружающих его морских акваторий

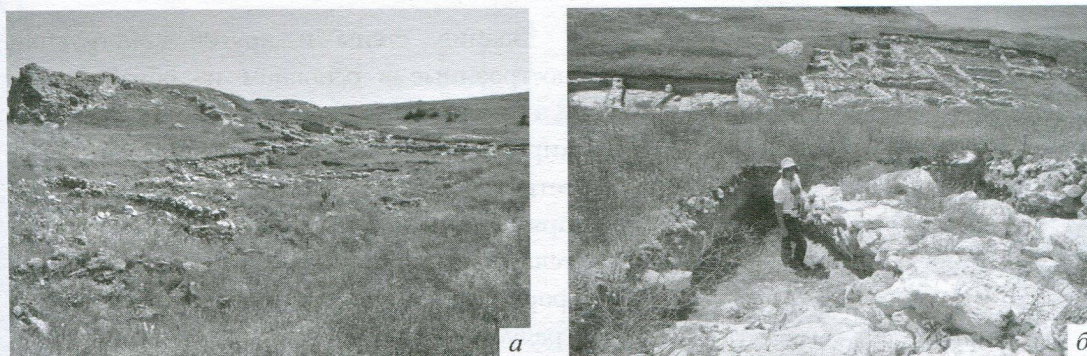


Рис. 4. Нижний (а и б) и верхний (б) раскопы поселения Полянка. Фото весны 2016 г. Субширотная стена на верхнем раскопе (азимут простирания 60°) на верхнем раскопе наклонилась к югу под углом до 50° и целиком (при длине 4,5 м) повернулась против часовой стрелки (против сил гравитации). Стена сохранилась на высоту до 1,2 м, при ширине до 1,5 м. Т.н. 24

не является сейсмически безопасной, а упомянутые разломы могут генерировать сильные землетрясения раз в сотни или тысячи лет [Винокуров и др., 2015 с. 51–66; Овсоченко и др., 2015 с. 33–54; Белик и др., 2016 с. 17–35; Корженков и др., 2016 б, с. 372–381; Корженков и др., 2016 г, с. 30–47; Корженков и др., 2016 д, 30–38; Хапаев и др., 2016, с. 119–128].

В 2016 г. нашей группой в Крымском Приазовье был специально обследован археологический памятник: поселение Полянка (рис. 2–4). Если очень кратко, то оно возникло, скорее всего, в начале III в. до н. э. на высоком скалистом прибрежном плато. Но к I в. до н. э. это поселение в силу какой-то геологической или сейсмологической катастрофы было почти полностью разрушено, а новое – появилось некоторое (но непродолжительное!) время спустя рядом, в небольшой долине к западу от первоначального [Масленников, 2013, с. 246]. Предполагалось, что оно также неоднократно страдало от землетрясений. Таким образом, в нашем распоряжении оказались, хотя и не бесспорные, данные по последствиям сильных землетрясений в Восточном Крыму за последние две с лишним тысячи лет. Однако вначале коснёмся некоторых общих, принципиальных и важных для нашей темы положений.

Систематика в типах сейсмогенных повреждений и разрушений, выявленных на древних поселенческих структурах

Археосейсмология – наука изучающая археологические памятники с целью выявления в них сейсмогенных деформаций и разрушений с последующей параметризацией по ним древних сильных землетрясений. Она призвана установить:

- являются ли выявленные деформации сейсмически наведенными;
- какова была сила древнего землетрясения (какая высвободилась сейсмическая энергия);
- где располагался древний эпицентр: откуда пришло максимальное суммарное сейсмическое воздействие;
- когда произошло землетрясение.



Рис. 5. Схема деформации здания при сильных землетрясениях по [Rapp, 1986], с изменениями

Здания, стены и другие конструкции, построенные в основном из обработанных или необработанных камней или сырцовых кирпичей и дерева, представляют собой некую сеть геометрических линий, составляющих прямоугольники и позволяющих исследователям идентифицировать тип и величину деформаций с точностью в пределах нескольких градусов и сантиметров.

Нижеприведенный список типов сейсмических разрушений основывается на материалах и наблюдениях, полученных нами на Ближнем Востоке [Korzhenkov and Mazor, 1999, с. 62–74, Korzhenkov and Mazor, 2014, с. 75–92; Korzhenkov and Schmidt, 2009, с. 79–97; Корженков и др., 2016а, с. 37–44 и др.] и в других странах [Korzhenkov et al., 2003, с. 241–261, Korzhenkov et al., 2008, с. 199–215; Корженков и др., 2015, с. 5–18, Корженков и др., 2016 в, с. 5–20 и др.].

Систематически направленные наклоны (рис. 5) и обрушения стен, колонн, а также горизонтальное смещение верхних частей строительных конструкций (рис. 6) являются результатом сильных землетрясений. В таких

случаях нижняя часть строительной конструкции сместилась вместе с грунтом в направлении соответствующих сейсмических подвижек, в то время как верхние части остаются на месте вследствие инерции.

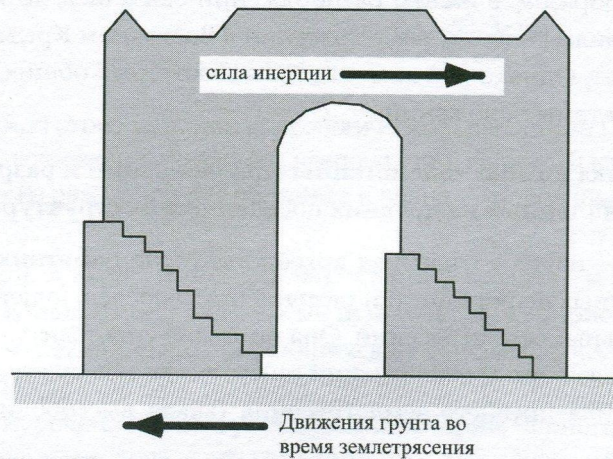


Рис. 6. Схематическое изображение смещения верхней части современного памятника на кладбище в селе Бельялды в направлении эпицентра Суусамырского ($M_s = 7.3$, $I_0 = IX-X$) землетрясения в Кыргызстане в 1992 г.

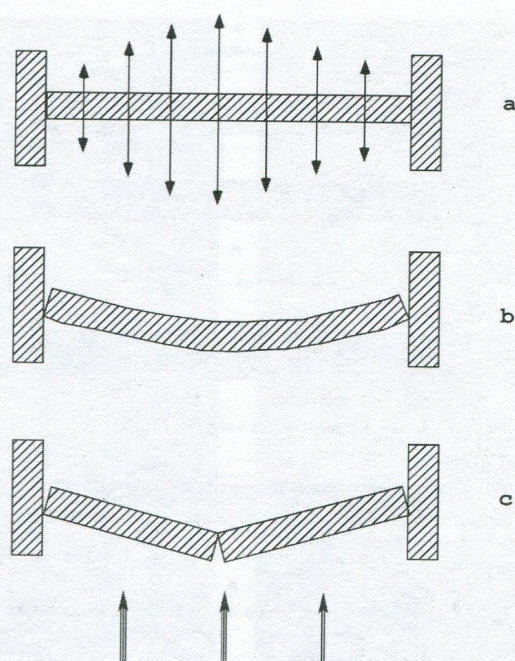


Рис. 7. Деформация стены во время сильных горизонтальных движений грунта. Плановое изображение. Стрелки внизу показывают направление движения грунта. Вверху – колебание стены с максимумом в ее центре. Результирующая деформация этих движений – горизонтальный изгиб стены (в), или даже ее излом (с).

Интересным феноменом, выявленным нами на «Полянке», является дугообразный в плане изгиб стен. Такая деформация возникает при сейсмических движениях, действующих перпендикулярно простиранию стены, центральная часть которой имеет максимальную свободу для колебаний (рис. 7).

Вращения отдельных каменных блоков или частей стен вокруг вертикальной оси по часовой или против часовой стрелке является обычным результатом землетрясения. Они вызываются сейсмическими движениями, действующими под углом (в плане) к стене соответствующего направления (рис. 8). Вращения строительных элементов вокруг горизонтальной оси также могут наблюдаться в поврежденных зданиях. Они могут быть вызваны, например, высвобождением неравномерных напряжений, накопившихся в стенах.

Следы ремонта и стены контрфорсы – обычные доказательства событий сейсмических повреждений.

Свидетельства разрушительного землетрясения в исследуемом археологическом комплексе становятся тем более очевидными, чем больше выявляется типов и количества сейсмических повреждений.

Возраст выявленных сейсмических деформаций моложе возраста самих строительных конструкций, но старше возраста последующего ремонта или перекрывающих сооружений.

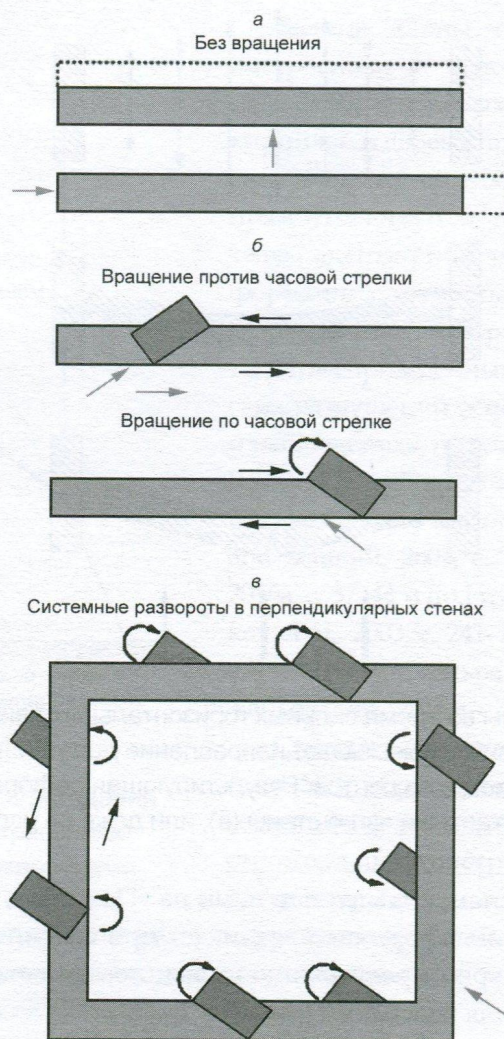


Рис. 8. Вращение элементов здания (по [Корженков, Мазор, 2001] с изменениями):
 а – максимальные суммарные сейсмические колебания, перпендикулярные к стене не вызывают вращения; б – сейсмические колебания, направленные под углом к стене, приводят к вращению элементов здания; в – сейсмические подвижки, направленные вдоль биссектрисы между перпендикулярными стенами здания, вызывает противоположное вращение в этих стенах

При археосейсмологических исследованиях на городище Полянка, прежде всего, бросаются в глаза многочисленные и очень значительные наклоны стен и выдвигания отдельных каменных блоков, например в точке наблюдения (далее: т.н.) 27 (рис. 9). Не меньший наклон виден и в т.н. 25 (рис. 3), где стена с азимутом простираения 65° наклонилась под углом до 50° к ССЗ. Здесь, однако, не менее впечатляет её горизонтальный (в плане) изгиб к северу (рис. 10). Остаточная высота стены – до 1.5 м, её ширина неравномерная – около 1 м. Такая значительная в плане деформация стены (плавный изгиб) образовалась из-за её значительной длины в 7 м и, соответственно, большей свободы для колебаний.

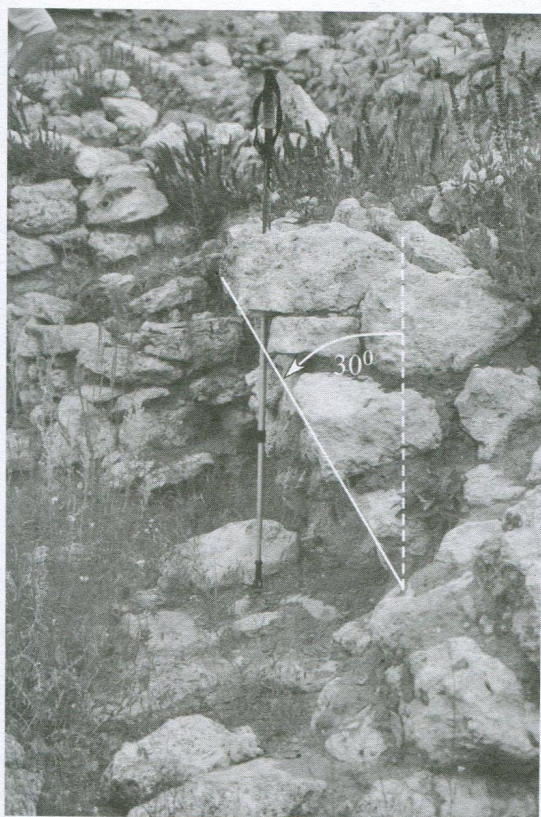


Рис. 9. Значительный наклон к северу одной из широтных стен, а также выдвигание каменных блоков в верхней части этой стены на Полянке. Т.н. 27



Рис. 10. Сильный дугообразный изгиб (в плане) и наклон на север одной из широтных стен на «Полянке»

Субмеридиональная стена в т. н. 27 (рис. 3) кроме «обычного» наклона (до 60°) имеет также коленообразный изгиб – излом в том же западном направлении (рис. 11). В своей северной части описываемая стена имеет азимут простирания 160° , а в южной – 145° .

Длительные сейсмические колебания приводят к различной амплитуде и направлению изгиба стен, что зависит от длины и высоты стены, а также материалов, из которых она сложена. Может случиться так, что одна стена, продолжающаяся из одной «комнаты» в другую в анфиладе, получит S-образный изгиб в разных направлениях в виде пропеллера (рис. 12).

Развороты частей стен также зафиксированы нами на «Полянке». Так, в точке наблюдения 52 (рис. 3) были замерены развороты краевых частей субмеридиональных стен (азимут простирания 155°) на 5° и на 15° по часовой стрелке (рис. 13), в то время как окончание субширотной стены (азимут простирания 70°) развернулась на 15° против часовой стрелки.

Вызывают вопросы сближенные стены в т. н. 26 (рис. 14). Трудно себе представить, что древние строители возвели соседнюю стену на таком близком расстоянии от уже существовавшей, а не использовали её – для дальнейшего строительства. Сомнительно также,



Рис. 11. Выгибание на запад с последующим изломом(?) субмеридиональной стены. Т.н. 27



Рис. 12. «Пропеллерный» в плане изгиб широтной стены как к северу (на переднем плане), так и на юг (на дальнем плане). Т.н. 28

что они сделали специально такой узкий проход (40 см), где сможет пройти лишь один человек, да и то «боком». Остаточная высота первоначальной стены – 1.2 м, ширина – около 1 м, азимут простираения – 70° . Неразвернутая часть стены-крепиды имеет высоту до 1.3 м, ширину до 0.8 м, азимут простираения в восточной части 65° , в западной – 80° . Мы предполагаем, что одна из упомянутых стен (скорее всего, южная) была первичной, а вторая – контрфорс, построена позднее. Южная стена (расположенная выше по склону) получила повреждения: наклонилась к северу под углом 75° , в связи с чем, к ней была пристроена с севера стена-подпорка. Однако следующее деформационное событие (по-видимому, сильное землетрясение) оторвало стену-контрфорс, сместило её в северном направлении, наклонило к северу под углом 80° – вниз по уклону местности и развернуло южное окончание стены-подпорки по часовой стрелке на 15° (рис. 14). Необходимо подчеркнуть, что аналогов таких узких проходов нет во всей остальной части городища. В то же время, похожее отделение стены-контрфорса было отмечено нами в т. н. 51.

При обзоре планового аэрофотоснимка «Полянки» (рис. 2) виден комплекс квадратов и прямоугольников, составленных остатками древних стен. В целом, все стены могут быть поделены на 2 группы: субширотные – с простираением $65^\circ \pm 30^\circ$ и субмеридиональные – с азимутами простираения $155^\circ \pm 30^\circ$ (рис. 15).

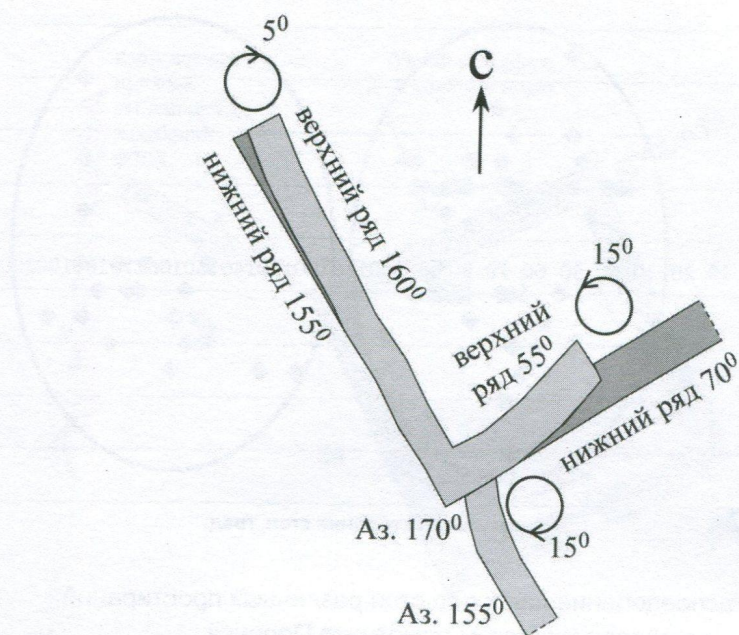


Рис. 13. Развороты краевых частей стен в точке наблюдения 52 на Полянке (плановое изображение). Субмеридиональные части повернулись по часовой стрелке, субширотные – против часовой стрелки



Рис. 14. «Отошедшая» вниз и развернувшаяся в своей западной части по часовой стрелке стена-крепида. Т.н. 26. П – первичная стена, К – отошедший участок стены-подпорки, Р – отошедший и развернувшийся участок крепиды



Рис. 15. Распределение наклонов стен различных простираний на археологическом памятнике Полянка

Было установлено, что большая часть субширотных стен (32 случая) наклонилась на север, а точнее – на ССЗ – по уклону рельефа (рис. 16), что не вызывает вопросов. Тем не менее, значительное число субширотных стен (21 случай – 2/5 от общего числа) наклонились в противоположную сторону, что уже гравитационными процессами объяснить затруднительно. Гравитация и уклон рельефа не могут объяснить и систематический наклон большого числа субмеридиональных стен (24 случая – 3/4 от всех замеров) к западу, точнее – к ЗЮЗ. Для интерпретации подобных систематических деформаций необходимо привлечь сильные динамические воздействия грунта на древние постройки, скорее всего, связанные с сильными же землетрясениями. Учитывая вышеупомянутые векторы наклонов стен обоих направлений, сейсмические колебания, распространявшиеся при древнем землетрясении, приходили с ССЗ, то есть, со стороны моря. По всей видимости, сработала Южно-Азовская сейсмогенерирующая зона.

Сейсмогенерирующая роль Южно-Азовского разлома была установлена по косвенным данным в конце 1980-х гг., во время работ по оценке сейсмической опасности района строящейся Крымской АЭС [Геология..., 1992, с. 96–118]. В те годы разлом был протрассирован геофизическими методами вдоль Азовского побережья Керченского полуострова через Акмонайский перешеек в район г. Старый Крым.

Новый этап в изучении условий возникновения сильных землетрясений Восточного Крыма с использованием постоянно совершенствуемых методов структурной геоморфологии и палеосейсмологии возможен при выявлении конкретных морфологических параметров активных разломов – длины, величины смещений и их характера, которые можно измерить по деформациям молодых отложений и форм рельефа. Опыт изучения современных сильных землетрясений показывает, что сейсмические очаги представляют собой активизировавшиеся геологические структуры [Рогожин, 2012, с. 7]. В современном сейсмологическом представлении, сам акт землетрясения рассматривается как внезапное,



Рис. 16. Схематическая модель построек Полянки. Большая часть субширотных стен наклонилась на север – по уклону рельефа (хотя 2/5 от общего числа этих стен наклонилась в противоположную сторону), субмеридиональные стены наклонились преимущественно на восток, что никак не связано с рельефом. Сейсмические колебания распространялись с ЗСЗ

быстрое смещение крыльев активного разлома. В случае выхода очага на поверхность образуются сеймотектонические разрывы, обладающие всеми признаками тектонических деформаций. В большинстве случаев, вдоль этих современных разрывов устанавливаются следы древних подвижек, оставленные землетрясениями прошлого. Этот факт создал основу для разработки палеосейсмологического метода [Солоненко, 1962, с. 58–74]. Он нацелен на обнаружение, параметризацию и датирование древних сеймотектонических разрывов и иных геологических следов землетрясений. В виду большой погрешности наиболее доступного, радиоуглеродного метода, абсолютное датирование древних землетрясений становится гораздо более надёжным и точным с привлечением археологических данных, для чего в Крыму открываются широчайшие перспективы.

Современная тектоническая активность Восточного Крыма проявлена разнообразными разрывно-складчатыми деформациями молодых отложений и форм рельефа. Им сопутствуют современные движения земной поверхности, грязевый вулканизм, перестройки речной сети и локальные ареалы повышенной активности современных экзогенных процессов (прежде всего – разнообразные вариации дезинтеграции и переотложения рыхлого чехла). Основная особенность геологического строения региона – развитие многокилометровой толщи пластичных, флюидонасыщенных, глинисто-песчаных кайнозойских осадков майкопской серии – определила формирование региональной структуры настолько необычного облика, что вопрос о её происхождении и возрасте остаётся ведущим в геологических исследованиях на протяжении всего последнего столетия.

В таких условиях сеймотектонические подвижки в недрах на уровне сейсмогенерирующего слоя оказываются в значительной степени преобразованы толщей пластичных майкопских глин. Это обстоятельство, в свою очередь, сильно искажает оценку величины и характера подвижки в очаге. Ситуация усугубляется низким уровнем современной сейсмической активности, что не даёт предпосылок для полноценного изучения активных геологических структур Восточного Крыма сейсмологическими методами. В итоге, неоднозначность и противоречивость трактовки тектонической активности Крыма со временем не угасает, а наоборот приобретает особую остроту [Борисенко и др., 1995, с. 30–39; Паталаха и др., 2003, с. 8–9; Юдин, 2011, с. 5; Гобаренко и др., 2016, с. 83–84].

Для получения корректной информации о тектонических движениях в разрезе молодых отложений необходим выбор мест лишённых оползневых форм рельефа, распахки и активного проявления экзогенных процессов. Наиболее предпочтительными являются поверхности накопления слоистых позднеплейстоцен-голоценовых отложений, маркирующих собой опорные уровни, используемые для возрастной привязки деформаций. Но поверхность Керченского полуострова за последние 2500 лет оказалась в значительной степени изменена сельскохозяйственной и строительной деятельностью человека. Водораздельные пространства неоднократно и регулярно распахивались в течение длительных промежутков времени. Склоны холмов покрыты многочисленными сельскохозяйственными террасами. Все речные долины и балки перегорожены дамбами, часто в нескольких местах, что привело к почти полному отсутствию естественных речных террас. Наряду с плохой обнаженностью, широким развитием оползней, мощным покровом плохо – стратифицированных лёссовидных суглинков, регион также отличается весьма активным моделированием рельефа современными абразионными и эрозионно-склоновыми процессами.

Ещё одна важная особенность Керченского полуострова, всё более явственно проступающая по мере детализации полевых исследований, заключается в четкой приуроченности большей части современных побережий к зонам активных разломов (см. рис. 1). С одной стороны, это обстоятельство предопределяет надежность морфотектонических критериев выделения активных геологических структур. Керченский полуостров демонстрирует признаки классической морфоструктуры, обнаруживая конформность рельефа геологическому строению и чёткое соответствие динамики современных экзогенных процессов темпам и характеру молодых тектонических движений. С другой стороны, приуроченность современных побережий к зонам активных разломов предопределяет активное и повсеместное уничтожение или искажение следов молодых тектонических смещений весьма активной на таких участках современной разрушающей деятельностью моря.

Перечисленные обстоятельства можно рассматривать в качестве основных причин относительно слабой изученности проявлений активной тектоники региона. В таких условиях особую важность приобретает совместное использование методов геологии, геофизики и археологии.

Южно-Азовский активный разлом приурочен к границе Приазовского – наиболее приподнятого участка Керченского и Таманского полуостровов с мелководной котловиной Азовского моря. О молодых тектонических смещениях по Южно-Азовскому разлому свидетельствуют деформации морских террас раннего и позднего плейстоцена. В результате анализа в основном литературных сведений А. А. Никонов [1994, с. 20–21]

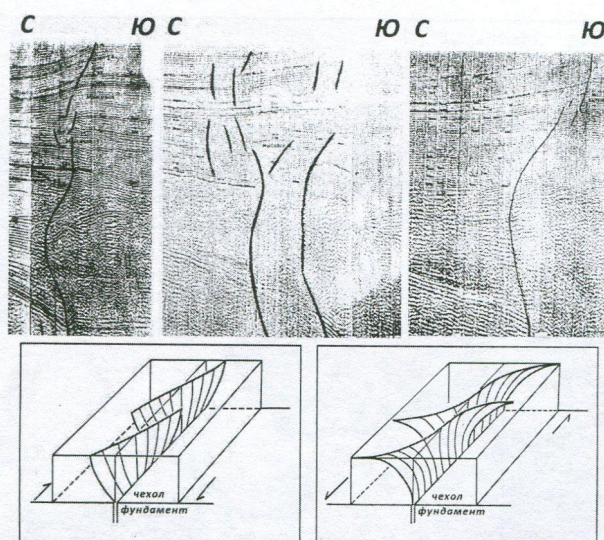


Рис. 17. Вверху – строение Южно-Азовского разлома по данным сейсморазведки на глубину около 3 км в районе мыса Казантип [Геология..., 1992, вклейка, фото 2]. Отдельные сместители показаны жирными линиями; внизу – модели сдвигов в горизонтальной плоскости в жестком фундаменте и более пластичном осадочном чехле [Sylvester, 1988, рис. 13, 14, с. 1678]

пришел к выводу, что вдоль южного берега Азовского моря на дне обнаруживаются признаки тектонического разрыва со смещением крыльев на 25–50 м за послекарангатское время, т. е. примерно за последние 100 тыс. лет. При этом вся или большая часть смещений, по мнению А. А. Никонова, произошла за посленовэвксинское время, т. е. примерно за последние 25–20 тыс. лет. Азовское побережье Таманского полуострова испытало позднеголоценовое тектоническое поднятие относительно дна Азовского моря примерно на 10 м, что даёт среднюю скорость движения по Южно-Азовскому разлому 2–3 мм/год [Трифонов, 2008, с. 319]. Несмотря на столь яркие признаки молодых смещений, вопрос о реальности сейсмотектонических подвижек по Южно-Азовскому разлому до недавнего времени оставался открытым.

Геофизическими методами Южно-Азовский разлом изучен в акватории Азовского моря, у берегов Керченского и Таманского полуостровов. Зона разлома на каждом профиле меняет свой облик, количество индивидуальных разрывов, их наклон и величину в целом незначительного вертикального смещения (рис. 17). Направленность смещений по разлому в вертикальной плоскости меняется в разновозрастных геологических комплексах – если в низах майкопской серии и мел – эоценовых отложениях по геофизическим данным фиксируется резкое погружение южного крыла, то на уровне неоген – четвертичных осадков это же крыло поднято [Геология..., 1992, с. 36]. Такая изменчивость морфологии смещений по простиранию и разрезу характерна для разломов с существенной компонентой смещений в горизонтальной плоскости. Полное пересечение зоны Южно-Азовского разлома выполнено лишь по одному геофизическому профилю Арабатская стрелка – Феодосийский залив, т. е. западнее



Рис. 18. Схема изученности Южно-Азовского разлома палеосейсмологическим методом. Квадратами показаны места детального изучения разрезов со смещениями молодых отложений

Караларского побережья. К востоку от него строение разломной зоны в молодых отложениях удалось изучить в нескольких местах (рис. 18). Результаты были частично опубликованы ранее [Овсяченко и др., 2015, с. 33–54].

В изученных разрезах молодых отложений Южно-Азовский разлом демонстрирует чрезвычайно изменчивый облик.

На Таманском полуострове молодые тектонические деформации обнаружены в 2,7 км к востоку от пос. Приазовский, где в обнажении коренных позднемиоценовых пород, расположенном в верхней части прибрежного уступа высотой до 80 м, наблюдается надвиг близширотного (ВСВ) простираения [Овсяченко и др., 2015, с. 36–39]. Калиброванный радиоуглеродный возраст палеопочвы, завернутой и захороненной в лежачем крыле надвига: 2691–2926 лет (обр. ИГАН-4577). Возраст ненарушенными смещениями гумуса современного чернозёма: 725–802 года (обр. ИГАН-4578). По этим данным подвижка произошла в интервале 802–2691 год назад, вероятнее всего, – примерно 2000–2500 лет назад.

На Керченском полуострове в районе мыса Борзовка, в «цирке» отрыва крупного древнего оползня обнажен разрез деформированных верхнемиоценовых и позднеплейстоцен – голоценовых отложений (рис. 19). В разрезе наблюдаются два взбросо – надвига, ограничивающие узкую вдавленную впадину (рампы). Впадина выполнена относительно мощной толщей позднеплейстоценовых лёссов. Разрывы ниже высоты 50 м, представляющие собой крутые взбросы, в приповерхностной части разреза выполаживаются до субгоризонтальных надвигов. Величина вертикального смещения маркирующего слоя в верхнемиоценовых глинах по ЮЗ разрыву не превышает 7–8 м; по разрыву на СВ ограничении рампа – 20–23 м. Разрывы были изучены в двух расчистках. На северном ограничении рампа помимо позднеплейстоцен – раннеголоценовых наблюдаются следы очень молодых смещений, выраженные двумя разрывами подошвы гумусового горизонта

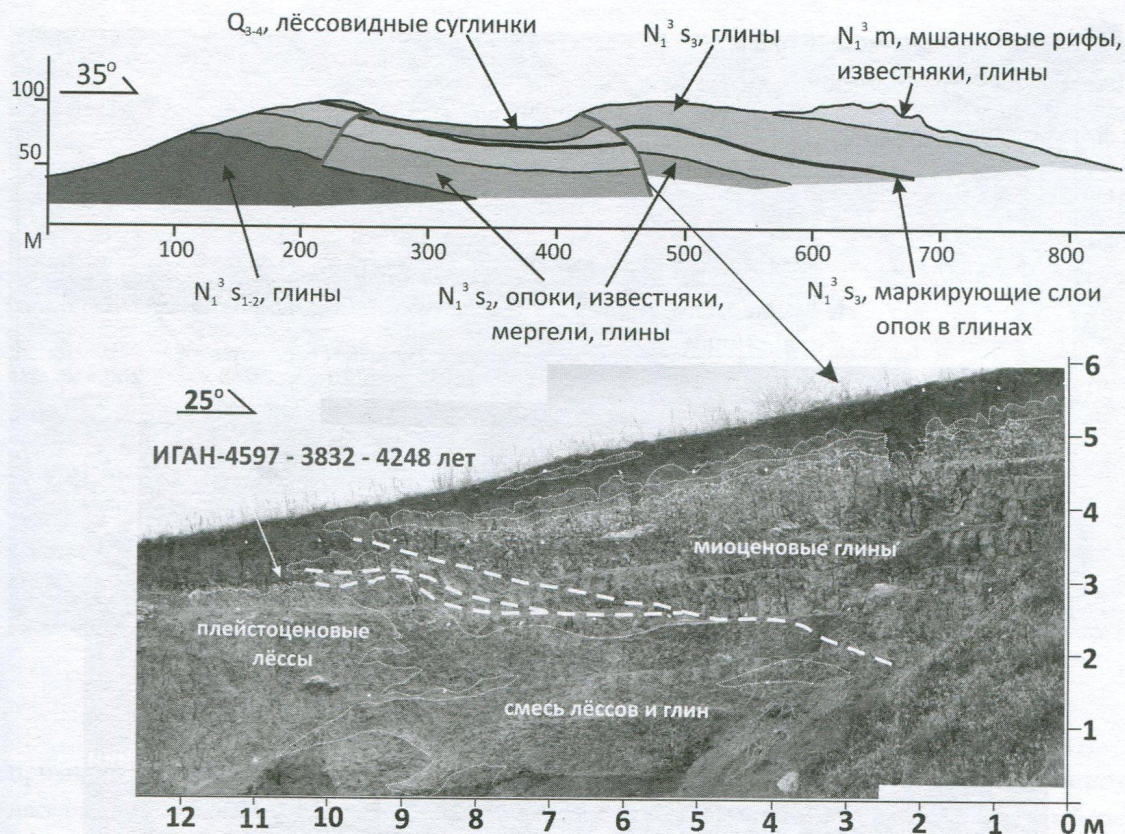


Рис. 19. Вверху – схематичный геологический разрез тектонической впадины в районе мыса Борзовка; внизу – строение разрыва на СВ ограничении тектонической впадины. Разрывы показаны жирными штриховыми линиями

современного чернозёма. В целом, в разрезе зафиксированы следы двукратного надвигания коренных пород на почву за последние примерно 4 тыс. лет (калиброванный радиоуглеродный возраст основания гумусового горизонта: 3832–4248 лет, образец ИГАН 4597).

На северной окраине с. Юркино, в прибрежном обрыве, в результате схода крупных оползней оказался вскрыт разрез молодого грабена – тектонической впадины, ограниченной субвертикальным сдвигом и пологим сбросом (рис. 20). Сдвиг имеет субгоризонтальные борозды скольжения и обнаруживает изменчивость направленности видимого вертикального смещения в разных горизонтах разреза. Резко меняется состав и количество слоёв покровных лёссов в разных крыльях разрыва. По всей видимости, такая необычная структура связана с соприкосновением по разлому первично разновысотных участков склона с разным характером залегания коренных пород и разными по составу покровными отложениями, что произошло в результате правостороннего сдвига в горизонтальной плоскости на несколько метров. Смещение современной почвы указывает на возраст последней подвижки в несколько сотен лет.

Нарушения очень необычного облика, имеющие признаки сейсмотектонических разрывов, расположены в районе мыса Тархан (рис. 21). На пологой возвышенности, представляющей собой наклонное плато, вдающееся в море небольшим полуостровом,

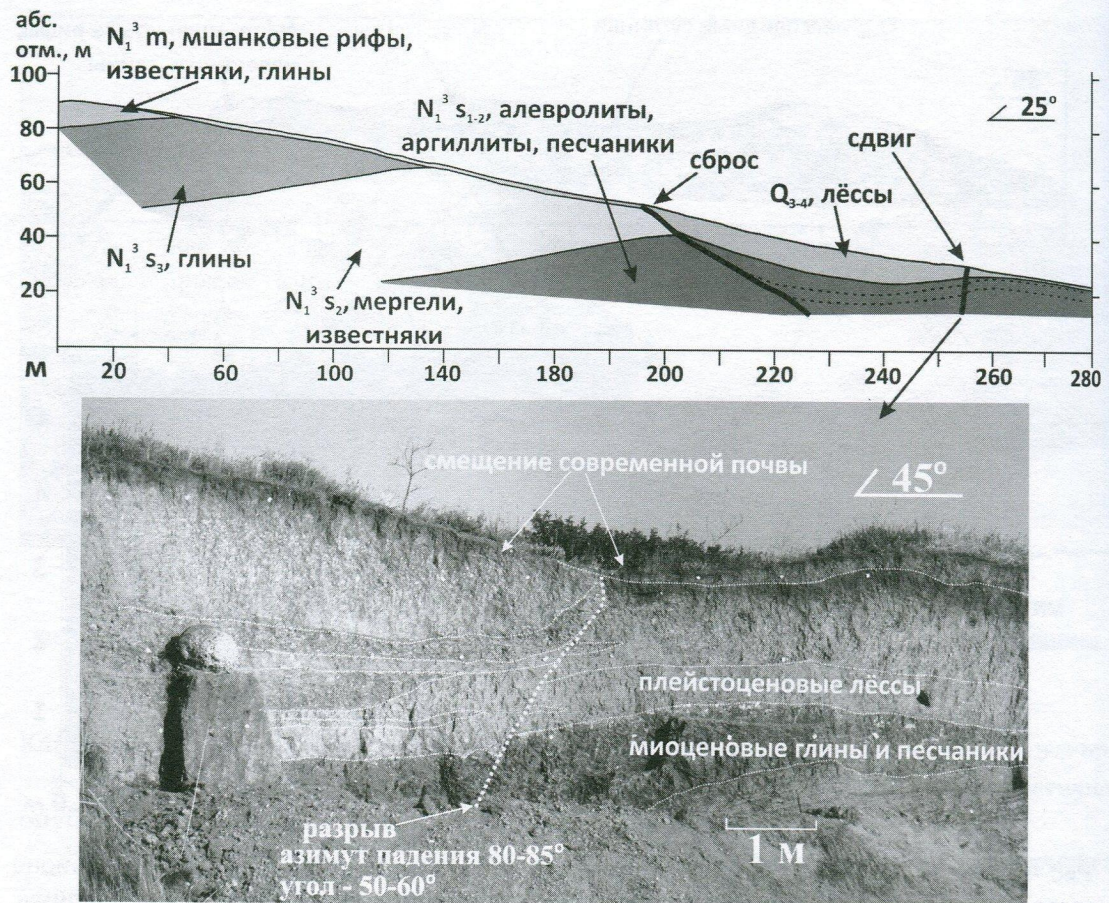


Рис. 20. Вверху – схематичный геологический разрез молодой присдвиговой впадины на северной окраине с. Юркино; внизу – строение сдвига на южном ограничении тектонической впадины

протягивается система относительно свежих (первые сотни лет) уступов длиной 850 м (урочище Камышлык). У мыса Тархан поверхность плато рассечена гораздо более древним рвом ограниченным сильно заплывшими уступами. Все эти разрывы существенно осложнены оползевыми деформациями и требуют дальнейшего геолого-геофизического изучения, обязательно совместно с археологами.

Изученные молодые тектонические разрывы расположены на участке Азовского побережья длиной около 36 км. Они укладываются в единую систему и имеют общие черты свойственные всем тектоническим деформациям. В то же время, налицо множество существенных различий, определяемых геоморфологическими условиями, уровнем эрозионного среза, литологическим составом деформируемого субстрата и ориентировкой конкретных разрывов относительно действующего поля напряжений. Задokumentированные структуры дают веские основания полагать, что рассмотренный участок азовского побережья неоднократно служил ареной выхода очага сильного землетрясения на поверхность. Следы сильных землетрясений сохранились и в виде вторичных нарушений – специфических оползней и обвалов, имеющих



Рис. 21. Геоморфологическая схема района м. Тархан на основе космоснимка высокого разрешения (<http://sat01.maps.yandex.net/tiles?l=sat&x=>)

признаки аномального перемещения, встряхивания, выброса или отличающиеся колоссальными размерами. В районе пос. Приазовский были обнаружены сейсмодинамические структуры – нештучные дайки, бескорневые разрывы и другие следы динамических воздействий на тонкодисперсные водонасыщенные осадки (пески и т. п.), способные разжижаться до текучего состояния при интенсивности землетрясения в 7 и более баллов [Овсюченко и др., 2015, с. 48–49].

Вернёмся к городищу Полянка, где в 2016 г. удалось провести рекогносцировочные наблюдения. Сразу большой интерес вызвала небольшая бухта к востоку от него, ограниченная двумя острыми мысами (рис. 22). Бухта окаймляется циркообразным скальным обрывом, в котором обнажены известняки мшанковых рифов мезотического яруса. В позднем миоцене, во время морского осадконакопления, промежутки между рифами заполнились межрифовыми отложениями – глинами, мергелями, ракушечниками и обломочными продуктами волнового размыва рифов. В рассматриваемом районе мшанковые рифы залегают среди черных, тонкослоистых сцементированных глин (аргиллитов). На возвышенных прибрежных пространствах мягкие аргиллиты оказались почти полностью смыты в море, а 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.

Вокруг рассматриваемой бухты известняки образуют единый скальный массив, состоящий из нескольких рифов. Обрамляющий бухту обрыв, распадающийся на несколько отвесных стенок, нарушает сплошность этого массива. Обрывы секут рифовые постройки и с резким несоответствием наложены на созданный известняковыми холмами рельеф. Морфология обрывов и их взаимоотношение с морфоструктурой побережья



Рис. 22. Геоморфологическая схема района городища Полянка на основе космоснимка высокого разрешения (<http://sat01.maps.yandex.net/tiles?l=sat&x=>). Белой стрелкой к северу от Полянки показано направление разворота скального массива

создают впечатление, что бухта окаймлена нишей отрыва крупного блок-оползня или обвала. Тело блок-оползня в таком случае может целиком находиться в море, однако строение подводного берегового склона ещё предстоит выяснить.

Фрагменты ниши отрыва сохранились вдоль восточного склона западного мыса, на котором расположена «Полянка» (рис. 23). На окончании мыса скальные известняки рассечены прямолинейной расселиной СЗ простирания (по азимуту 315–320°). Она вытянута вдоль мыса и ограничена двумя крутыми, плавно сходящимися друг к другу разрывами (рис. 24). Свободное пространство между разрывами заполнено известняковыми глыбами, просевшими в зоне растяжения. Вниз по разрезу, у берега моря, ширина расселины сужается примерно с 10 до 5 м. Величина отседания прибрежного блока невелика – примерно 1–2 м. Проседание внутри рва существенно больше, достигая 4 м. Расселина наблюдается на небольшом участке циркообразного обрыва длиной около 80 м. К югу от пересечения со рвом ортогонального, СВ направления (50–60°) прослеживается только западный борт расселины, представляющий крутой скальный обрыв. Последний постепенно приобретает дугообразную в плане форму, характерную для обвально-оползневых цирков. Можно полагать, что весь скальный массив испытывал отседание в сторону моря, а свободное пространство – образовавшаяся котловина – ныне заполнено бухтой. Признаки оползневой тела в бухте отсутствуют. Пока остаётся лишь предполагать, что оно полностью переработано волно – прибойной деятельностью моря.

В юго-западном углу тыловой части котловины, заполненной бухтой, к скальному обрыву прислонён небольшой песчаный массив. Аналогичные пески наблюдаются

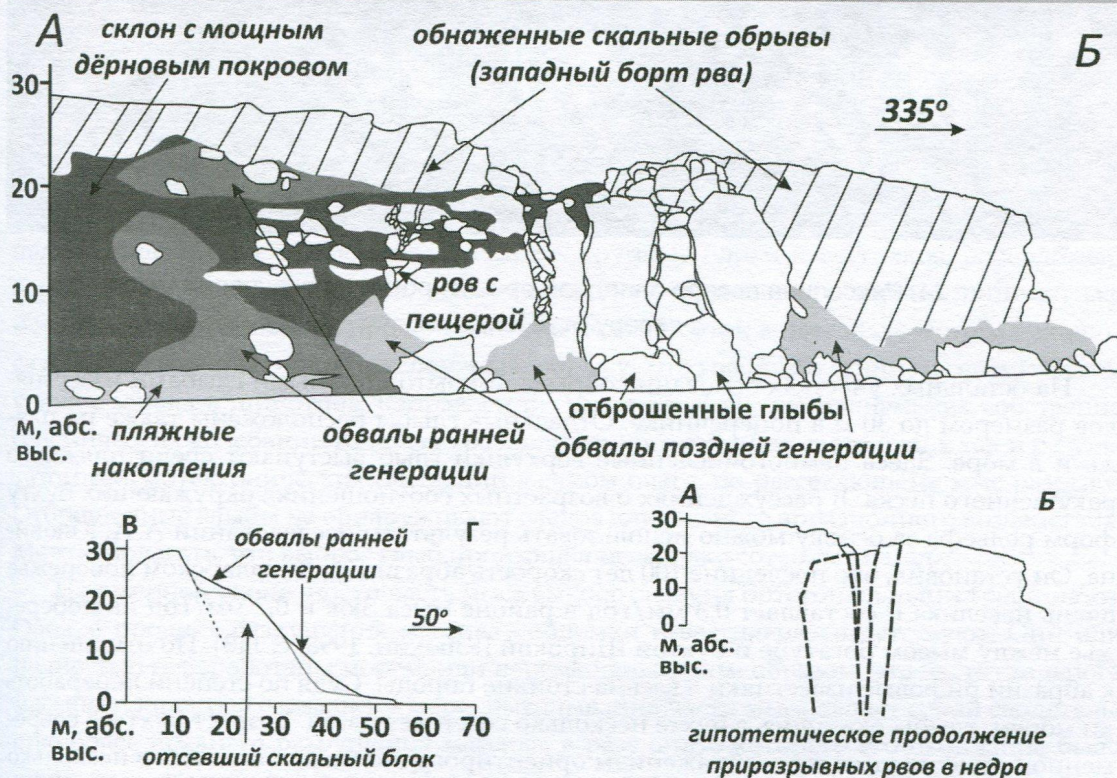
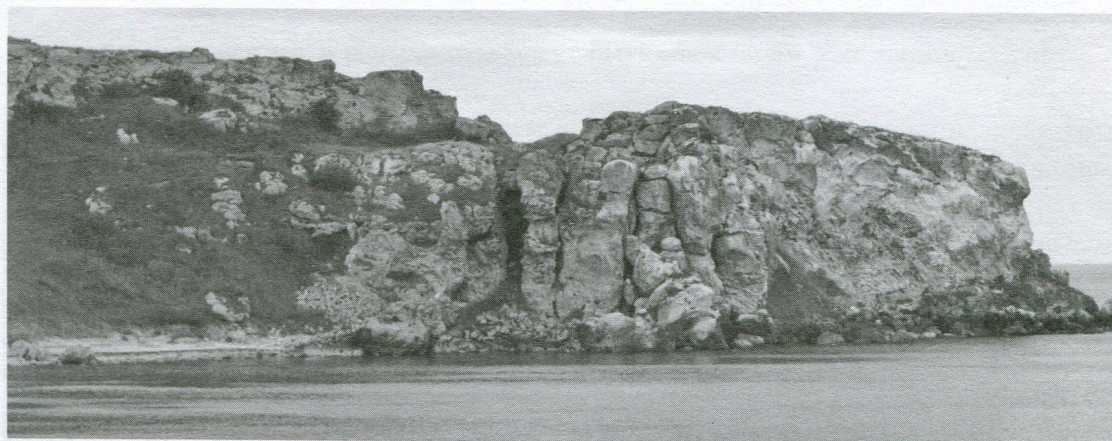


Рис. 23. Фото и схематические геологические профили восточного обрыва мыса к северу от «Полянки». Положение профилей на рис. 22

на современных пляжах, однако здесь они поднимаются до высоты 20–25 м. Прислонённые к обрыву пески имеют видимую мощность около 10 м. В них прослеживаются параллельные современной поверхности склона прослойки и линзы грубообломочного материала (следы обвалов), а в верхней части – погребённая палеопочва. Накопление и переотложение песков шло с перерывами в течение длительного времени. Однако в современных условиях источник песка для отложения на склоне обрыва не очевиден. Этот загадочный песчаный массив заслуживает самого пристального исследования.



Рис. 24. Расселина северо-западной ориентировки на окончании мыса к северу от «Полянки»

На остальных участках основание обрыва покрыто крупными глыбами известняков размером до 30 м в поперечнике. Отдельные глыбы расположены также на пляже и в море. Здесь немногочисленные верхушки глыб выступают среди пляжного ракушечного песка. В рассуждениях о возрастных соотношениях окружающих бухты форм рельефа за основу можно использовать результаты исследований А. А. Клюкина. Он установил, что последние 100 лет скорость абразии на Караларском побережье очень невелика и составляет 0,3 мм/год в районе мыса Зюк и 0,2 мм/год на побережье между мысом Богатубе и бухтой Широкой [Клюкин, 1998, с. 113]. По отношению к абразии рифовые известняки – весьма стойкие породы. Судя по степени переработки морем, глыбы оказались в бухте несколько сотен лет назад. Возраст бухты в современном виде по этим же соображениям ориентировочно можно оценить в несколько тысяч лет.

Помимо расселины СЗ ориентировки тот же (западный) мыс бухты поперёк расчленён рвами СВ простирания, которые особенно отчетливо видны в его восточном обрыве. На участках с обвалившимся или вымытым заполнением рвы имеют ширину до двух метров, и в разной степени ровные, промытые борта, представляя собой карстовые полости, заложившиеся вдоль прямолинейных разрывов в скальном массиве.

В разрезе система разрывов СВ простирания имеет расходящуюся вверх структуру «цветка», характерную для сдвигов (см. рис. 23). При встречном наклоне, по всей видимости, в недрах они сближаются, образуя единый сместитель. Судя по геометрии разрывов, сближение расположено на глубине значительно превышающей местный базис эрозии (уровень моря). Учитывая небольшую глубину моря (первые метры), разрывы,

прекрасно выраженные в рельефе, не могут быть следствием расседания массива под действием лишь одной силы тяжести.

В глубине скального мыса обсуждаемые разрывы сужаются до нескольких сантиметров. Это видно в пещере с просевшими потолочными блоками. Она расположена в нескольких метрах к северу от основного рва, и заложена вдоль оперяющего разрыва. Интересно, что обломки керамики, обнаруженной в пещере, датируются не позже III-II вв. до н. э., при том, что поселение здесь существовало, как уже писалось, и позднее. Можно полагать, что образование рва сопровождалось временным раскрытием с последующим схлопыванием, что неоднократно наблюдалось при современных землетрясениях. На это указывает проседание потолочных блоков. Если высказанное предположение верно, то мы получаем примерную дату обновления рва – конец II вв. до н. э.

Гребень мыса вдоль системы разрывов, где известняки, возможно, разобраны человеком, испытал разворот против часовой стрелки и смещение вдоль рва СВ простирания примерно на 6 м (правый сдвиг). Вероятно, очень молодой правосторонний сдвиг наблюдается и в восточном обрыве мыса (рис. 25). Смещение примерно на 1 м восстанавливается по выдвигению северного крыла рва в восточном направлении. Такое же смещение условно реконструируется и вдоль уреза воды, где основание обрыва скрыто под обвалом поздней генерации. Здесь же, крупные блоки известняков, расположенные к северу от основного рва, оказались выбиты из скального обрыва на несколько метров. Сейчас основания продолговатых блоков высотой в несколько метров находятся в море, а верхние части прислонены к обрыву. Это говорит о мощном сейсмическом ударе с запада в широтном направлении. Удар мог быть следствием: как собственно сейсмических колебаний из близко расположенного сейсмического очага; так и результатом сеймотектонических смещений в самом очаге, по пересекающему мыс разрыву. Отброшенные глыбы не обнаруживают следов длительного абразионного воздействия. Можно полагать, что выброс глыб произошёл несколько сотен лет назад.

На северной оконечности часть мыса выколота двумя ортогональными трещинами. Однако продукт разрушения массива – обломки известняков – отсутствуют. Они или полностью переработаны морем, или перемещены таким образом, что часть скального массива полностью оказалась в море. Выкалывание части мыса являет собой свидетельство более древнего разрушения массива, в результате которого его окончание было полностью перемещено в море. Пока не ясны: возраст разрушения; объемы перемещенных масс и сама форма их перемещения. В то же время, можно полагать, что аналогичные явления происходили и ранее.

Систему разрывов СВ ориентировки также можно наблюдать на противоположном, восточном мысе бухты. Здесь расположен северный борт структуры проседания, где контактируют черные, тонкослоистые глинистые породы (аргиллиты) с мшанковыми известняками. Последние слагают возвышенный останец, отделённый от прибрежной возвышенности узким понижением. Аргиллиты внутри структуры проседания залегают субгоризонтально. Вдоль контакта с известняками в аргиллитах наблюдается субвертикальная зона смятия со сложной дисгармоничной складчатостью, структурами течения, глиной трения и разноориентированными бороздами скольжения. Кое-где перемятые глинистые породы оказались вдавлены между слоями известняков. Борозды



Рис. 25. Вид основного рва северо-восточной ориентировки в восточном обрыве мыса к северу от «Полянки». Стрелками показано направление выдвигания массива в северном крыле рва и направление отброса глыб. Штриховая линия – условное положение уреза воды

скольжения в известняках ориентированы преимущественно субгоризонтально, а угол наклона к горизонту не превышает 20° . Все эти признаки однозначно указывают на первично тектоническую природу наблюдаемой структуры проседания. Схожие рвы прослеживаются вдоль берега моря и восточнее бухты (рис. 26).

Подведём некоторый итог. Бухта к востоку от «Полянки» обрамлена скальными обрывами. Морфология обрывов и их взаимоотношение с морфоструктурой побережья создают облик ниши отрыва крупного блок-оползня или обвала. Наличие расселины и продолжающего её обрыва, обрамляющего бухту, позволяют полагать, что весь скальный массив испытывал неоднократное отседание в сторону моря. Однако, возраст разрушения; объемы перемещенных масс и сама форма их перемещения пока не ясны.

На мысах бухты рвы образуют ортогональную систему, вытянутую вдоль берега моря в широтном направлении не менее чем на 600 м. Основные черты деформаций имеют характерные признаки тектонических. Также все они носят следы неоднократных катастрофических обновлений. Очевидны: геолого-структурная обусловленность и тяготение системы рвов к прибрежному обрыву (клифу). Разрывы, прекрасно выраженные в рельефе, не могут быть следствием расседания массива под действием лишь



Рис. 26. Рвы северо-восточной ориентировки на восточном мысу бухты

одной силы тяжести. В то же время, у высокого прибрежного обрыва тектонические смещения могли быть усилены силой тяжести. В терминологии одного из двух основоположников палеосейсмологического метода В. П. Солоненко такие структуры рассматриваются в качестве гравитационно-сеймотектонических. Они представляют собой переходную форму между сеймогравитационными и сеймотектоническими нарушениями; прямо предопределены тектоническими смещениями, но сильно искажены силой тяжести [Солоненко, 1973, с. 6–7]. В классификации А. А. Никонова [Никонов, 1995, с. 7–8], такие деформации рассматриваются как сейсmodинамические, возникающие не за счёт собственно тектонических сил, а в результате инерции горных масс при резких сейсмических колебаниях скальных массивов. Оба этих варианта приложимы к рассмотренной ситуации. Решение вопроса о природе обсуждаемых разрывов на «Полянке» возможно при выяснении их строения в недрах.

О возрасте деформаций можно составить лишь относительные представления. Последнее событие произошло несколько сотен лет назад, результатом чего был сейсмический выброс крупных глыб из восточного обрыва мыса возле «Полянки». Это событие могло сопровождаться обновлением рвов СВ ориентировки. Датировка керамики, попавшей в упомянутую пещеру заложенную вдоль одного из рвов, позволяет предполагать обновление рва в конце II вв. до н.э, что даёт нам возраст более древнего события.

Судя по тому, что рвы СВ ориентировки пересекают и смещают расселину вытянутую вдоль мыса, их катастрофическое обновление произошло после или во время отседания скального массива в сторону моря. Для более точного восстановления последовательности и количества событий сделанных наблюдений пока недостаточно

По сути, изучение сейсмической истории Южно-Азовского разлома только начинается. Возникает множество новых вопросов, в первую очередь о силе и датировках землетрясений. Геологическая и археологическая изученность Восточного Крыма позволяет приблизиться к их решению. В районе «Полянки» предоставляется уникальная возможность сопоставить историю катастрофических деформаций известнякового массива с историей поселения.

Основные итоги можно представить следующим образом:

- Судя по форме и систематическому проявлению в стенах определенной ориентировки большинство наблюдаемых деформаций стен на «Полянке» – сейсмически наведенные;
 - в стенах городища имеются следы, по крайней мере, трёх сильных сейсмических событий:
 - Во время первого землетрясения (конец II в. до н. э.) произошло обрушение почти всей древнейшей – водораздельной части поселения в море.
 - Второе событие, по-видимому, известное по литературным источникам землетрясение 63 г. до н. э. Большинство приведенных в статье деформаций в зданиях «Полянки» образовалось именно во время этой сейсмической катастрофы.
 - Свидетельство третьего события – значительные глыбы коренных пород, скатившиеся с восточного скального массива на открытые пространства (вымостки дворов) застройки поселения I в. до н. э. Они лежали на нетолстом (15–25 см) слое грунта, образовавшемся относительно непродолжительное (вероятно, 20–30 лет) время спустя после оставления поселения его жителями на рубеже тысячелетий – эр (около 12–9 гг. до н. э.);
 - следы указанных событий имеются и в скальном массиве, обрамляющем бухту возле «Полянки»;
 - направление максимального суммарного сейсмического воздействия при землетрясении 63 г. до н. э. было – с ЗЮЗ;
 - сила толчков была не менее $(VIII) \leq I_0 \leq IX$ баллов;
 - представляется, что исследование по отдельности деформаций стен каждого строительного комплекса «Полянки» с одной стороны, а также изучение взаимоотношений катастрофических деформаций известнякового массива с культурными слоями с другой, открывает редчайшую возможность для надежного и точного выяснения причины и хронологии разрушительных природных событий.



Список литературы

- Аракелян, 1983. Аракелян Ф. О. Исследование раскопок античных сооружений на Керченском п-ове для оценки интенсивности разрушительных землетрясений // Изв. АН Арм ССР. Науки о Земле. Вып. 36, 4. Ереван.
- 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 полу-
острове // Природа. № 8.
- Богачкин и др., 1997. Богачкин Б. М., Корженков А. М., Мамыров Э., Нечаев Ю. В., Ому-
ралиев М., Петросян А. Э., Плетнев К. Г., Рогожин Е. А., Чаримов Т. А. Структура
очага Сусамырского землетрясения 1992 г. на основании анализа его геологических
и сейсмологических проявлений // Физика Земли. № 11.
- Борисенко и др., 1995. Борисенко Л. С., Пустовитенко Б. Г., Новик Н. Н., Вольфман Ю. М.,
Дублянский В. Н. Некоторые методические аспекты сейсмического районирования
областей новейшего горообразования и сопредельных территорий (на примере
Крыма) // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. М.
Вып. 2-3.
- Борисенко и др., 1999. Борисенко Л. С., Пустовитенко Б. Г., Дублянский В. Н., Вахру-
шев Б. А., Клюкин А. А., Ена А. В., Китин М. А. Сейсмодислокации и палеосейсмич-
ность Крыма // Сейсмологический бюллетень Украины за 1997 год. Симферополь.
- Винокуров, Никонов, 1998. Винокуров Н. И., Никонов А. А. О следах землетрясений ан-
тичного времени на западе Европейского Боспора // РА. № 4.
- Винокуров, Никонов, 2004. Винокуров Н. И., Никонов А. А. Тотальные разрушения вто-
рой половины III в. н. э. на Боспоре, как хронологический репер // БФ. Ч. 1.
- Винокуров, 2015. Винокуров Н. И. Новые свидетельства палеосейсмической активности
на Боспоре в первые века нашей эры (по материалам раскопок городища Артези-
ан) // БК. 16. Керчь.
- Винокуров и др., 2015. Винокуров Н. И., Корженков А. М., Родкин М. В. К оценке сейсми-
ческой опасности района Керченского пролива по данным археосейсмологии // Во-
просы инженерной сейсмологии. Т. 42. № 2.
- Геология..., 1992. Геология и геодинамика района Крымской АЭС / Отв. ред. Н. М. Гав-
риленко, А. В. Чекунов. К. 1992.
- Гобаренко и др., 2016. Гобаренко В. С., Муровская А. В., Егорова Т. П., Шеремет Е. Е. Со-
временные коллизийные процессы на северной окраине Черного моря // Геотекто-
ника. 2016. № 4.

- Корженков А. М., Мазор Э. 2001. Корженков А. М., Мазор Э. Структурная реконструкция сейсмических событий: руины древних городов как окаменевшие сейсмографы // Известия МОН РК, НАН РК. № 1.
- Корженков и др., 2006. Корженков А. М., Муралиев А. М., Ормуков Ч. О., Сейталиев М. М., Джумабаева А. Б. Гребенникова В. В. Макросейсмическое обследование Кочкорского землетрясения 26 декабря 2006 года ($M = 5,5$, $K = 14$, $I_0 = 7$) в Северном Кыргызстане // Наука и новые технологии, № 3–4.
- Корженков и др., 2015. Корженков А. М., Аванесян М. А., Варданян А. А., Вирджино А. О следах землетрясений IX в. в развалинах Двина – древней столицы Армении // Вопросы инженерной сейсмологии. Т. 42. № 1.
- Корженков и др., 2016а. Корженков А. М., Варданян А. А., Стаховская Р. Ю. Следы землетрясений в затерянном городе // Природа. № 3.
- Корженков и др., 2016б. Корженков А. М., Ларьков А. С., Мараханов А. В., Молев Е. А., Овсяченко А. Н., Рогожин Е. А., Хршановский А. В. Следы сильных землетрясений в крепостных стенах Античного города Китей, Керченский полуостров // Элита Боспора и Боспорская элитарная культура. Материалы международного круглого стола 22–25 ноября 2016 г. СПб.
- Корженков и др., 2016 в. Корженков А. М., Лужанский Д., Абдиева С. В., Деев Е. В., Павлис Т., Рогожин Е. А., Турова И., Юдахин А. С. О следах сильного землетрясения в стенах средневековых городищ Сары-Булун на Великом шелковом пути (Западное Прииссыккулье, Северный Тянь-Шань) // Вопросы инженерной сейсмологии. Т. 43. № 4.
- Корженков и др., 2016 г. Корженков А. М., Моисеев Д. А., Овсяченко А. Н., Ларьков А. С., Мараханов А. В., Рогожин Е. А., Эмруллаев Ш. А. Археосейсмологические исследования в древней столице крымских ханов Салачике // Вопросы инженерной сейсмологии. Т. 43. № 3.
- Корженков и др., 2016 д. Корженков А. М., Овсяченко А. Н., Ларьков А. С. Сейсмические деформации в древнем городе Илурате // Природа. № 10.
- Клюкин, 1998. Клюкин А. А. Абразия берегов Керченского полуострова в XX веке // География и природные ресурсы. № 1.
- Масленников, 2013. Масленников А. А. О локальных геоморфологии, палеосейсмизме и археологии Крымского Приазовья или по следам древних землетрясений // ДБ. 17.
- Никонов, 1994. Никонов А. А. Признаки молодой тектонической активности в зонах Южно-Азовского и Керченского разломов // Геотектоника. № 5.
- Никонов, 1995. Никонов А. А. Терминология и классификация сейсмогенных нарушений рельефа // Геоморфология. № 1.
- Никонов, 1996. Никонов А. А. Разрушительное землетрясение 1751 г. в Крыму // Физика Земли. № 1.
- Овсяченко и др., 2015. Овсяченко 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.
- Палеосейсмология, 2011. В 2-х томах / Ред. Дж. П. Мак-Калпин. М.

- Паталаха и др., 2003. Паталаха Е. И., Гончар В. В., Сенченков И. К., Червинко О. П. Инденторный механизм в геодинамике Крымско-Черноморского региона. Прогноз УВ и сейсмоопасности. Киев.
- Пустовитенко и др., 2006. Пустовитенко Б. Г., Кульчицкий В. Е., Пустовитенко А. А. Новые карты общего сейсмического районирования территории Украины // Геофизический журнал. Т. 28. № 3.
- Рогожин, 2012. Рогожин Е. А. Очерки региональной сеймотектоники. М.
- Солоненко, 1962. Солоненко В. П. Определение эпицентральных зон землетрясений по геологическим признакам // Известия АН СССР. Серия геологическая. № 11.
- Солоненко, 1973. Солоненко В. П. Палеосейсмогеология // Изв. АН СССР. Физика Земли. № 9.
- Трифонов, 2008. Трифонов В. Г., Караханян А. С. Динамика Земли и развитие общества. М.
- Хапаев, 2008. Хапаев В. В. Письменные источники по истории Крымских землетрясений античного и средневекового периодов // Ученые записки Таврического национального университета. Серия «История». Т. 21 (60). № 1.
- Хапаев и др., 2016. Хапаев В. В., Корженков А. М., Овсяченко А. Н., Ларьков А. С., Мараханов А. В. Археосейсмологические исследования в древнем городе Херсонесе (Севастополь, Крым) // Геология и геофизика Юга России. № 3.
- Юдин, 2011. Юдин В. В. Геодинамика Крыма. Симферополь.
- Archaeoseismology. S. Stiros and R. E. Jones (eds.), 1996. British School at Athens. Fitch Laboratory Occasional Paper 7.
- Ghose et al., 1997. Ghose S., Mellors R. J., Korjenkov A. M., Hamburger M. W., Pavlis T. L., Pavlis G. L., Omuraliev M., Mamyrov E., Muraliev A. R. The Ms = 7.3 1992 Suusamy, Kyrgyzstan earthquake in the Tien Shan: 2. Aftershock focal mechanisms and surface deformation // Bulletin of Seismologic Society of America. Vol. 87. No. 1.
- Korjenkov et al., 2003. Korjenkov A. M., Байпаков К. М., Chang C., Peshkov Yu., Savelieva T. Traces of ancient earthquakes in Medieval cities along the Great Silk Route, northern Tien Shan and Dzhungaria // Turkish Journal of Earth Sciences. Vol. 12.
- Korjenkov et al., 2008. Korjenkov A. M., Kaiser D., Groupner S. Preliminary analysis of damages of possible seismic origin to historical monuments in north-eastern Germany // Archaeoseismicite & Vulnerabilite. Patrimoine bati ouvert au public. Actes des VIe et VIIe Rencontres du Groupe APS. 2005.
- Korzhenkov, Mazor, 1999. Korzhenkov A. M., Mazor E. Structural reconstruction of seismic events: Ruins of ancient buildings as fossil seismographs // Science and New Technologies. No. 1.
- Korzhenkov, Mazor, 2014. Korzhenkov A. M. and Mazor E. Archaeoseismological damage pattern at the ancient ruins of Rehovot-ba-Negev, Israel // Archaeologischer Anzeiger. № 1.
- Korzhenkov, Schmidt 2009. Korzhenkov A. M. and Schmidt K. An Archaeoseismological Study at Tall Hujayrät al-Ghuzlän: Seismic Destruction of Chalcolithic and Early Bronze Age Structures. In: Prehistoric 'Aqaba I. Deutsches Archäologisches Institut. Orient-Abteilung. Orient-Archäologie. Band 23. Rahden/Westf.
- Rapp, 1986. Rapp G. Assessing archaeological evidence for seismic catastrophes // Geoarchaeology. Vol. 1.
- Sylvester, 1988. Sylvester A. G. Strike-slip faults // Geological Society of America Bulletin. Vol. 100.



Summary

**A. A. Maslennikov, A. N. Ovsyuchenko, A. M. Korzhenkov,
A. S. Larkov, A. V. Marahanov**

**Evidences of strong ancient earthquakes in settlement Polyanka
and Southern Azov active fault**

We have conducted investigations along southern coast of the Azov Sea with a purpose of study of the Southern Azov seismically active fault. We have studied also deformations in walls of ancient Polyanka settlement in the same region. In result of our work there were revealed that most of observed deformations in the walls in Polyanka are seismically induced; in the settlement walls there are traces of minimum two strong seismic events; a direction of maximum summary seismic effect during second (63 BC) earthquake was from WSW; local seismic intensity - $(VIII) \leq I_0 \leq IX$. An age of seismic events - between end of II century BC and eras border. We believe that study of deformations in walls of individual building periods and correlations of catastrophic deformations of limestone massif with cultural layers could be a basis for reliable and precise chronology of destructive natural events in the region.