

А.М. КОРЖЕНКОВ, А.С. ЛАРЬКОВ,
А.Н. ОВСЮЧЕНКО, О.Ю. СОКОЛОВА
A.M. KORZHENKOV, A.S. LAR'KOV,
A.N. OVSYUCHENKO, O.YU. SOKOLOVA

**СЛЕДЫ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В РУИНАХ
БОСПОРСКОГО ГОРОДА НИМФЕЯ¹
TRACES OF STRONG EARTHQUAKES IN RUINS OF THE
BOSPORUS CITY OF NYMPHAEUM**

1. Введение. Археологическая и историческая изученность

Городище Нимфей (рис. 1) расположено на небольшом скалистом мысу на берегу Керченского пролива. Плодородие окружающих земель и наличие в городе хорошей гавани служили основой благосостояния его жителей и обеспечили Нимфею положение важного торгового центра, одного из ведущих экспортеров боспорского хлеба. Земледелие и хлебная торговля оказали влияние и на характер культов, получивших распространение в среде горожан. В Нимфее открыто одно из самых ранних в Причерноморье святилищ покровительницы земледельцев Деметры. Первые жертвоприношения происходили около расселины скалы, а первое здание святилища построено около середины VI в. до н.э. [Худяк, 1952, с. 258; 1962, с. 42]. В конце того же века святилище сгорело, а на его месте возведено новое. В середине V в. до н.э. святилище предположительно погибло от обвала нависающей над ним скалы; на этом же участке произошел другой обвал, сопровождавшийся разрывом скальной гряды, в котором после была выстроена стена – ограда нового святилища [Худяк, 1952, с. 262; 1962, с. 48]. В V в. до н.э. в городе ведётся большое строительство, перестраиваются «святилище кабиров» и «святилище Афродиты» [Худяк, 1962, с. 19, 25-26, 30]. В первой половине IV в. до н.э. происходит присоединение Нимфея к Боспору. Согласно Эсхину, это произошло в результате измены Гилона, сдавшего город Боспору, за что он получил в награду местечко Кепы [Aesh. III, 171–172]. Следовательно, данное событие должно было произойти мирным путем. Но в разных районах города прослеживаются следы пожаров и разрушений, которые датируются первой половиной IV в. до н.э. [Соколова, 1999, с.]. К этому же времени относится разрушение святилища Деметры [Худяк, 1952, с. 270; 1962, с. 53]. Однако вскоре город был восстановлен. Архитектурные остатки этого времени свидетельствуют об интенсивном строительстве. Во второй половине IV в. до н.э. Нимфей окружен крепостной стеной [Худяк, 1962, с. 33–35; Чистов, 1999].

Святилище Деметры и ряд других сооружений прекратили существование в III в. до н.э. В это же время подвергся разрушению архитектурный комплекс

¹ Сбор полевых материалов и написание этой статьи стало возможным при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-05-06197.

Корженков А. М. и др. Следы сильных землетрясений... ██████████

на южном склоне нимфейского плато (святилище Афродиты Навархиды), возведенный в IV в. до н.э. Рустованный цоколь этого сооружения позднее был включен в оборонительную систему города [Соколова, 1999, с. 68–71]. Разрушения дворцового ансамбля горы Митридат в Пантикапее на рубеже первой и второй четвертей III в. до н.э., как и разрушения святилищ в Нимфее, интерпретируются как последствия катастрофического землетрясения [Соколова, 1999, с. 68–71; Толстиков, 1999, с. 72–75].

К концу III в. до н.э. происходят изменения в экономической жизни города, возрастает роль виноградарства и виноделия, что позволило говорить о товарном характере производства вина в Нимфее [Соколова, 1999, с. 68–71]. Весьма процветавшие сельские местности вокруг Нимфея, как и в других районах Боспора, вероятно, пали в результате набега скифов и сарматов во второй половине II – начала I вв. до н.э. [Зинько, 2003, с. 184].

Период I – первой половины II вв. н.э. в Нимфее, как и в других боспорских городах – эпоха второго расцвета. Здесь проводятся большие работы по перепланировке города с сохранением, однако, основных принципов застройки предшествующих периодов. В центральной части города возводится ряд домов, разделённых небольшими улочками [АГСП, 1984, с. 65]. Первой половиной II в. датируются разрушения в центральной части Нимфея [Соколова, 1999, с. 68–71]. Однако следов новых укреплений или восстановления старых оборонительных стен вокруг города нет. Незначительные постройки II–III вв. н.э. свидетельствуют о том, что центральная часть города в это время была почти не заселена.

В III в. н.э. Боспор, а вместе с ним и Нимфей приходят в упадок [Гайдукевич, 1949, с. 179]. Кризис экономики и финансов, сокращение внешней торговли, невозможность поддерживать обороноспособность приводят к сокращению территории города и запустению. Культурные слои и строительные остатки конца III – начала IV вв. н.э. на городище отсутствуют, однако случайные находки монет в гумусовом слое почвы и группы могил этого времени служат свидетельством того, что жизнь здесь в начале IV в. н.э. ещё продолжалась [Грач, 1999, с. 181].

В VIII–X вв. на территории некрополя существует поселение, о чём свидетельствуют остатки хозяйственных ям и находки керамики салтовомаяцкого типа [Грач, 1999, с. 181].

Таким образом, намеченные к настоящему времени основные вехи истории Нимфея говорят о тесном сплетении политического и торгово-экономического факторов в судьбе этого античного города. В археологических исследованиях редко встречаются материалы, посвященные воздействию природных факторов на развитие человеческих сообществ. В особенности это касается конкретных свидетельств природных катастроф. Данная статья посвящена выявлению разрушений и повреждений в строительных конструкциях древнего Нимфея, выделению и параметризации в них деформаций, произведенных сильными сейсмическими колебаниями.

2. Археосейсмологические исследования в древнем Нимфее

2.1. Сейсмические деформации в строительных конструкциях

О сейсмических катастрофах вполне определённо свидетельствуют выявленные нами в 2015–2016 гг. следы специфических разрушений и деформаций городских стен, хозяйственно-жилых и культовых сооружений (рис. 2).

Мы использовали старинную идею, превращенную древними китайскими монахами в простой, но надежный сейсмический инструмент. Древний китайский сейсмоскоп был спроектирован ими как сосуд с системой маятниковых противовесов внутри, а также с восемью драконами, закрепленными на его боках и обращенными в восемь различных сторон света: север, СВ, восток, ЮВ, юг, ЮЗ, запад, СЗ. Каждый дракон держал в пасти шарик. Вслед за землетрясением монах инспектировал драконов и проверял, какой из драконов уронил шарик в открытый рот лягушки внизу. Пара – дракон и лягушка, обменявшиеся шариком, – указывала направление на эпицентр землетрясения.

Этот замечательный сейсмограф использует простой критерий, обычно применяемый для интерпретации особенностей сейсмических разрушений. Современные обрушения, образовавшиеся при сильных современных землетрясениях, регистрируемых современной инструментальной сетью сейсмических станций, еще и еще раз убедительно подтверждают верность принципа сейсмоскопа.

2.2. Наклоны стен

Известно, что систематически направленные наклоны и обрушения стен, колонн, а также горизонтальное смещение верхних частей строительных конструкций 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 [Korzhnikov, Mazor, 1999]. Важно отметить, что пока археологические памятники находятся под перекрывающим их грунтом, никакие внешние воздействия, такие как войны или землетрясения, не могут приводить к деформациям строительных конструкций – нет свободы для действия сил инерции.

Стены широтного простирания на раскопе “Г” сильно наклонились и выдвинулись на север (рис. 3), перпендикулярные же стены наклонились и выдвинулись на восток. Эти стены были построены в I в. до н.э. Возможно, что они были разрушены и повреждены при известном землетрясении 63 г. до н.э. Сейсмические колебания пришли из очага, располагавшегося, по-видимому, к СВ от Нимфея. Оборонительная стена СВ простирания, расположенная вдоль южного склона плато и функционировавшая на протяжении I – первой половины II вв. н.э., была повреждена (рис. 4) уже другим сильным землетрясением, сейсмические колебания от которого, по всей вероятности, пришли с ЮВ.

2.3. Изгибы стен в плане

Горизонтальное изгибание в плане прямых изначально стен возникает при сейсмических движениях, действующих перпендикулярно простиранию стены,

центральная часть которой имеет максимальную свободу для колебаний. Нами были обнаружены подобные деформации каменной кладки водоотводного канала (рис. 5), проложенного в IV в. до н.э. Этот канал прекращает свое существование, вероятно, около середины III в. до н.э. Подобные деформации были описаны в Рамле (Палестина) при раскопках Умаядского акведука [Gorzalczany, 2011].

Каменный водоотводной канал был построен в IV в. до н.э. Горизонтальный изгиб в плане к югу и смещение в том же направлении верхнего ряда каменных блоков водоотводного лотка свидетельствуют о сильном сейсмическом воздействии на эту конструкцию с ЮЮВ. Эта деформация имела место при сильном землетрясении в III в. до н.э.

2.4. Деформации устьев колодцев

Сплющивание устьев древних колодцев, изначально округлых, может служить аналогом эллипсоида деформации, используемого в структурной геологии. Если одна ось образовавшегося эллипса короче перпендикулярной, то именно короткая ось соответствует направлению распространения максимальных сейсмических колебаний – распространения волны сжатия. Подобная систематическая деформация устьев колодцев V в. до н.э. была обнаружена нами на раскопе «В» (рис. 6). Здесь короткая ось имеет ССВ-ЮЮЗ простирание. Таким образом, и максимальные сейсмические колебания, образовавшиеся при сильном землетрясении, произошедшем после V в. до н.э., распространялись вдоль этой оси.

Деформированное устье прямоугольной формы одного из колодцев было отмечено нами на верхней площадке раскопа «Т» в Нимфее (рис. 7). Западная стена колодца (аз. прост. – 170°) наклонилась к востоку под углом 80°, что говорит о воздействии сильных сейсмических колебаний с востока же. Возраст этой строительной конструкции – IV в. до н.э.

2.5. Деформации лестничных маршей

Похожие деформации в связи с горизонтальным сжатием часто возникают при сильных землетрясениях в лестничных пролетах. Если стены, обрамляющие лестничные марши, испытывают горизонтальное воздействие, направленное перпендикулярно к простиранию стен, то они давят на смежные ступени и деформируют их. Такие деформации были встречены нами в лестничных маршах IV в. до н.э. в Нимфее (рис. 8). Широко ориентированные ступени верхнего меридионального лестничного марша испытали торшение, т.е. они подверглись субширотному сжатию. В нижнем – широтном марше отдельные каменные лестничные блоки меридионального простирания развернулись по часовой стрелке. «Суммирование» зафиксированных деформаций говорит о сильном сейсмическом воздействии к обоим лестничным маршам (а они были построены одновременно) вдоль оси ЗСЗ-ВЮВ.

2.6. Деформации каменных плит вымостки

Некоторые исследователи полагают, что сильные деформации каменных плит вымостки, выявленные на площадях и во дворах древних городов, являются свидетельством сильного горизонтального сейсмического воздействия [Giner-

Robles et al., 2009, p. 17–20; Silva et al., 2009, p. 93–121; Rodríguez-Pascua et al., 2011, p. 20–30]. Подобные деформации были обнаружены нами на вымостке двора святилища Афродиты Навархиты в Нимфее, которое было построено в IV в. до н.э. и прекратило свое существование около середины III в. до н.э. [Грач, 1984; Skythika].

2.7. Развороты стен вокруг вертикальной оси

Развороты строительных конструкций (рис. 9). Вращения отдельных каменных блоков или частей стен вокруг вертикальной оси по часовой или против часовой стрелки являются обычным результатом землетрясения. Они вызываются сейсмическими движениями, действующими под углом (в плане) к стене соответствующего направления. Вращения строительных элементов вокруг горизонтальной оси также могут наблюдаться в поврежденных зданиях. Они могут быть вызваны высвобождением неравномерных напряжений, накопившихся в стенах [Korzhenkov, Mazor, 1999, p. 62–72].

Простирание нижнего ряда камней, оставшегося *in situ* – 85°, повернувшийся фрагмент стены имеет простирание 90°. Эти замеры говорят о том, что сейсмические колебания распространялись под некоторым углом к первоначальному простиранию стены, т.е. вдоль оси ВСВ-ЗЮЗ.

2.8. Разбитые каменные обклады дверных и оконных проемов

Разрыв и смещение строительных элементов. Трещины (иногда со смещением) в дверных порогах, подоконниках, а также в дверных и оконных перекрытиях вызываются сейсмическими движениями, действующими параллельно упомянутым строительным элементам [Korzhenkov, Mazor, 1999, p. 62–72]. Так, нами наблюдался разрыв (правый сдвиг) и смещение на 15 см ряда каменной кладки, выполнявшей роль ступени в одном из помещений IV в. до н.э. (рис. 10). Простирание ступени 75°. Оказались разбитыми и надвходовые участки скалы над катакомбами нимфейского некрополя (рис. 11).

Исследования нимфейского грунтового некрополя проводились в 1973–1978 гг. Нимфейской экспедицией Государственного Эрмитажа под руководством Н.Л. Грач [Грач, 1999]. Выявленные погребения датируются временем от середины VI в. до н.э. до первой трети IV в. н.э. Разбитые пороги и надвходовые части каменных склепов свидетельствуют о субширотном направлении сейсмических колебаний, распространявшихся параллельно деформированным строительным конструкциям.

2.9. Сквозные трещины, секущие несколько строительных блоков насквозь

Трещины, пробивающие насквозь несколько соседних строительных блоков или даже целую стену (joints), свидетельствуют о сильном землетрясении. Конечно, подобные трещины образуются также при взрывах и воздействии таранов, но никогда со временем при статической нагрузке [Korzhenkov, Mazor, 1999, p. 62–72]. В массовом порядке такие трещины образуются в стенах, простирающихся параллельно оси распространения максимальных сейсмических колебаний [Корженков и Мазор, 2013, с. 59–73]. Стены, расположенные перпендикулярно оси сейсмических колебаний, испытывают обрушения, наклоны и выдвигания своих частей.

Так, нами была обнаружена сквозная трещина через 4 блока в подпорной стене террасы субширотного простирания (рис. 12). Она приурочена к шарниру разворота западной части этой стены по часовой стрелке (см.: рис. 2.7.2). Аналогичные сквозные трещины через несколько строительных блоков имеются в одной из лестниц (рис. 13), возведенной в IV в. до н.э. Интересен пример сквозной трещины, которая образовалась в подпорной стене террасы, ниже деревянной балки (рис. 14). Она пробила два каменных блока насквозь, но не пробилась вверх через деревянный брус.

Наличие сквозных трещин только в широтных стенах Нимфея, построенных в IV в. до н.э., однозначно свидетельствует о распространении сильных сейсмических колебаний вдоль субширотной оси.

2.10. Вторичное использование каменных блоков

Вторичное использование каменных блоков, особенно недешевых – из дорогих материалов, с искусной резьбой, может служить косвенным признаком произошедшего сильного землетрясения. В Нимфее необходимо отметить активное вторичное использование строительных остатков ранних сооружений для строительства более поздних [Грач, 1989, с. 77]. В частности, рустованный цоколь святилища Афродиты Навархиды после его разрушения органично влился в крепостные стены, функционировавшие до митридатовского времени.

2.11. Значительные фрагменты сохранившейся штукатурки

Свидетельством сильного землетрясения могут служить многочисленные фрагменты штукатурки, найденные внутри помещения вместе с фрагментами черепицы и архитектурными деталями. Их расположение в одном культурном слое может говорить об одномоментном обрушении штукатурки, а не постепенном обрушении кусочков с течением времени [Korjenkov et al., 2003, p. 241–261]. В Нимфее в 1982 г. в слое глинистого грунта была обнаружена полихромная штукатурка, состоящая из множества фрагментов, но компактно обвалившаяся со стены в одном из помещений святилища Афродиты Навархиды. Площадь сохранившегося фрагмента оштукатуренной стены составляет около 15 м². Важно отметить, что штукатурка упала на рухнувшую прежде нее черепичную кровлю [Грач, 1984, с. 81–82].

3. Обсуждение полученных данных и заключение

Хотя сильные землетрясения в Восточном Крыму по инструментальным данным пока неизвестны (рис. 15), имеются палеосейсмологические, археосейсмологические и исторические данные о сейсмических катастрофах, имевших место как в голоцене, так и позднем плейстоцене. Следы этих землетрясений зафиксированы в рельефе, скальных и рыхлых отложениях [Геология., 1992; Никонов, 1994; Борисенко и др., 1999; Овсяченко и др., 2015; 2017а, 2017б и др.], а также археологических [Винокуров, 1998, 2002; Винокуров и др., 2015; Корженков и др., 2016а, 2016б; Масленников и др., 2017 и др.] и исторических памятниках [Белик и др., 2016; Корженков и др., 2017а, 2017б и др.] (рис. 16).

Анализ исследованных в Нимфее деформаций однозначно подтверждает сейсмо-

генную причину их образования. Так, например, очень серьезно пострадали – были полностью или частично разрушены – сооружения Нимфея, построенные в V–IV вв. до н.э. Причиной их разрушения послужило, по-видимому, сильное землетрясение, произошедшее в Крыму в III в. до н.э. Его следы были выявлены и в других древних городах Керченского полуострова, в особенности в Пантикапее [Толстиков, 1999; Винокуров и др., 2015; Корженков и др., 2016; Масленников и др., 2017 и др.].

Однако пока не удалось прийти к заключению о местоположении эпицентра этого землетрясения, используя кинематические индикаторы – типы сейсмических деформаций, выявленные при наших археосейсмологических исследованиях в Нимфее. Разные типы дают разные направления сейсмических колебаний. Подобная картина может быть следствием четырех различных причин:

- Эпицентр землетрясения III в. до н.э. находился под или в непосредственной близости от Нимфея. В данном случае должно наблюдаться проявление различных видов деформации, но нет их систематической приуроченности к стенам определенных ориентировок [Korzhennkov and Mazor, 1999, p. 62–74].

- Наблюдается так называемый местный эффект (топография, различные по составу подстилающие грунты, их структурные особенности), в связи с которым различные районы города по-разному реагируют на распространение сейсмических колебаний.

- Недостаточное статистически число замеров.

- Неправильное возрастное определение строительных элементов, использовавшихся для анализа.

На площадке раскопа “Г” было выявлено систематическое наклонение и выдвижение меридиональных стен на восток, а широтных – на север в стенах, датирующихся I в. до н.э., что однозначно указывает на СВ–ЮЗ простираение оси суммарных максимальных сейсмических воздействий. Возможно, что наблюдавшиеся повреждения возникли в Нимфее при известном землетрясении 63 г. до н.э.

Наклон и обрушения мощных городских стен Нимфея, функционировавших в I – первой половине II вв. н.э., имели место во время сильного сейсмического события, по-видимому, после середины II в. н.э.

Таким образом, точный возраст землетрясений предстоит еще определить. Однако совершенно ясно, что местная сейсмическая интенсивность была (VIII) $\leq$ IX баллов.

Подобные сильные землетрясения обычно приводят к дезорганизации всех видов общественной жизни на площади в тысячи квадратных километров – территории целых государств. Соседние кочевые народы, видя подобные разрушения и ослабление государственной власти, устремляются на грабеж и захват парализованного политического образования. На какое-то время меняется жизненный уклад населения, прекращаются или изменяются традиционные торговые пути. Доставка товаров теперь контролируется другими региональными лидерами, меняются межгосударственные отношения и сферы политического влияния.

Корженков А.М. и др. Следы сильных землетрясений...

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Белик Ю.Л., Корженков А.М., Куликов А.В., Ларьков А.С., Мараханов А.В., Овсяченко А.Н., Рогожин Е.А. Сейсмогенные деформации в стенах позднесредневековой крепости Ени-Кале в Восточном Крыму // Вопросы инженерной сейсмологии. 2016. Т. 43, № 2. С. 17–35.
- Винокуров Н.И. Археологические памятники урочища Артезиан в Крымском Приазовье. М.: Агентство ВРК, 1998. 152 с.
- Винокуров Н.И. Антропогенные и природные факторы системного кризиса Боспорской государственности во второй половине III в. н.э. // Боспор Киммерийский, Понт и варварский мир в период античности и средневековья: материалы III Боспорских чтений. Керчь, 2002. С. 24–32.
- Винокуров Н.И., Корженков А.М., Родкин М.В. К оценке сейсмической опасности района Керченского пролива по данным археосейсмологии // Вопросы инженерной сейсмологии. 2015. Т. 42, № 2. С. 51–66.
- Борисенко Л.С., Пустовойтенко Б.Г., Дублянский В.Н., Вахрушев Б.А., Клюкин А.А., Ена А.В., Китин М.А. Сейсмодислокации и палеосейсмичность Крыма // Сейсмологический бюллетень Украины за 1997 год. Симферополь, 1999. С. 101–132.
- Геология и геодинамика района Крымской АЭС / Отв. ред. Н.М. Гавриленко, А.В. Чекунов. К.: Наукова думка, 1992. 188 с.
- Гайдукевич В.Ф. Боспорское царство. М.–Л., 1949. 624 с.
- Грач Н.Л. Открытие нового исторического источника в Нимфее // Вестник древней истории. 1984. № 1. С. 81–88.
- Грач Н.Л. Нимфейская археологическая экспедиция (основные итоги исследований за 1973–1987 гг.) // Итоги археологических экспедиций. Сборник научных трудов. Л., 1989. С. 61–79.
- Грач Н.Л. Некрополь Нимфея. СПб., 1999. 328 с.
- Зинько В.Н. Хора Боспорского города Нимфея // БИ. Вып. IV. Симферополь-Керчь, 2003. 320 с.
- Корженков А.М., Ларьков А.С., Мараханов А.В., Молев Е.А., Овсяченко А.Н., Рогожин Е.А., Христановский В.А. 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. Санкт-Петербург, 2016. С. 272–281.
- Корженков А.М., Ломакин Д.А., Овсяченко А.Н., Ларьков А.С., Мараханов А.В., Рогожин Е.А. О следах сильных позднесредневековых землетрясений в комплексе медресе – мечеть Узбека (г. Старый Крым) // Геофизические процессы и биосфера. 2017. Т. 16, № 3. С. 5–28.
- Корженков А.М., Мазор Э. Признания сейсмических повреждений в руинах древних городов в пустыне Негев // Геотектоника. 2013. № 1. С. 59–73.
- Корженков А.М., Овсяченко А.Н., Ларьков А.С. Сейсмические деформации в древнем городе Илурате // Природа. 2016. № 10. С. 30–38.
- Корженков А.М., Овсяченко А.Н., Ларьков А.С., Мараханов А.В., Рогожин Е.А. Археосейсмологическое исследование древних исторических и археологических памятников в Феодосии, Крым // VII Международный симпозиум «Проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов». 19–24 июня 2017, г. Бишкек. Тезисы докладов. Бишкек, изд-во НС РАН, 2017. С. 26–29.
- Масленников А.А., Овсяченко А.Н., Корженков А.М., Ларьков А.С., Мараханов А.В. Следы сильных древних землетрясений на городище Полянка и Южно-Азовский активный разлом // Древности Боспора. Т. 21. С. 265–294.
- Никонов А.А. Признания молодой тектонической активности в зонах Южно-Азовского и Керченского разломов // Геотектоника. 1994. № 5. С. 16–28.
- Овсяченко А.Н., Шварев С.В., Ларьков А.С., Мараханов А.В. Следы сильных землетрясений Керченско-Таманского региона по геологическим данным // Вопросы инженерной сейсмологии. 2015. Т. 42, № 3. С. 33–54.
- Овсяченко А.Н., Корженков А.М., Ларьков А.С., Мараханов А.В., Рогожин Е.А. Новые сведения об очагах сильных землетрясений в районе Керченского полуострова // Доклады академии наук. 2017а. Т. 472, № 1. С. 89–92.

Боспорские исследования, вып. XXXVII

- Овсяченко А.Н., Корженков А.М., Ларьков А.С., Рогожин Е.А., Мараханов А.В. Оценка сейсмической опасности низкоактивных областей на примере Керченско-Таманского региона // Наука и технологические разработки. 20176. Т. 96, № 1. С. 15–28.
- Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В. Землетрясения Крымско-Черноморского региона. Киев: Наукова думка, 1989. 190 с.
- Соколова О.Ю. Основные итоги раскопок Нимфея (1939–1998) // Боспорский город Нимфей: новые исследования и материалы и вопросы изучения античных городов Северного Причерноморья. СПб., 1999. С. 68–71.
- Толстиков В.П. К проблеме землетрясения III в. до н. э. на Боспоре (по материалам раскопок Пантикапея и Нимфея) // Боспорский город Нимфей: новые исследования и материалы и вопросы изучения античных городов Северного Причерноморья. СПб., 1999. С. 72–75.
- Худяк М.М. Раскопки святилища Нимфея // СА. 1952. № XVI. С. 232–281.
- Худяк М.М. Из истории Нимфея. VI–III вв. до н. э. Л., 1962. С. 65 с.: 25 л. ил.
- Чистов Д.Е. Оборонительные сооружения Нимфея // Боспорский город Нимфей: новые исследования и материалы и вопросы изучения античных городов Северного Причерноморья. ТД. СПб., изд. ГЭ, 1999. С. 87–89.
- Giner-Robles J.L., Rodríguez-Pascua M.A., Pérez-López R., Silva P.G., Bardají T., Grützner C. and Reicherter K. Structural analysis of Earthquake Archaeological Effects (EAE): Baelo Claudia Examples (Cádiz, South Spain). Field Training Course Notebook. 2009. 130 p.
- Gorzalczany A. The Umayyad Aqueduct to Ramla and Other Finds near Kibbutz Na'an // Atiqot. 2011. Vol. 68. 28 p.
- Korjenkov A.M., Baypakov K.M., 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. 2003. Vol. 12. P. 241–261.
- Korjenkov A.M., Mazor E. Archeoseismology in Mamshit (southern Israel): Cracking a millennia code of earthquakes preserved in ancient ruins // Archaeologischer Anzeiger. 2003. No. 2. P. 51–82.
- Korzhenkov A.M., Mazor E. Structural reconstruction of seismic events: Ruins of ancient buildings as fossil seismographs // Science and New Technologies. 1999. No. 1. P. 62–74.
- Rodríguez-Pascua M.A., Pérez-López R., Giner-Robles J.L., Silva P.G., Garduño-Monroy V.H., Reicherter K. A comprehensive classification of Earthquake Archaeological Effects (EAE) in archaeoseismology: Application to ancient remains of Roman and Mesoamerican cultures // Quaternary International. 2011. Vol. 242. P. 20–30.
- Shebalin N.V., Leydecker G. Earthquake Catalogue for the Former Soviet Union and Borders up to 1988. European Commission, Report No. EUR 17245 EN, Nuclear Science and Technology Series. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, 1997. 135 p.
- Silva P.G., Reicherter Klaus, Grützner Christoph, Bardají Teresa, Lario Javier, Goy Jose L., Zazo Cari and Becker-Heidmann Peter. Surface and subsurface palaeoseismic records at the ancient Roman city of Baelo Claudia and the Bolonia Bay area, Ca' diz (south Spain). From: Reicherter, K., Michetti, A.M. & Silva, P. G. (eds.) Palaeoseismology: Historical and Prehistorical Records of Earthquake Ground Effects for Seismic Hazard Assessment. The Geological Society. London. Special Publications. 2009. Vol. 316. P. 93–121.
- Scythika – Grac N. Das Neul en tdeckes Fresce aus Hellenistischer zeit in Nymphaeum on dei Kertsch // Scythika. Munchen, 1987. S. 46–65.

REFERENCES

- Belik Yu.L., Korzhenkov A.M., Kulikov A.V., Larkov A.S., Marahanov A.N., Ovsyuchenko A.N., Rogozhin E.A. Seysmogennyye deformatsii v stenah pozdnesrednevekovoy kreposti Eni-Kale v Vostochnom Kryimu // Voprosy inzhenernoy seysmologii. 2016. T. 43, № 2. S. 17–35.
- Vinokurov N.I. Arheologicheskie pamyatniki urochischa Artezian v Kryimskom Priazove. M.: Agentstvo VRK, 1998. 152 s.

Корженков А.М. и др. Следы сильных землетрясений...

- Vinokurov N.I. Antropogennyye i prirodnyye faktoryi sistemnogo krizisa Bosporskoй gosudarstvennosti vo vtoroy polovine III v. n.e. // Bospor Kimmeriyskiy, Pont i varvarskiy mir v period antichnosti i srednevekovya: Materialy III Bosporskiy chteniy. Kerch, 2002. S. 24–32.
- Vinokurov N.I., Korzhenkov A.M., Rodkin M.V. K otsenke seysmicheskoy opasnosti rayona Kerchenskogo proliva po dannym arheoseysmologii // Voprosy inzhenernoy seysmologii. 2015. T. 42, № 2. S. 51–66.
- Borisenko L.S., Pustovoytenko B.G., Dublyanskiy V.N., Vahrushev B.A., Klyukin A.A., Ena A.V., Kitin M.A. Seysmodislotsatsii i paleoseysmichnost Kryima // Seysmologicheskii byulleten Ukrainyi za 1997 god. Simferopol, 1999. S. 101–132.
- Geologiya i geodinamika rayona Kryimskoy AES / Otv. red. N.M. Gavrilenko, A.V. Chekunov. K.: Naukova dumka, 1992. 188 s.
- Gaydukevich V.F. Bosporskoe tsarstvo. M.–L., 1949. 624 s.
- Grach N.L. Otkrytie novogo istoricheskogo istochnika v Nimfee // Vestnik drevney istorii. 1984. № 1. S. 81–88.
- Grach N.L. Nimfeyskaya arheologicheskaya ekspeditsiya (osnovnyye itogi issledovaniy za 1973–1987 gg.) // Itogi arheologicheskikh ekspeditsiy. Sbornik nauchnykh trudov. L., 1989. S. 61–79.
- Grach N.L. Nekropol Nimfeya. SPb., 1999. 328 s.
- Zinko V.N. Hora Bosporskogo goroda Nimfeya // Bosporskie issledovaniya. Vyip. IV. Simferopol-Kerch, 2003. 320 s.
- Korzhenkov A.M., Larkov A.S., Marahanov A.V., Molev E.A., Ovsyuchenko A.N., Rogozhin E.A., Hrshanovskiy V.A. Sledy silnykh zemletryaseniy v krepostnykh stenakh antichnogo goroda Kitey, Kerchenskiy poluostrov // Elita Bospora i Bosporskaya elitarnaya kultura. Materialy mezhdunarodnogo pruglogo stola. 22-25 noyabrya 2016 g. Sankt-Peterburg, 2016. S. 272–281.
- Korzhenkov A.M., Lomakin D.A., Ovsyuchenko A.N., Larkov A.S., Marahanov A.V., Rogozhin E.A. O sledakh silnykh pozdnesrednekovykh zemletryaseniy v komplekse medrese – mechet Uzbeka (g. Staryiy Kryim) // Geofizicheskie protsessy i biosfera. 2017. T. 16, № 3. S. 5–28.
- Korzhenkov A.M., Mazor E. Priznaki seysmicheskikh povrezhdeniy v ruinaх drevnykh gorodov v pustyyne Negev // Geotektonika. 2013. № 1. S. 59–73.
- Korzhenkov A.M., Ovsyuchenko A.N., Larkov A.S. Seysmichesknie deformatsii v drevnem gorode Ilurate // Priroda. 2016. № 10. S. 30–38.
- Korzhenkov A.M., Ovsyuchenko A.N., Larkov A.S., Marahanov A.V., Rogozhin E.A. Arheoseysmologicheskoe issledovanie drevnykh istoricheskikh i arheologicheskikh pamyatnikov v Feodosii, Kryim // VII Mezhdunarodnyy simpozium «Problemy geodinamiki i geoekologii vnukrikontinentalnykh orogenov». 19-24 iyunya 2017 g. Bishkek. Tezisy dokladov. Bishkek: izd-vo NS RAN, 2017. S. 26–29.
- Maslennikov A.A., Ovsyuchenko A.N., Korzhenkov A.M., Larkov A.S., Marahanov A.V. Sledy silnykh drevnykh zemletryaseniy na gorodische Polyanka i Yuzhno-Azovskiy aktivnyiy razlom // Drevnosti Bospora. T. 21. S. 265–294.
- Nikonov A.A. Priznaki molodoy tektonicheskoy aktivnosti v zonah Yuzhno-Azovskogo i Kerchenskogo razlomov // Geotektonika. 1994. № 5. S. 16–28.
- Ovsyuchenko A.N., Shvarev S.V., Larkov A.S., Marahanov A.V. Sledy silnykh zemletryaseniy Kerchensko-Tamanskogo regiona po geologicheskim dannym // Voprosy inzhenernoy seysmologii. 2015. T. 42, № 3. S. 33–54.
- Ovsyuchenko A.N., Korzhenkov A.M., Larkov A.S., Marahanov A.V., Rogozhin E.A. Novyye svedeniya ob ochagakh silnykh zemletryaseniy v rayone Kerchenskogo poluostrova // Doklady akademii nauk. 2017a. T. 472, № 1. S. 89–92.
- Ovsyuchenko A.N., Korzhenkov A.M., Larkov A.S., Rogozhin E.A., Marahanov A.V. Otsenka seysmicheskoy opasnosti nizkoaktivnykh oblastey na primere Kerchensko-Tamanskogo regiona // Nauka i tehnologichesknie razrabotki. 2017b. T. 96, № 1. S. 15–28.
- Pustovitenko B.G., Kulchitskiy V.E., Goryachun A.V. Zemletryaseniya Kryimsko-Chernomorskogo regiona. Kiev: Naukova dumka, 1989. 190 s.

Боспорские исследования, вып. XXXVII

- Sokolova O.Yu.* Osnovnyie itogi raskopok Nimfeya (1939 – 1998) // Bosporskiy gorod Nimfey: novye issledovaniya i materialy i voprosy izucheniya antichnykh gorodov Severnogo Prichernomorya. SPb., 1999. S. 68–71.
- Tolstikov V.P.* K probleme zemletryaseniya III v. do n. e. na Bospore (po materialam raskopok Pantikapeya i Nimfeya) // Bosporskiy gorod Nimfey: novye issledovaniya i materialy i voprosy izucheniya antichnykh gorodov Severnogo Prichernomorya. SPb., 1999. S. 72–75.
- Hudyak M.M.* Raskopki svyatilisha Nimfeya // SA. 1952. № XVI. S. 232–281.
- Hudyak M.M.* Iz istorii Nimfeya. VI–III vv. do n. e. L., 1962. S. 65 s.: 25 l. il.
- Chistov D.E.* Oboronitelnye sooruzheniya Nimfeya // Bosporskiy gorod Nimfey: novye issledovaniya i materialy i voprosy izucheniya antichnykh gorodov Severnogo Prichernomorya. TD. SPb., izd. Gosudarstvennogo Ermitaga, 1999. S. 87–89.
- Giner-Robles J.L., Rodríguez-Pascua M.A., Pérez-López R., Silva P.G., Bardají T., Grützner C. and Reicherter K.* Structural analysis of Earthquake Archaeological Effects (EAE): Baelo Claudia Examples (Cádiz, South Spain) Field Training Course Notebook. 2009. 130 p.
- Gorzalczyk A.* The Umayyad Aqueduct to Ramla and Other Finds near Kibbutz Na'an // Atiqot. 2011. Vol. 68. 28 p.
- Korjenkov A.M., Baypakov K.M., 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. 2003. Vol. 12. P. 241–261.
- Korjenkov A.M., Mazor E.* Archeoseimology in Mamshit (southern Israel): Cracking a millennia code of earthquakes preserved in ancient ruins // Archaeologischer Anzeiger. 2003. No. 2. P. 51–82.
- Korzhakov A.M., Mazor E.* Structural reconstruction of seismic events: Ruins of ancient buildings as fossil seismographs // Science and New Technologies. 1999. No. 1. P. 62–74.
- Rodríguez-Pascua M.A., Pérez-López R., Giner-Robles J.L., Silva P.G., Garduño-Monroy V.H., Reicherter K.* A comprehensive classification of Earthquake Archaeological Effects (EAE) in archaeoseismology: Application to ancient remains of Roman and Mesoamerican cultures // Quaternary International. 2011. Vol. 242. P. 20–30.
- Shebalin N.V., Leydecker G.* Earthquake Catalogue for the Former Soviet Union and Borders up to 1988. European Commission, Report No. EUR 17245 EN, Nuclear Science and Technology Series. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, 1997. 135 p.
- Silva P.G., Reicherter Klaus, Grützner Christoph, Bardají Teresa, Lario Javier, Goy Jose L., Zazo Cari and Becker-Heidmann Peter.* Surface and subsurface palaeoseismic records at the ancient Roman city of Baelo Claudia and the Bolonia Bay area, Ca'diz (south Spain). From: Reicherter, K., Michetti, A.M. & Silva, P. G. (eds.) Palaeoseismology: Historical and Prehistorical Records of Earthquake Ground Effects for Seismic Hazard Assessment. The Geological Society. London. Special Publications. 2009. Vol. 316. P. 93–121.
- Scythika – Grac N.* Das Neul en tdeckes Fresce aus Hellenistischer zeit in Nymphaeum on dei Kertsch // Scythika. Munchen, 1987. S. 46–65.

Резюме

Сильные землетрясения в Восточном Крыму по инструментальным данным неизвестны. Нами были проведены археосейсмологические исследования в древнем городе Нимфей. Анализ исследованных на археологическом памятнике деформаций однозначно подтверждает сейсмогенную причину их образования. Так, например, очень серьезно пострадали – были полностью или частично разрушены – сооружения Нимфея, построенные в V–IV вв. до н.э. Причиной их разрушения послужило, по-видимому, сильное землетрясение, произошедшее в Крыму в III в. до н.э. Однако по Нимфейским данным пока не удалось прийти к заключению о местоположении эпицентра этого землетрясения. На раскопе “Г” было выявлено систематическое наклонение и выдвижение меридиональных стен на восток, а широтных – на север в стенах, датирующихся I в. до н.э., что однозначно указывает на СВ–ЮЗ простирание оси

Корженков А. М. и др. Следы сильных землетрясений...

суммарных максимальных сейсмических воздействий. Возможно, что наблюдавшиеся повреждения возникли в Нимфее при известном землетрясении 63 г. до н.э. Наклон и обрушения мощных городских стен Нимфея, функционировавших в I – первой половине II вв. н.э., имели место во время сильного сейсмического события после середины II в. н.э. Таким образом, точный возраст землетрясений предстоит еще определить. Однако совершенно ясно, что местная сейсмическая интенсивность была $(VIII) \leq I_0 \leq IX$ баллов. Подобные сильные землетрясения обычно приводят к дезорганизации всех видов общественной жизни на площади в тысячи квадратных километров – территории целых государств. Соседние кочевые народы, видя подобные разрушения и ослабление государственной власти, устремляются на грабеж и захват парализованного политического образования. На какое-то время меняется жизненный уклад населения, прекращаются или изменяются традиционные торговые пути. Доставка товаров теперь контролируется другими региональными лидерами, меняются межгосударственные отношения и сферы политического влияния.

Ключевые слова: сейсмические деформации, руины, кинематические индикаторы, древние землетрясения, Нимфей, Боспор Киммерийский, Керченский полуостров, Крым.

Summary

Strong earthquakes in the eastern Crimea are not known. We have conducted archeoseismological study in ancient Nymphaeum city. Analysis of investigated deformations in the archeological monument has undoubtedly confirmed a seismogenic origin of their formation. Thus for example constructions of Nymphaeum built in V-IVth centuries BC were severely damaged – they were completely or partly demolished. A reason of their destruction was apparently a strong earthquake occurred in Crimea in IIIrd century BC. However we could not come to a conclusion on location of this earthquake epicenter using Nymphaeum data. In “Г” excavation site we have revealed a systematic tilts and shifts of longitudinal walls eastward, and latitudinal walls – northwards. These walls are of I st century BC. This fact undoubtedly mean NE-SW strike of maximal seismic oscillation. Perhaps that observed damages have occurred in Nymphaeum during known earthquake of 63 BC. Tilts and collapses of strong city walls of Nymphaeum built in mid II century AD occurred during strong seismic event after their erection. Thus an exact age of the earthquakes has to be determined in the future. However it is clear that local seismic intensity was $(VIII) \leq I_0 \leq IX$. Such strong earthquakes lead usually to disorganization of all types of civil life in a square of thousands kilometers – territory of whole countries. Neighboring nomad peoples, seeing such destructions and weakening of the power, rush to robbery and occupation of paralyzed political formation. For some period of time life state of people is changing, traditional trade routes are stopping or changing. Goods delivery is controlling by other regional leaders, states relations and spheres of political influence are changing.

Keywords: seismic deformations and destructions, Ruins, kinematic indicators, ancient earthquakes, Nymphaeum, Cimmerian Bosphorus, Kerch’ peninsula, Crimea.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Корженков Андрей Михайлович,
доктор геолого-минералогических наук,
заведующий лабораторией,
Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН,
123242, г. Москва, ул. Б. Грузинская, д. 10.
korzhenkov@inz.ru
+7-499-2549950.

Боспорские исследования, вып. XXXVII

Ларьков Александр Сергеевич,
научный сотрудник,
Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН,
123242, г. Москва, ул. Б. Грузинская, д. 10
las119@yandex.ru
+7 903 2484499.

Овсюченко Александр Николаевич,
кандидат геолого-минералогических наук, зав. лабораторией,
Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН,
123242, г. Москва, ул. Б. Грузинская, д. 10
ovs@ifz.ru
+7 926 3662063.

Соколова Ольга Юрьевна,
старший научный сотрудник ОАМ,
Государственный Эрмитаж,
190000, Россия, г. Санкт-Петербург, Дворцовая наб., д. 34,
oyusokol@mail.ru
7(812)71095914, 7(812)7109654.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Korzhenkov Andrey Mikhaylovich,
Dr. Sci. in Geology,
head of Laboratory
Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS,
Bol'shaya Gruzinskaya Str., 10, Moscow, 123242, Russia
korzhenkov@inz.ru
+7-499-2549950.

Lar'kov Aleksandr Sergeevich,
Scientific researcher
Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS,
Bol'shaya Gruzinskaya Str., 10, Moscow, 123995, Russia,
las119@yandex.ru
+7 903 2484499.

Ovsyuchenko Aleksandr Nikolaevich,
C.Sci. in Geology,
Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS,
Bol'shaya Gruzinskaya Str., 10, Moscow, 123995, Russia,
head of Laboratory
ovs@ifz.ru
+7 926 3662063.

Sokolova Ol'ga Yur'evna,
The State Hermitage Museum,
190000, Russia, St.-Petersburg, 34, Dvortsovaya emb.,
Senior Researcher,
oyusokol@mail.ru
7(812)7109591, 7(812)710965.



Рис. 1. Топографический план городища Нимфей с указанием раскопанных участков.
Составлен А.П. Пигиным, 2014 г.



Рис. 2. Нимфей. Участок «М» на южном склоне нимфейского плато с нанесенным местоположением сейсмических деформаций (<https://yandex.ru/video/search?filmId>).



Рис. 3. Нимфей. Участок «Г». Наклоны субширотных стен на север. Их возраст – I в. до н.э.

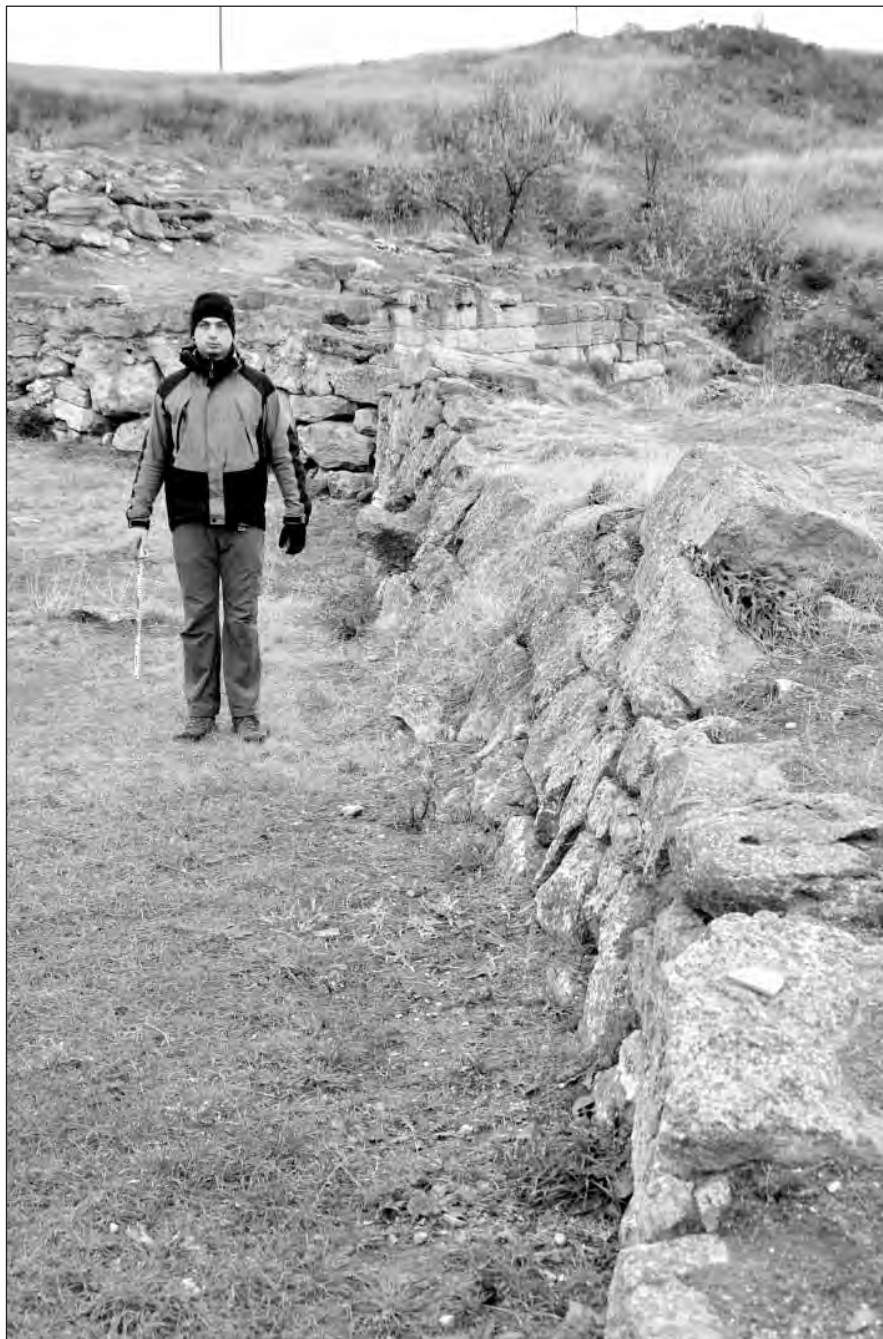


Рис. 4. Нимфей. Участок «М». Городская стена Нимфея с азимутом простираения 45–50° наклонилась на ЮВ под углом до 45° в верхней своей части, вид на СВ.
Третья куртина оборонительной стены I – середины II вв. н.э.



Рис. 5. Горизонтальный изгиб в плане, а также значительный наклон и смещение верхнего ряда каменных блоков (оформление пропилей) над водоотводным лотком к ЮЮВ.
Нижний ряд кладки водостока, вкопанный в грунт, почти не поврежден.



Рис. 6. Нимфей. Участок «В». Сплочивание устья одного колодца V в. до. н.э. (короткая ось, ССВ-ЮЮЗ).



Рис. 7. Нимфей. Участок «Г». Деформированное устье одного из колодцев IV в. до н.э.
Западная стена колодца (аз. прост.170°) наклонилась к востоку под углом 80°.



Рис. 8 (б). Нимфей. Участок «М». Систематический разворот каменных блоков по часовой стрелке.



Рис. 8 (а). Нимфей. Участок «М». Деформации сжатия в верхних частях лестничных пролетов, построенных в IV в. до н.э.: торошение каменного блока ступени.



Рис. 9. Нимфей. Участок «М». Поворот верхней части стены IV в. до н.э. по часовой стрелке. Западная часть повернутой стены сместилась на север на расстояние 30 см.

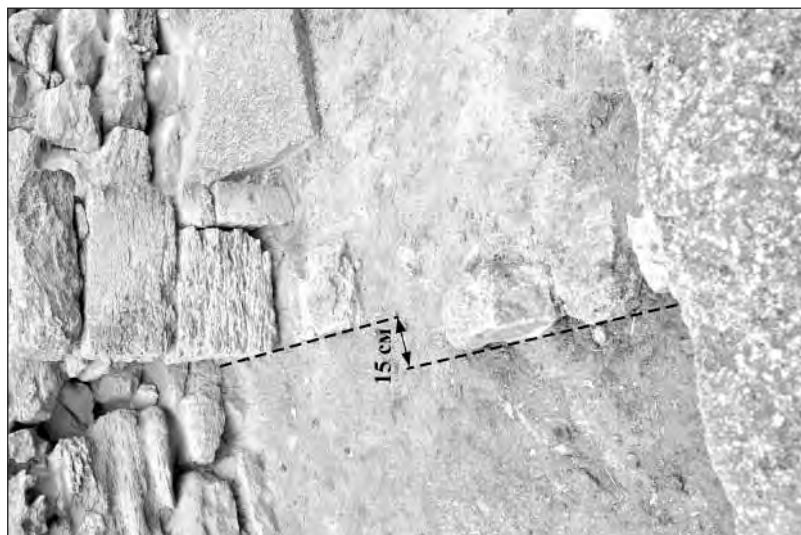


Рис. 10. Нимфей. Участок «М». Разрыв (правый сдвиг) и смещение на 15 см ряда каменной кладки, выполнявшей роль порога в одном из помещений IV в. до н.э. Простирание ступени 75°. По-видимому, направление сейсмических колебаний было под некоторым углом к простиранию порога.



Рис. 11. Нимфей. Некрополь. «Аллея склепов». Деформация над входовой частью одной из катакомб.

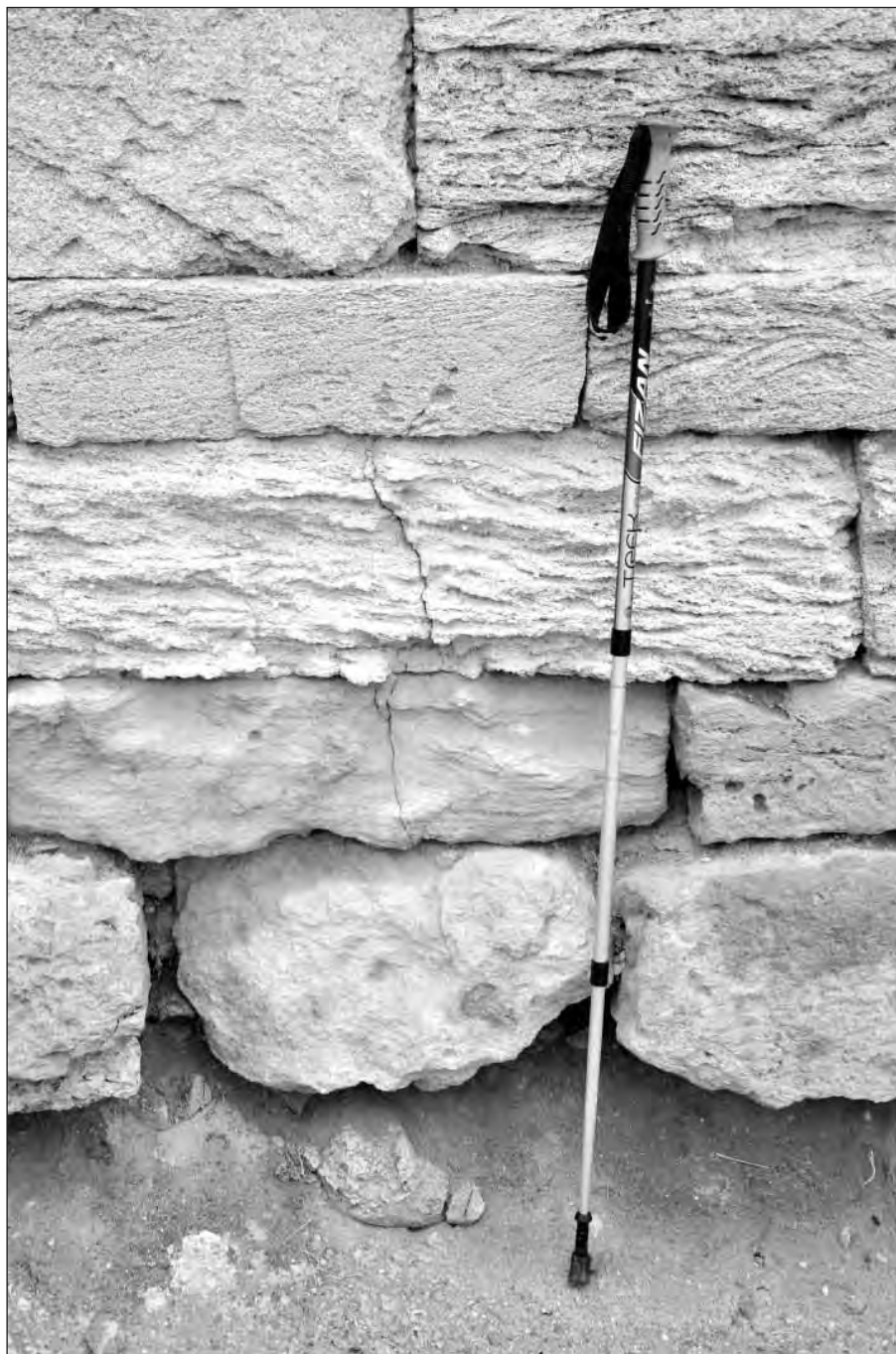


Рис. 12. Нимфей. Участок «М». Сквозная трещина через 4 каменных блока в месте шарнира (излома) повернутой части подпорной стены террасы IV в. до н.э. (см. рис. 9).



Рис. 13. Нимфей. Участок «М». Сквозные трещины через несколько строительных блоков в одной из лестниц IV в. до н.э.



Рис. 14. Нимфей. Участок «М». Сквозная трещина, пробивающая два каменных блока подряд в подпорной стене террасы IV в. до н.э., образовалась под горизонтальной деревянной балкой – лежнем (в настоящее время отсутствует), специально уложенным в стену для уменьшения возможного сейсмического воздействия. Выше балки трещина не пошла.

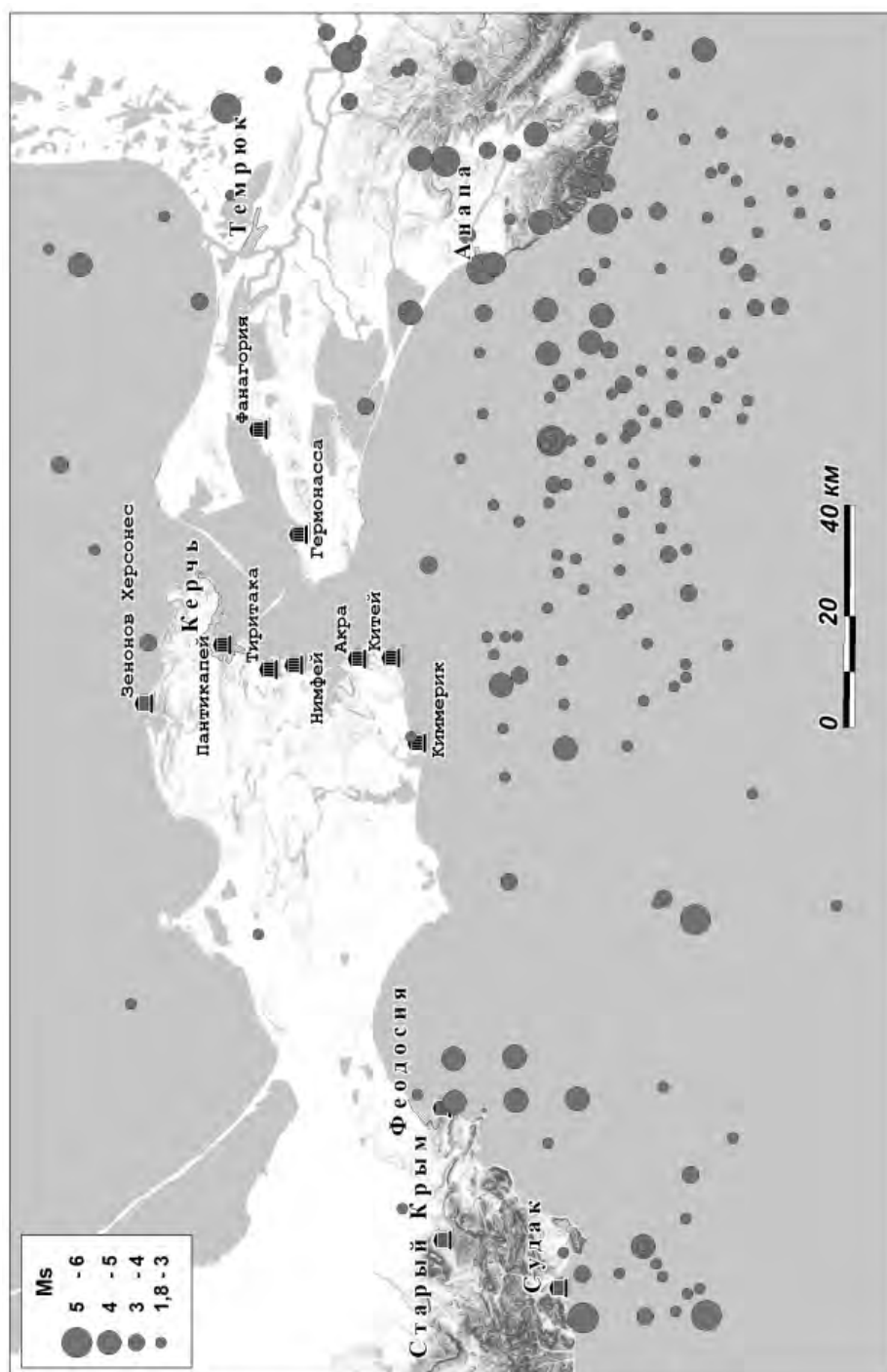


Рис. 15. Эпицентры землетрясений за последние 200 лет [Пустовитенко и др., 1989; Shebalin, Leydecker, 1997; ЕГС РАН].

