

УДК550.34

ЮЖНО-ЧУРУБАШСКОЕ ПОСЕЛЕНИЕ, ВОСТОЧНЫЙ КРЫМ. СЕЙСМО-ГРАВИТАЦИОННЫЕ И СЕЙСМО-ИНЕРЦИОННЫЕ ДЕФОРМАЦИИ

© 2024 г. В. Н. Зинько^{a, *}, А. М. Корженков^{b, **}, А. Н. Овсяченко^{b, ***},
Д. Е. Едемский^{c, ****}, А. С. Ларьков^{b, *****}, А. И. Сысолин^{b, *****}

^aКрымский федеральный университет им. В.И. Вернадского,
просп. Академика Вернадского, 4, Симферополь, 295007 Россия

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

^cИнститут земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН,
Калужское шоссе, 4, Москва, Троицк, 108840 Россия

*e-mail: elena-zinko@mail.ru

**e-mail: korzhenkov@ifz.ru

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

****e-mail: deedemsky@gmail.com

*****e-mail: las119@yandex.ru

*****e-mail: alexandr.sysolin@gmail.com

Поступила в редакцию 07.08.2023 г.

После доработки 07.10.2023 г.

Принята к публикации 22.04.2024 г.

Были проведены комплексные исследования (археологические, архео- и палеосейсмологические, георадарное профилирование), которые позволили установить причину разрушения Южно-Чурубашского поселения (большая усадьба на хоре Нимфея) в Восточном Крыму. Сильное сейсмическое событие с возможным очагом вдоль юго-западного ограничения Чурубашского лимана — одного из сегментов Парпачско-Таманского активного разлома, привело к формированию оползневых тел к юго-западу от дизъюнктива. Субмеридиональная плоскость отрыва одного из них пересекла древнее поселение приблизительно посередине, образовав видимую флексуру в “материке” (грунте) археологического памятника — сейсмо-гравитационную дислокацию. Сильные сейсмические подвижки в очаге землетрясения привели к обрушениям всех строительных конструкций и сильной деформации сохранившихся нижних рядов каменной кладки: наклонам, выдвиганиям и разворотам частей стен — сейсмо-инерционными дислокациями. Учитывая близость сейсмического очага и сильнейшие разрушения всех построек поселения, мы предполагаем, что усадьба попала в эпицентральной зону древнего землетрясения, где интенсивность сейсмических подвижек была не менее $I_0 \geq IX$ баллов. Судя по находкам амфорных клеев, чернолаковой керамики, а также боспорской монеты, эта большая усадьба на хоре Нимфея прекращает свое существование при серьезном землетрясении и сильном пожаре в начале четвертой четверти IV в. до н.э. Возможно, что следы этого землетрясения наблюдались нами ранее в Нимфее: так, очень серьезно пострадали — были полностью или частично разрушены сооружения Нимфея, построенные в V–IV вв. до н.э. Дальнейшие исследования активных геологических структур и археологических памятников помогут более точно параметризовать выявленное сейсмическое событие, что послужит цели более точной оценки сейсмической опасности Крымского полуострова.

Ключевые слова: археология, археосейсмология, палеосейсмология, георадарные исследования, Южно-Чурубашское поселение, хора Нимфея, Восточный Крым, Керченский полуостров, древние землетрясения, сейсмо-гравитационные и сейсмо-инерционные дислокации, Парпачско-Таманский разлом

DOI: 10.31857/S0203030624040054, EDN: IXWQRO

ВВЕДЕНИЕ

Рельеф Восточного Крыма предстает собой однообразную картину: чередование безлесых глинистых балок и водоразделов между ними. Встречаются и небольшие сельские поселения, жители которых занимаются земледелием и скотоводством. На поверхности встречаются иногда развалы камней, многие из которых обработаны человеком и имеют правильную остроугольную форму. Это остатки древних поселений, заложенных в большинстве своем еще во времена греческого освоения Крыма (рис. 1). Некоторые поселения раскопаны археологами и тогда взору предстают руины древних построек, чаще всего сохранившиеся до уровня первых (нижних) рядов каменной кладки. По найденным артефактам: фрагментам керамики, редким монетам археологи определяют время бытования поселений, часто выявляя периоды их оставления и запустения, что традиционно объясняется нашествиями варваров (чаще всего скифов, кочевавших во второй половине первого тысячелетия до нашей эры неподалеку).

В доказательство приводятся следы пожаров, человеческие останки, неустребованные клады.

Однако следует помнить, что здания разрушаются и сильными землетрясениями. Во время сильных сейсмических колебаний падают горящие свечи и масляные лампы, разрушаются печи. Потолки и стены падают на людей. Даже хорошие специалисты-археологи забывают, что в Южном Крыму в 1927 г. произошли 2 значительных землетрясения, приведшие к значительным повреждениям и даже разрушениям в поселениях на берегу моря, погибли люди. Магнитуда этих сейсмических событий составила $M = 6.0$, $M = 6.8$, а интенсивность сейсмических колебаний до $I_0 = VIII$ – IX баллов [Пустовитенко и др., 1989; Никонов, 2003].

Кроме общих рассуждений, необходимо иметь в виду, что последние полвека успешно развивается новая наука — археосейсмология. Эта дисциплина приводит научные доказательства сейсмической природы наблюдаемых разрушений и повреждений [Archaeoseismology, 1996]. Примерами наиболее важных работ в области

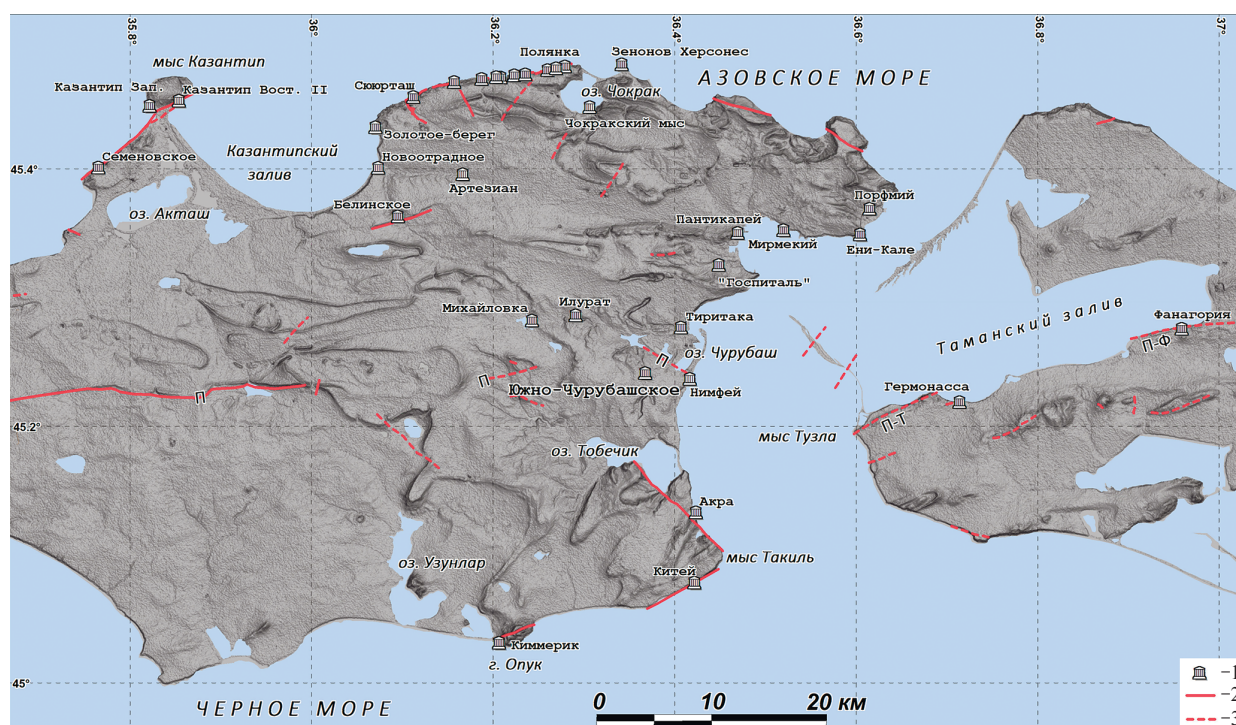


Рис. 1. Обзорная схема Керченского и Таманского п-овов с положением Южно-Чурубашского поселения.

1 — археологические памятники с изученными следами землетрясений; 2 — активные разломы с изученными следами сейсмоструктурных смещений в результате выхода очага сильного землетрясения на поверхность; 3 — предполагаемые активные разломы по структурно-геоморфологическим, геофизическим и дистанционным данным. П — сегменты Парпачско-Таманского активного разлома (П-Т, П-Ф — изученные отрезки Тузлинско-Фанагорийской разломно-складчатой зоны).

археосейсмологии, опубликованных за последнюю декаду являются [Martín-González, 2018, 2021; Liritzis et al., 2019; Roumane, Ayadi, 2019; Al-Tawalbeh et al., 2020; Benjelloun et al., 2020; Hinojosa-Prieto, 2020; Kázmér, Győri, 2020; Satuluri et al., 2020; Stiros, 2020; Kázmér, Škrgulja, 2021]. Используя кинематические индикаторы деформаций, можно доказать, был ли комплекс построек разрушен во время военных действий, вследствие статистической нагрузки со временем, просадки из-за грунтовых условий или сильных сейсмических воздействий [Korzhnikov, Mazog, 1999; Корженков и др., 2020 и др.]. Чтобы не проводить одни и те же объяснения и модели из одной нашей статьи в другую, просим читателя обратиться к ранее опубликованным работам.

Наша нынешняя работа посвящена исследованию руин Южно-Чурубашского городища, попытке определения причины разрушений. Подобные научные исследования, включающие в себя комплекс методов: археологию, архео- и палеосейсмологию, георадарное профилирование, пока исключительны не только у нас в России, но и за рубежом.

ИСТОРИКО-АРХЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Во второй четверти VI в. до н.э. на южном побережье одной из лучших бухт европейского побережья Боспора Киммерийского (современный Керченский пролив) эллинскими переселенцами был основан город Нимфей. В последней четверти VI—первой четверти V вв. до н.э. на его сельской округе — хоре возникают первые сельские поселения: Героевка-1, Героевка-2 [Зинько, 1998, с. 87]. Небольшие сельские поселения нимфейской хоры находились в пределах прямой видимости с находящегося на возвышенном скалистом мысе городского центра полиса и представляли собой долговременные, неукрепленные, бессистемно застроенными сырцово-каменными постройками деревни для небольшого числа земледельцев [Зинько, 1996, с. 13]. К ранним поселениям хоры Нимфея некоторые исследователи относят еще одно сельское поселение — Южно-Чурубашское, которое находится в степи на запад от Нимфейского городища на расстоянии около 5 км. Оно возникло, по заключению И.Т. Кругликовой, в конце VI в. до н.э. К этому времени, как будто, относятся остатки каменных стен наземных построек, планы которых не

восстанавливаются [Кругликова, 1975, с. 46—47]. Однако исследования В.Н. Зинько этого поселения в 1994 и 2001—2005 гг. не подтверждают этой ранней датировки. Слой ранее второй половины V в. до н.э. на поселении не выявлено, хотя отдельные фрагменты керамики конца VI—первой половины V вв. до н.э. все же встречаются [Scholl, Zin'ko, 1999, p. 85—89; Зинько, 2007, с. 55]. В опубликованной в 2002 г. статье И.Т. Кругликова передатировала постройки Южно-Чурубашского поселения, указав, что подавляющее большинство фрагментов керамики принадлежат IV и IV—III вв. до н.э. [Кругликова, 2002, с. 149]. В то же время ею отмечается, что в нижнем слое встречаются фрагменты амфор второй половины VI—V вв. до н.э. [Кругликова, 2002, с. 141, с. 146—147]. С небольшой возвышенности, на которой расположено Южно-Чурубашское поселение, хорошо просматриваются Нимфейское и Тиритакское городища, вся южная часть Керченского пролива, а также мыс Ак-Бурун, где проходила одна из киммерийских переправ Геродота. А само сельское поселение находилось на единственном удобном “проходе” со стороны степи к мысу Кара-Бурун (на современных картах мыс Камыш-Бурун), где располагался боспорский город Нимфей. Основываясь на находках античной керамики конца VI—первой четверти V вв. до н.э. можно предположить существование на месте Южно-Чурубашского поселения небольшой деревни [Зинько, 2007, с. 55].

Открытые в центральной и южной частях Южно-Чурубашского поселения сырцово-каменные постройки датируются IV—началом III вв. до н.э. [Зинько, 2007, с. 106—109]. Особый интерес представляет большая сельская усадьба, открытая в южной части поселения на площади более 700 кв. м [Зинько, 2003, с. 91—117]. В результате исследований удалось установить, что максимальных своих размеров этот жилищно-хозяйственный строительный комплекс достигает в результате целого ряда перестроек, в ходе которых пристраивались новые помещения к основному зданию усадьбы и сооружались различные хозяйственные постройки. Первоначально, в середине IV в. до н.э. в южной части Южно-Чурубашского поселения на скальном основании строится двухкамерный дом (8.7 × 5.9 м), вытянутый с востока на запад. С южной стороны от дома, располагался хозяйственный двор, в западной части которого, примыкая к южной стене дома, находилась

большая пристройка прямоугольной формы. Этот изначально заложенный принцип организации пространства небольшой сельской усадьбы был впоследствии развит при дальнейшем расширении усадьбы, связанный с увеличением хозяйства.

В течении непродолжительного времени с восточной стороны дома в три приема пристраиваются еще четыре новых помещения. Где-то

в третьей четверти IV в. до н.э. эта усадьба достигает максимальных размеров и уже состоит из большого сырцово-каменного шестикомнатного здания, значительного внутреннего двора и ряда иных хозяйственных построек (рис. 2). Северная стена (длиной более 30 м) основной постройки ориентирует главную ось комплекса в направлении запад–восток. Наиболее ранние смежные помещения, судя по всему, являлись жилыми и с южной стороны имели выход во

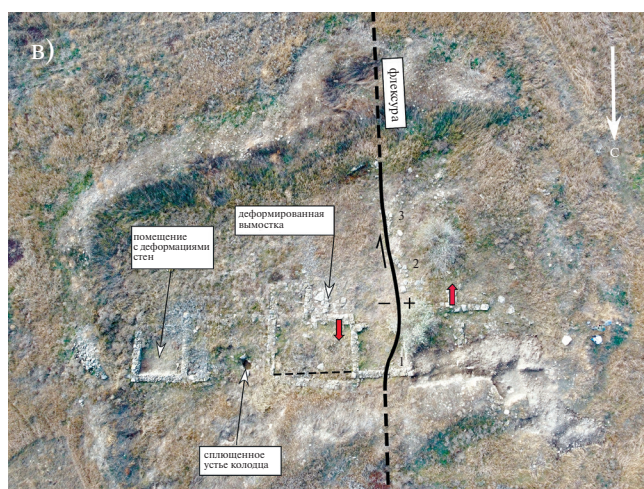
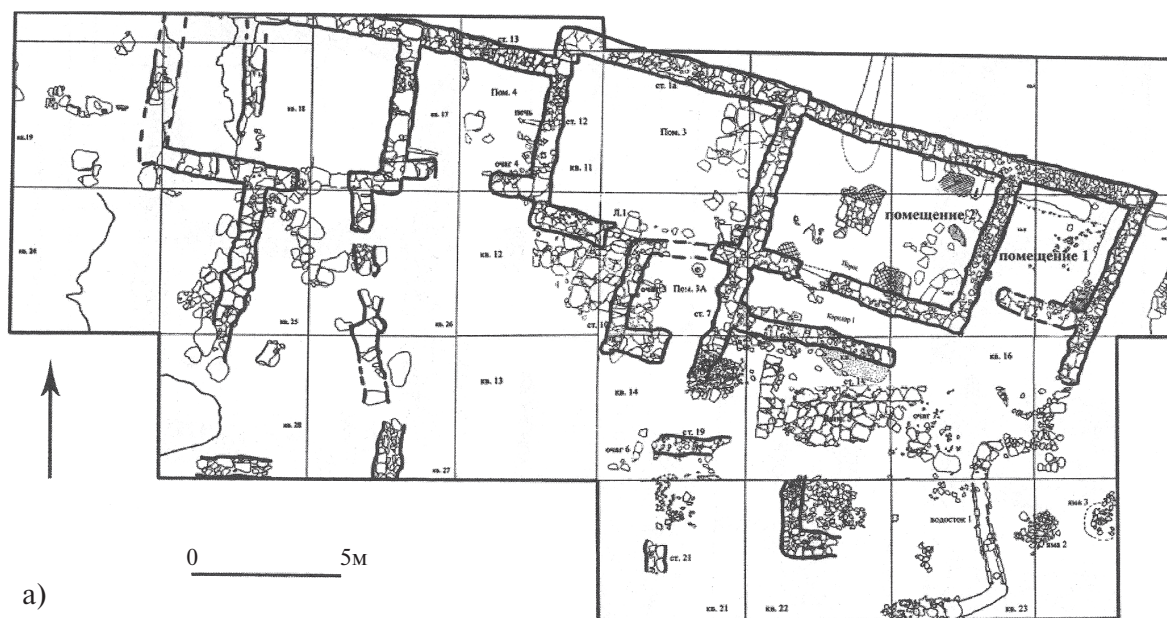


Рис. 2. Южно-Чурубашское поселение.

а — план большой сельской усадьбы 2001–2005 гг.; б — большая сельская усадьба, вид с запада; в — вертикальный снимок южной части Южно-Чурубашского городища с БПЛА.

Здесь и далее снимки 2021 г. Черная линия — тыловой шов флексуры, “+” означает поднятое крыло, односторонняя стрелка указывает предполагаемое латеральное смещение вдоль флексурного поднятия.

1–3 — участки и разрезы, которые будут описаны ниже. Красные малые стрелки показывают направление смещения верхних каменных рядов кладки. Тонкая штриховая линия проведена по первоначальному фасу повернутой широтной стены.

внутренний двор. С востока к ним примыкало помещение, в центре которого возвышалась прямоугольная известняковая плита, а к восточной стене была пристроенная печь. На покрытой глиняной обмазкой полу этого помещения найдены лепные и чернолаковые сосуды. Судя по перекрывающему весь пол мощному черному горелому слою, это помещение погибло в сильном пожаре [Зинько, 2003, с. 104–105, рис. 59]. С восточной стороны к этому помещению было пристроено еще одно большое помещение. Первоначально в южной стене этого помещения располагался довольно широкий входной проем, который в последний период функционирования был заложен сырцовыми кирпичами, а к западу от него сооружен другой вход.

В последнюю очередь к основному зданию сельской усадьбы был пристроен с восточной стороны блок из двух помещений (см. рис. 2а). Крайнее восточное помещение № 1 было жилым, так как у северной и восточной стен сохранились две лежанки, а в юго-восточном углу помещения находился очаг, обрамленный камнями. В центральной части этого помещения были расчищены четыре столбовых ямки, служившие для деревянных столбов, поддерживающих кровлю. Вход в помещение находился в юго-западной части южной стены, а перед ним располагалась небольшая галерея. С запада к помещению № 1 примыкало помещение № 2, которое судя по выявленным в нем конструкциям, являлось кузницей [Зинько, 2003, с. 97–100].

С южной стороны основного здания сельской усадьбы Южно-Чурубашского поселения располагался хозяйственный двор с двумя небольшими постройками, несколькими зерновыми ямами и водостоком. Судя по находкам амфорных клейм, чернолаковой керамики, а также боспорской монете, эта большая усадьба на хоре Нимфея прекращает свое существование при сильном пожаре в начале четвертой четверти IV в. до н.э. [Зинько, 2007, с. 111].

АРХЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В южной части Южно-Чурубашского поселения была выявлена меридиональная флексура (см. рис. 2в). Ее азимут простираения — приблизительно 4°. Флексура выражена: 1) понижением каменной кладки в северной стене

городища на 55 см (рис. 3а, 3б), опущено восточное крыло структуры). “Материк” (грунт) на обоих крыльях флексуры имеет аналогичную деформацию;

2) плиты вымостки, расположенные южнее северной стены и лежащие на материке, в месте флексурного изгиба наклонены на восток (см. рис. 3а, 3в) под углом 12°, 19°, 18°, 14°, 32°, 6°, 29°, 12°;

3) стена меридионального простираения, стоявшая до образования флексуры на месте ее поднятого крыла, обрушилась на восток (см. рис. 3а, 3г) и дезинтегрировалась при ударе о грунт. Вследствие этого удара каменные блоки, слагавшие стену, расположились на изогнутой поверхности как костяшки домино.

В 6 м на восток от описанной структуры имеется широтная стена (точнее, ее остатки) с азимутом простираения 95°. От стены сохранилась лишь 2 нижних ряда кладки (см. рис. 2в, рис. 4а, 4б). При этом весь верхний ряд выдвинулся на север по азимуту 5°. Ширина стены 70 см (по верхнему ряду). Ширина образовавшейся полочки от 12 до 23 см. Ширина полочки увеличивается в западном направлении. Чтобы создать такую деформацию, необходимо резкое смещение грунта в южном направлении. Верхний же ряд кладки как бы остается на месте, создавая иллюзию своего смещения на север.

Аналогичное кажущееся смещение было отмечено нами к западу от флексуры (см. рис. 2в, 4а, 4в). Здесь небольшой фрагмент каменной кладки из верхнего ряда сместился на юг. Здесь видно также обрушение камней в том же направлении и наклон камней нижнего ряда кладки все также на юг. Описанные деформации каменных кладок по обе стороны от флексуры могут означать не только вертикальное, но и небольшое (десяток см?) латеральное — правостороннее смещение вдоль структуры.

Впечатляют отрывы и вращения значительных фрагментов стен и даже стен целиком. Так субширотная северная стена в северной части Южно-Чурубашского поселения повернулась по часовой стрелке вокруг вертикальной оси на 7° (см. рис. 2в, рис. 5а). Оторвался западный конец стены и пришел в движение, однако восточное окончание удержалось на прежнем месте. Ее первоначальное простираение было 100°. В настоящее время азимут простираения описываемой стены 107°.

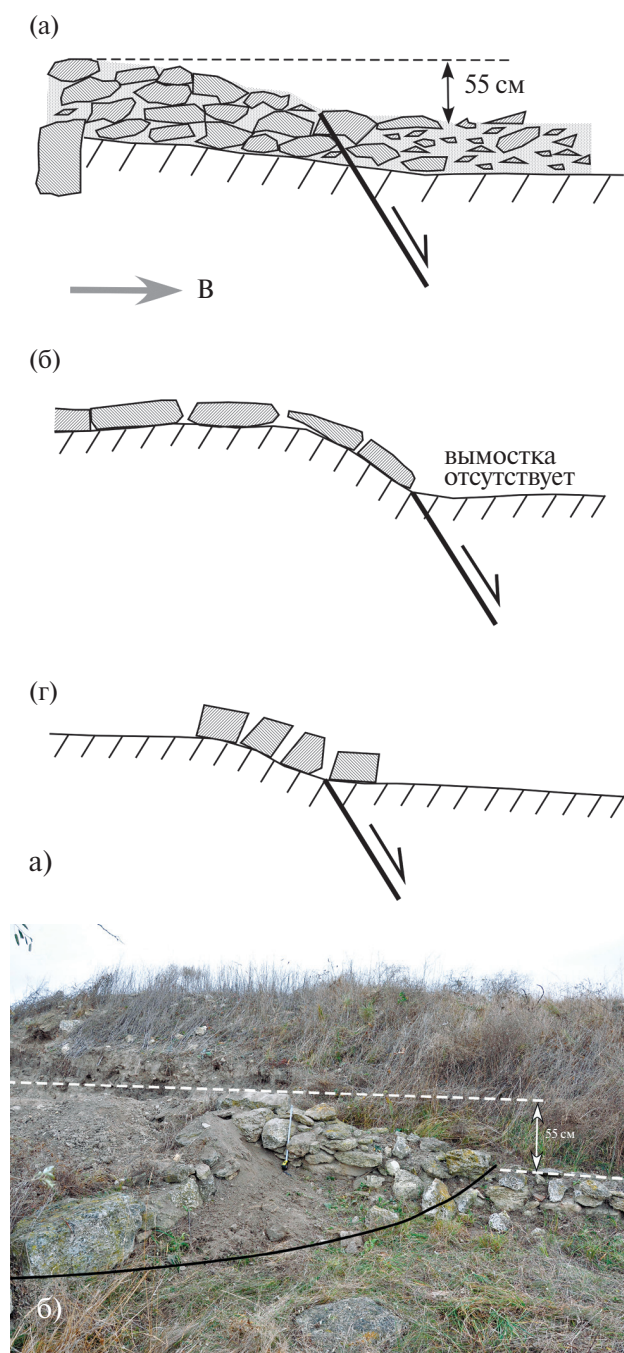


Рис. 3. Флексурное поднятие меридионального простирания, разделяющее Южно-Чурубашское городище на две части.

а — схематические профили через флексуру (их местоположение показано на рис. 2в); б — северный профиль вдоль северной каменной стены городища. Здесь и далее: черная сплошная линия — тыловой шов флексуры; в — срединный профиль поперек флексуры, деформировавшей плоские каменные плиты вымостки, лежащие на материке; г — южный профиль. Склон флексуры перекрыт обломками стены, упавшей и дезинтегрированной во время удара о грунт.

Поворот, но уже против часовой стрелки, претерпело северное окончание западной стены “помещения с деформациями” в СВ части Южно-Чурубашского поселения (см. рис. 2в, 5б). Первоначальный азимут простирания стены

10° , азимут простирания повернутого фрагмента 3° , таким образом величина поворота составила 7° . Эта же стена имеет небольшой наклон на восток под углом в первые градусы. Смежная к северу стена этого же помещения в западной своей

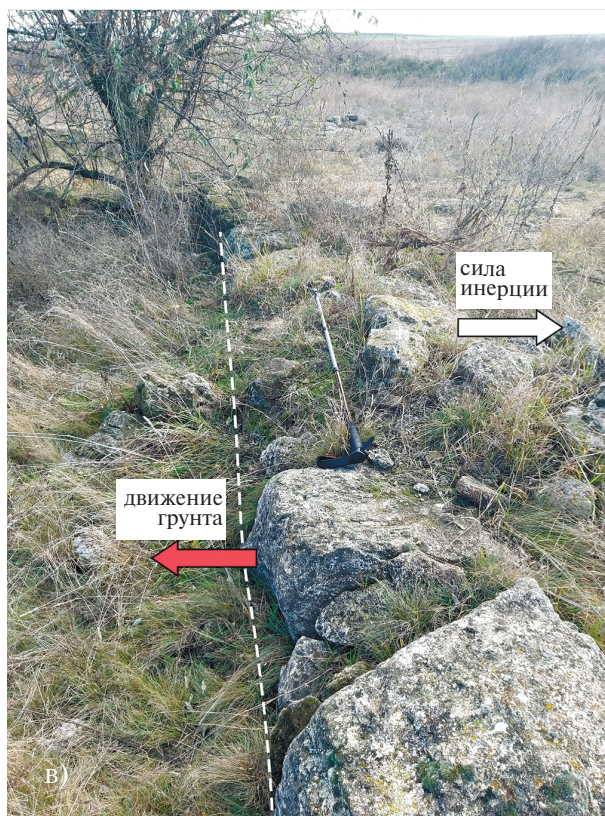
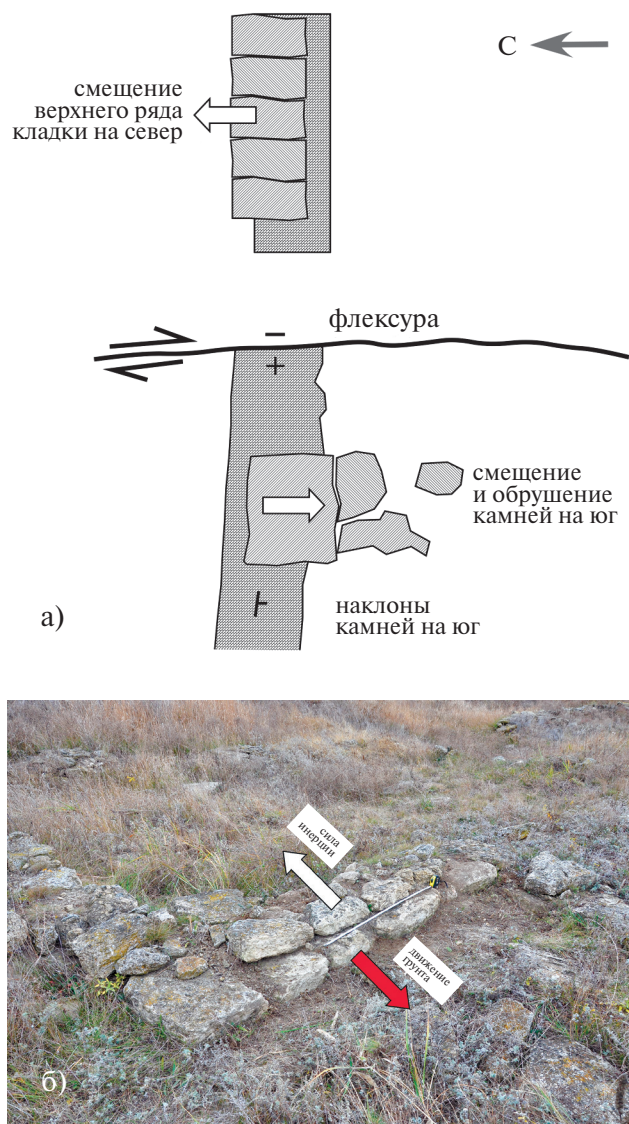


Рис. 4. Разнонаправленное смещение верхних рядов кладки в стенах на Южно-Чурубашском городище к западу и к востоку от флексуры.

а — схематическая зарисовка (план); б — кажущееся смещение верхнего ряда каменной кладки субширотной стены Южно-Чурубашского городища к востоку от флексуры (см. рис. 2в для локации). В действительности сместились грунт (материк) и нижний ряд кладки на юг, а верхний ряд “остался на месте”; в — аналогичное смещение (только на юг) верхнего ряда каменной кладки к западу от флексуры.

части также имеет наклон внутрь помещения (на юг) под углом в первые градусы. Однако в восточной своей части северная стена помещения с деформациями наклонилась наружу — на север под значительным углом в 73° . Таким образом северная стена помещения имеет пропеллерный наклон. Подобные пропеллерные наклоны ранее наблюдались нами на городище Полянка в Южном Приазовье [Масленников и др., 2017]. Смежная к востоку — восточная стена помещения с деформациями также наклонилась наружу под еще большим углом — в 68° . Наклон наружу этих двух смежных стен: северной и восточной вызвал условия растяжения в углу (СВ) между ними.

Обращает на себя внимание сильная деформация сжатия, которая привела к сплющиванию устья колодца в СВ части Южно-Чурубашского поселения (см. рис. 2в, 5в). Максимальное сжатие отверстия имело место вдоль оси СВ—ЮЗ — по азимуту 45° . Ширина устья вдоль этой оси всего 75 см, в то время как ширина отверстия вдоль перпендикулярной (СЗ—ЮВ) оси составляет 100 см. Имеется зона трещиноватости в Ю—ЮЗ части каменного (известнякового) обклада устья колодца. Однако трудно определить, имеют ли эти трещины связь со сплюснутостью отверстия колодца.

Следует также упомянуть значительные деформации плит вымостки к востоку от флексуры (см. рис. 2в, 5а). Каменные плиты различного

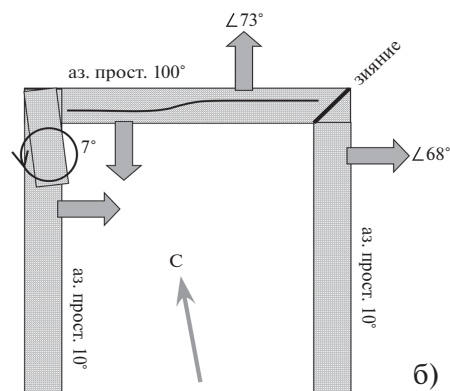
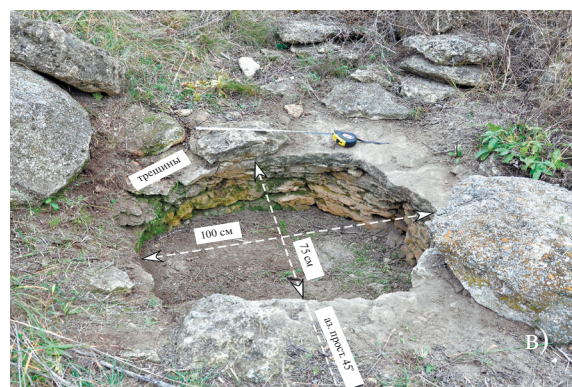


Рис. 5. Деформации в восточной части Южно-Чурубашского поселения (положение см. на рис. 2). а — отрыв западного окончания и поворот по часовой стрелке северной стены целиком по часовой стрелке; б — схематическая зарисовка (план) “комнаты с деформациями”. Стрелки показывают наклоны стен. Изогнутая сплошная линия указывает на пропеллерный изгиб в разные стороны северной стены помещения; в — значительное горизонтальное сплющивание устья колодца. Сжатие по оси СВ–ЮЗ — по азимуту 45°.



размера наклонены, подняты и опущены, налегают друг на друга, что, по-видимому, свидетельствует об условиях сжатия. Мы замерили наиболее значительные наклоны плит: 15°, 21°, 40°, 9°, 15°, 21°, 14°, 18°, 20°, 31°.

СЕЙСМОТЕКТОНИКА РАЙОНА ГОРОДИЩА

В рассматриваемом районе выделяется одна из крупнейших разломных структур Керченского п-ова — Парпачско-Таманский разлом [Шнюков и др., 1981] или Предгорная коллизионная суту́пра, прослеживаемая сюда на уровне фундамента из района предгорий Горного Крыма [Юдин, 2011]. Разлом трассируется по Парпачскому гребню к оз. Чурубаш, вдоль Таманского залива и далее на восток по долине р. Кубань [Шнюков и др., 1981]. В кайнозойском чехле зона разлома распадается на отдельные сегменты — разломы и разломно-складчатые зоны (см. рис. 1). На западе Керченского п-ова активный разлом прослежен вдоль Парпачского гребня, где нами были изучены следы трех сейсмотектонических подвижек взбросового типа, произошедших за последние 2–2.5 тыс. лет [Овсюченко и др.,

2017a]. Вдоль южного берега Таманского залива протягивается активная Тузлинско-Фанагорийская разломно-складчатая зона. С ней связан очаг сильного землетрясения X в., сейсмотектонические деформации которого были обнаружены нами в Фанагории и Тмутаракани [Овсюченко и др., 2017б; Корженков и др., 2019a]. А.А. Никоновым [2000] магнитуда этого землетрясения была оценена величиной $M = 6.7 \pm 0.5$.

Таким образом, Парпачско-Таманский разлом проявил сейсмотектоническую активность в историческое время практически на всем своем протяжении. Активизацию при этом испытывали различные сегменты разломной зоны. Оставалась неясной возможность проявления сейсмотектонической активности на Чурубашском сегменте разломной зоны. В то же время, по результатам геофизических исследований методом микросейсмического зондирования (ММЗ), на профиле “Заветное—Керчь” в подошве низкоскоростного горизонта, ассоциируемого с майкопской серией олигоцен—раннемиоценового возраста, выявлена резкая ступень — тектонический разлом, секущий весь

чехол кайнозойских отложений [Овсяченко и др., 2019]. На поверхности эта структура проявлена абразионно-тектоническим уступом в южном борту Чурубашского лимана и расположен точно на простирации Парпачско-Таманского разлома, трассируемого сюда Е.Ф. Шнюковым и др. [1981]. Уступ прослеживается на расстояние около 5 км. Выразительность уступа, определяемая крутизной и высотой, увеличивается в сторону Керченского пролива. Можно полагать, что значительная часть нарушения скрыта в акватории пролива.

Южно-Чурубашское поселение расположено к югу от Чурубашского лимана, на вершине платообразной возвышенности, сложенной полого залегающими глинистыми отложениями и известняками неогенового возраста, а так же четвертичными лессовидными суглинками (рис. 6). От городища плато полого спускается в северном направлении. Здесь расположен пологий склон, имеющий сглаженную длительной распашкой, бугристо-западинную поверхность, характерную для оползневых тел. Со стороны плато бугристо-западинный склон ограничен дугообразной системой балок и пологих ложбин, сформировавшихся вдоль тылового

схва оползневого тела. На севере оползневое тело выдвинуто в Чурубашский лиман. На этом участке основной уступ на южном ограничении лимана не обнаруживает явных признаков абразионной переработки. В то же время, восточнее оползневого тела основной уступ образован абразионными формами рельефа — мысами и бухтообразными излучинами. Возможно, решающую роль в оползании сыграл срыв вдоль пологой слоистости в благоприятных для этого, преимущественно глинистых коренных отложениях. Размеры оползневого тела велики — до 2 км в длину и 2.7 км в ширину. Аналогичные бугристо-западинные поверхности, ограниченные дугообразными системами балок и ложбин, прослеживаются и западнее городища.

Поверхность Чурубашского лимана сильно изменена антропогенным воздействием. Внутри лимана выделяется серия древних береговых валов, слагающих аккумулятивную морскую террасу. Наиболее молодой из валов, в результате наращивания к северу, почти полностью отгородил Чурубашский лиман от моря, превратив его в озеро [Поротов, Зинько, 2013]. Бурением установлено, что морфология Чурубашского лимана определяется ступенчатой

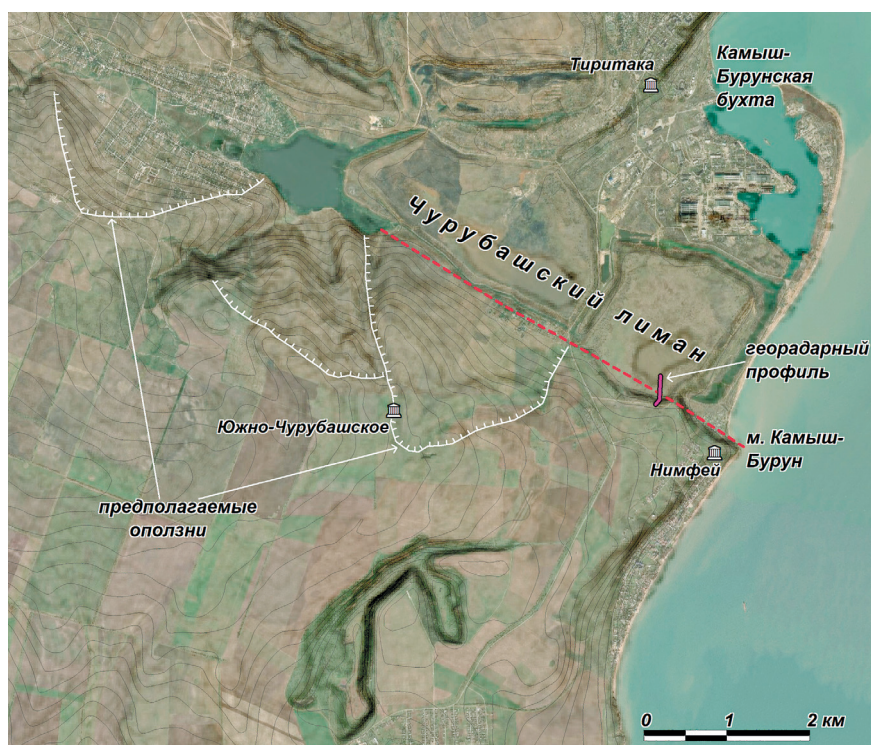


Рис. 6. Обзорная схема расположения городищ с изученными следами сильных землетрясений, георадарного профиля и тектонического уступа (красная линия).

серией тектонических разрывов неоген–четвертичных отложений [Шнюков и др., 1981]. Разрывы образуют многоступенчатый асимметричный грабен. Южный борт грабена максимально опущен по ступенчатой системе субвертикальных тектонических разрывов — мощность голоценовых лагунно-морских отложений здесь достигает 20 м и уменьшается до 2 м на севере Чурубашского лимана. Асимметрия находит выражение и в современном рельефе — южный берег лимана, оканчивающийся мысом Камыш-Бурун, гораздо круче, чем северный и представляет собой абразионно-тектонический уступ высотой 10–18 м. Однако изучение проявлений поздней голоценовой активности разлома в чехле молодых отложений геологическими методами затруднено. Практически на всем протяжении уступа чехол молодых отложений переработан либо антропогенной деятельностью, либо абразионно-аккумулятивными процессами. По этой причине вклад тектонических движений в образование уступа оставался не ясен.

В связи с этим, на небольшом участке, сохранившемся от антропогенного вмешательства, уступ в южном борту Чурубашского лимана был изучен методом георадиолокации с применением георадара “Лоза-В”, который в течение продолжительного времени успешно применяется для решения различных геологических задач [Kopeikin et al., 2012; Едемский и др., 2018, 2021; Edemsky et al., 2021; Овсяченко и др., 2022 и др.]. Георадар укомплектован резистивно-нагруженными антеннами с центральной частотой 50 МГц. Амплитуда зондирующего импульса составляла 5 кВ, ширина зондирующего импульса ~7 нс. Такой комплект антенн способен обеспечивать глубину зондирования до 10–20 м и разрешающую способность 0.25–0.5 м.

При заложении георадарного профиля был использован основной принцип изучения активных разломов, который опирается, в первую очередь, на прослеживание опорных геоморфологических уровней и соответствующих им слоистых отложений с выявлением их смещений и других тектонических деформаций. Профиль пересек основной уступ в южном борту Чурубашского лимана. Уступ здесь имеет высоту примерно 14 м. Севернее

него профиль пройден по ровной поверхности лагунно-морской террасы. Терраса сложена ракушечными песками серии древних береговых валов, озерно-лагунными илами и четвертичными лёссовидными суглинками [Поротов, Зинько, 2020]. На рассматриваемом участке основной уступ имеет извилистый характер — он образован мысами и бухтами, выработанными абразией во время формирования серии древних береговых валов. Вершины мысов соединяются пологим прямолинейным уступом высотой около 1 м. Он прослеживается на поверхности лагунно-морской террасы и также пересечен георадарным профилем (рис. 7).

Обработка радарограмм включала подборку подходящего значения усиления сигнала, яркости и контрастности, применение полосовой фильтрации сигнала и функции усреднения, отображение результатов в виде производной волновой формы принятого сигнала. На заключительном этапе обработки и анализа на георадарный профиль накладывался цифровой рельеф местности. Привязка георадарного

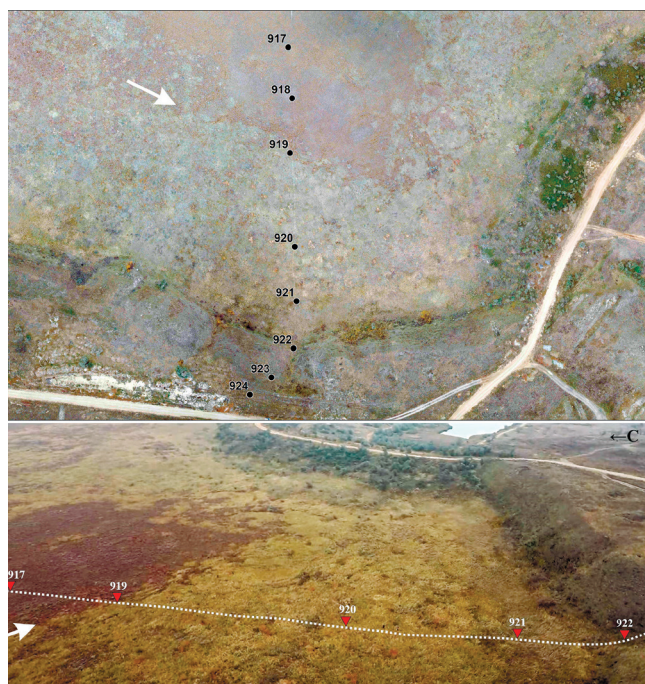


Рис. 7. Аэрофотоплан и перспективное фото района георадарного профиля.

917–924 — пикеты георадарного профиля. Стрелками показан (вдоль простирания) пологий прямолинейный уступ на поверхности лагунно-морской террасы. В правой части перспективного фото расположен главный уступ.

профиля осуществлялась с помощью Garmin SX60 на характерных точках профиля.

При интерпретации георадарных разрезов были использованы основные признаки, отражающие нарушения типа разрывов: разрывы осей синфазности с их смещением или изменением угла наклона по субвертикальным линиям нарушений; изменение мощности георадарных комплексов по мере приближения к плоскости нарушения; образование дифрагированных волн в плоскости линий нарушений; формирование своеобразной локальной геометрии пакетов отражений с изменением волновой картины отражений.

На полученном георадарном разрезе выявлены слои, нарушенные серией разрывов, которые соответствуют уступам в рельефе (рис. 8).

В районе основного уступа, на отметках 40–55 м, выделен ряд разрывов, один из которых представляет собой вертикальную линию с формированием точки дифракции зондирующего сигнала в плоскости разрыва и появлением соответствующего “хвоста” гиперболы, который на рис. 8 показан белой штрихпунктирной линией.

На отметках 75–85 м наблюдается зона разрушения субгоризонтального строения приповерхностного разреза, которая на георадарном профиле фиксируется как резкое изменение текстуры волновой картины отражений по линиям разрывов.

На отметках 175–200 м георадарного профиля наблюдаются разрывы осей синфазности с их смещением и изменением угла наклона по субвертикальным линиям нарушений. Данные нарушения можно интерпретировать как зону активного разлома со смещением позднеголоценовых отложений лиманно-морской террасы по серии частных разрывов, ступенчато смещающих все слои, залегающие ниже самого молодого мощностью 2–3 м. Возраст этих отложений установлен радио-углеродным датированием в пределах 2000–7000 лет [Поротов, Зинько, 2022].

Выявленные с помощью георадиолокации нарушения в молодых слоях геологического разреза проявлены и на дневной поверхности. Они выражены резкой сменой растительности вдоль уступа высотой около 1 м (район пикета 919, отметка 180 м, см. рис. 7, 8), северное крыло которого занято заболоченной лагунной террасой. Наличие разрыва приповерхностных слоев разреза позволяет полагать, что здесь расположен молодой тектонический разрыв, смещающий позднеголоценовые отложения. Уступ прослеживается и за пределы низкой лиманно-морской террасы. Однако, за пределами рассмотренного участка, его строение повсеместно замаскировано антропогенной деятельностью.

Разрывы на георадарном профиле выявлены и в пределах основного уступа. Величина смещения наблюдаемых слоев разреза здесь

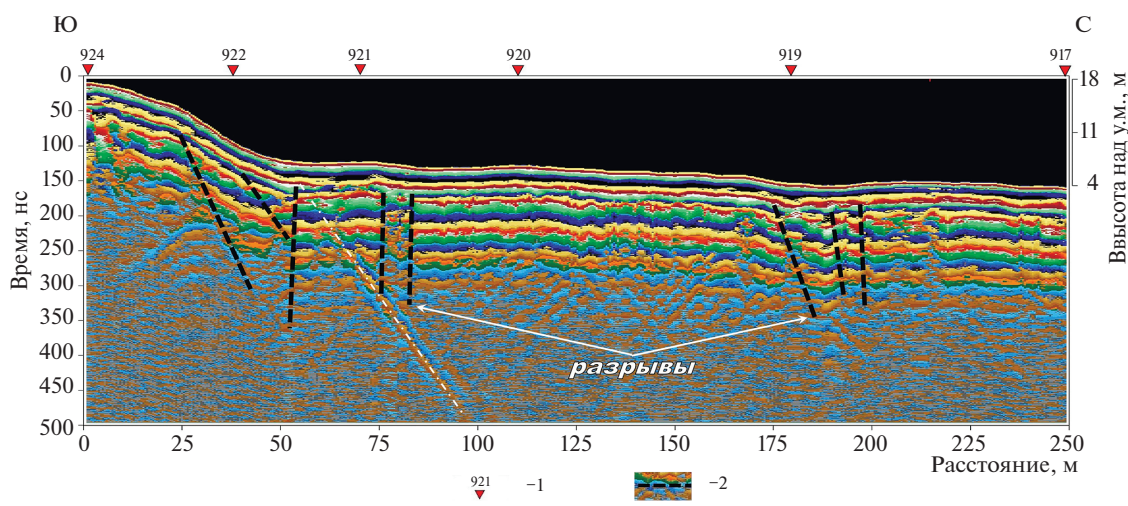


Рис. 8. Георадарный разрез.

1 – пикеты профиля; 2 – предполагаемые тектонические разрывы.

существенно меньше высоты уступа. Можно полагать, что в образовании основного уступа существенную роль сыграла абразия, смоделировавшая первично тектоническую форму рельефа. При этом тектоническое обновление уступа происходило и после абразионного воздействия, о чем свидетельствуют смещения самых молодых слоев разреза. Таким образом, уступ имеет смешанное, абразионно-тектоническое происхождение.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Обнаруженные смещения позднеголоценовых отложений свидетельствуют о первично тектонической природе уступа в южном борту Чурубашского лимана и активности сегмента Парпачско-Таманского разломной зоны на рассматриваемом участке. Уступ прослеживается на расстояние около 5 км. Можно полагать, что значительная часть нарушения скрыта в акватории пролива. По всей видимости этот сегмент представляет собой основную активную тектоническую структуру в рассматриваемом районе. Обнаруженное нарушение (флексур) на Южно-Чурубашском поселении не имеет четких признаков связи с активными тектоническими смещениями. Представляется, что флексур расположена на участке оползневого шва, выраженного пологим, распаханным уступом (см. рис. 6), по которому водораздельное плато претерпело импульсную подвижку. Об этом говорит разнонаправленное смещение верхних рядов кладки в стенах на Южно-Чурубашском поселении к западу и к востоку от флексуры. При этом восточная часть городища, расположенная на оползневой поверхности, сместилась в стое рону оползневой подвижки, т.е. Чурубашского лимана. Оползневая подвижка произошла в результате сейсмических сотрясений, вызвавших многочисленные деформации стен городища. За неимением детальных данных о строении плато флексур на Южно-Чурубашском поселении можно рассматривать и как оперяющую структуру, активизированную во время сильного землетрясения с очагом в Парпачско-Таманской разломной зоне.

Субмеридиональная плоскость отрыва этой оперяющей структуры пересекла древнее поселение приблизительно посередине,

образовав видимую флексур в “материке” археологического памятника. Сильные сейсмические подвижки из очага привели к обрушениям всех строительных конструкций и сильной деформации сохранившихся нижних рядов каменной кладки: наклонам, выдвиганиям и разворотам частей стен. Учитывая близость сейсмического очага и сильнейшие разрушения всех построек поселения, мы предполагаем, что усадьба попала в эпицентральной зону древнего землетрясения, где интенсивность сейсмических подвижек была не менее $I_0 \geq IX$ баллов. Судя по находкам амфорных клейм, чернолаковой керамики, а также боспорской монете, эта большая усадьба на хоре Нимфея прекращает свое существования при серьезном землетрясении и вспыхнувшем в результате этого сильном пожаре в начале четвертой четверти IV в. до н.э.

Следы сейсмических разрушений ранее нами были изучены в Нимфее [Соколова и др., 2017; Корженков и др., 2018]. Так, 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 III в. до н.э. На площадке раскопа “Г” было выявлено систематическое наклонение и выдвигание меридиональных стен на восток, а широтных — на север в стенах, датирующихся I в. до н.э., что однозначно указывает на СВ–ЮЗ простирающие оси суммарных максимальных сейсмических воздействий. Возможно, что наблюдавшиеся повреждения возникли в Нимфее при известном землетрясении 63 г. до н.э., следы которого ранее были выявлены в Пантикапее [Блатовский, 1977; Толстиков, 1999]. Наклон и обрушения мощных городских стен Нимфея, функционировавших в I в.—первой половине II в. н.э., имели место во время сильного сейсмического события, по-видимому, после середины II в. н.э. Сейсмическая интенсивность была $8 \leq I_0 \leq 9$ баллов.

Ранее были описаны свидетельства катастрофического разрушения одного из самых ранних в Причерноморье святилищ покровительницы земледельцев Деметры, открытого в Нимфее. Святилище Деметры было возведено на склоне основного уступа

у мыса Камыш-Бурун в первой половине VI в. до н. э. [Худяк, 1952, с. 258]. В конце того же века святилище сгорело, а на его месте было возведено новое. Примерно в середине—начале V в. до н.э. на территории святилища произошел обвал скал, и возможно, что громадный обломок, оторвавшись от гряды скал, разрушил здание святилища. Другой, гораздо больший, обвал произошел в северной части “священного участка”, где образовался разрыв гряды скал [Худяк, 1952, с. 262]. Можно предположить, что такие деформации были вызваны выходом очага сильного землетрясения на поверхность в Парпачско-Таманской разломной зоне.

В строительных конструкциях Тиритаки нами изучены следы сильных землетрясений середины или конца III в. до н.э. и возможно 63 г. до н.э. [Корженков и др., 2019б]. Сейсмическая интенсивность была не менее $I > 9$ баллов.

Более поздние события (после начала четвертой четверти IV в. до н.э.) не могли зафиксироваться в руинах Южно-Чурубашской усадьбы, так как они к тому времени стали частью грунта и в этих засыпанных руинах не могли образоваться сейсмо-инерционные деформации. К Южно-Чурубашскому городищу может быть применен слоган “руины древних зданий — окаменевшие сейсмоскопы” [Korjenkov, Mazor, 1999, 2003]. Дальнейшие исследования активных геологических структур и археологических памятников помогут более точно параметризовать выявленное сейсмическое событие, что послужит цели более точной оценки сейсмической опасности Крымского полуострова.

ВЫВОДЫ

Были проведены комплексные исследования (археологические, архео- и палеосейсмологические) и георадарное профилирование, которые позволили установить причины разрушения Южно-Чурубашского поселения (большая усадьба на хоре Нимфея) в Восточном Крыму. Сильное сейсмическое событие с возможным очагом вдоль юго-западного ограничения Чурубашского лимана — одного из сегментов Парпачско-Таманского активного разлома, привело к формированию оползневых тел к юго-западу от дизъюнктива.

Субмеридиональная плоскость отрыва одного из них пересекло древнее поселение приблизительно посередине, образовав видимую флексуру в “материке” археологического памятника — сейсмо-гравитационную дислокацию. Сильные сейсмические подвижки из очага землетрясения привели к обрушениям всех строительных конструкций и сильной деформации сохранившихся нижних рядов каменной кладки: наклонам, выдвижениям и разворотам частей стен — сейсмо-инерционные дислокации. Учитывая близость сейсмического очага и сильнейшие разрушения всех построек поселения, мы предполагаем, что усадьба попала в эпицентральную зону древнего землетрясения, где интенсивность сейсмических подвижек была не менее $I_0 \geq IX$ баллов. Судя по находкам амфорных клейм, чернолаковой керамики, а также боспорской монеты, эта большая усадьба на хоре Нимфея прекращает свое существования при серьезном землетрясении и сильном пожаре в начале четвертой четверти IV в. до н.э. Возможно, что следы этого землетрясения наблюдались нами ранее в Нимфее: так, очень серьезно пострадали — были полностью или частично разрушены сооружения Нимфея, построенные в V–IV вв. до н.э. Дальнейшие исследования активных геологических структур и археологических памятников помогут более точно параметризовать выявленное сейсмическое событие, что послужит цели более точной оценки сейсмической опасности Крымского полуострова.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят А.В. Куликова за его помощь при полевых работах 2021 г.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследования на Южно-Чурубашском поселении были проведены при финансовой поддержке программы государственных исследований Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. Георадарные исследования выполнены при поддержке гранта РНФ № 22-12-00083.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Блаватский В.Д. Землетрясение 63 г. до н.э. на Керченском полуострове // Природа. 1977. № 8. С. 56–57.
- Едемский Д.Е., Попов А.В., Прокопович И.В., Дегтерев А.В., Рыбин А.В. Опыт георадиолокационного зондирования почвенно-пирокластического чехла юго-восточной части о. Матуа (Курильские острова) // Вестник КРАУНЦ. Сер.: Науки о Земле. 2018. Т. 40. № 4. С. 69–81.
- Едемский Д.Е., Тумской В.Е., Овсяченко А.Н. Георадиолокационное зондирование отложений в пределах деградирующего полигонального микрорельефа в Арктике // Криосфера Земли. 2021. Т. XXV. № 5. С. 55–69.
- Зинько В.Н. Некоторые итоги изучения сельской округи античного Нимфея // МАИЭТ. Вып. V. Симферополь, 1996. С. 12–20.
- Зинько В.Н. Хора Нимфея в VI–IV вв. до н.э. // Древности Боспора. Вып. 1. М., 1998. С. 86–104.
- Зинько В.Н. Хора боспорского города Нимфея // БИ. Вып. IV. Симферополь–Керчь, 2003. 316 с.
- Зинько В.Н. Хора городов европейского побережья Боспора Киммерийского (VI–I вв. до н.э.) // БИ. Вып. XV. Симферополь–Керчь, 2007. 336 с.
- Корженков А.М., Ларьков А.С., Овсяченко А.Н., Соколова О.Ю. Следы сильных землетрясений в руинах Боспорского города Нимфея // Боспорские исследования. 2018. Вып. XXXVII. С. 111–138.
- Корженков А.М., Овсяченко А.Н., Ларьков А.С., Рогожин Е.А., Димитров О.В., Сударев Н.И., Устаева Э.Р. О следах сильных землетрясений в древнем городе Гермонасса-Тмутаракань и структурное положение их очаговых зон // Боспорские исследования. 2019а. Вып. XXXIX. С. 242–274.
- Корженков А.М., Ларьков А.С., Овсяченко А.Н., Зинько В.Н. Следы сильных землетрясений на древнем городище Тиритака в Восточном Крыму. // Боспорские исследования. 2019б. Вып. XXXVIII. С. 137–159.
- Корженков А.М., Минчев А., Тенкеджиев В., Овсяченко А.Н., Димитров О., Ларьков А.С., Рогожин Е.А., Рангелов Б., Стрельников А.А. Сейсмические деформации в раннехристианском монастыре в местности Джанавара (Варна, Болгария). Ч. 1. Методы исследований // Вопросы инженерной сейсмологии. 2020. Т. 47. № 4. С. 72–91.
- Кругликова И.Т. Сельское хозяйство Боспора. М., 1975. 299 с.
- 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 (Москва). 2017. Т. 21. С. 265–294.
- Никонов А.А. Сейсмический потенциал Крымского региона: Сравнение региональных карт и параметров выявленных событий // Физика Земли. 2000. № 7. С. 53–62.
- Никонов А.А. Раненый Крым. По следам разрушений крупнейшего на полуострове в XX веке природного бедствия. Феодосия // Крымский альбом 2002. М., 2003. Вып. 7. С. 74.
- 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 АН. 2017а. Т. 472. № 1. С. 89–92.
- Овсяченко А.Н., Корженков А.М., Вакарчук Р.Н., Горбатилов А.В., Ларьков А.С., Рогожин Е.А., Сысолин А.И. Следы сильного землетрясения в средневековом городе Фанагория на Таманском полуострове // Геология и геофизика юга России. 2017б. № 3. С. 78–94.
- Овсяченко А.Н., Горбатилов А.В., Рогожин Е.А., Андреева Н.В., Степанова М.Ю., Ларьков А.С., Сысолин А.И. Микросейсмическое зондирование и активные разломы Керченско-Таманского региона // Физика Земли. 2019. № 6. С. 84–95.
- Овсяченко А.Н., Едемский Д.Е., Жостков Р.А. Активная тектоника Восточной Арктики: новые данные геолого-геофизических исследований на мысе Фомы (запад острова Врангеля) // Геотектоника. 2022. № 3. С. 3–19.
- Поротов А.В., Зинько В.Н. Изменение уровня моря и рельеф приморской полосы хоры Тиритаки и Нимфея в античное время (Западное побережье Керченского пролива) // Боспорские исследования. 2013. Вып. XXVIII. С. 3–20.
- Поротов А.В., Зинько В.Н. Основные результаты археолого-палеогеографических исследований приморской территории Тиритацкого городища // Боспорские исследования. 2022. Вып. XLV. С. 5–22.
- Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В. Землетрясения Крымско–Черноморского региона. Киев: Наукова думка, 1989. С. 42–55.
- Соколова О.Ю., Корженков А.М., Овсяченко А.Н., Ларьков А.С., Мараханов А.В. Переплетение торгово-экономического и природного факторов в судьбе античного города Нимфей // Боспор Киммерийский и варварский мир в период античности и средневековья. Торговля: пути–товары–отношения. XVII Боспорские чтения. Керчь, 2017. С. 506–516.
- 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 // Советская археология. 1952. № XVI. С. 232–281.
- Шнюков Е.Ф., Аленкин В.М., Путь А.Л., Науменко П.И., Иноземцев Ю.И., Скиба С.И. Геология шельфа УССР. Керченский пролив. Киев: Наукова думка, 1981. 160 с.
- Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Симферополь: ДИАЙПИ, 2011. 336 с.
- Al-Tawalbeh M., Jaradat R., Al-Bashaireh K., Al-Rawabdeh A., Gharaibeh A., Khrisat B., Kázmér M. Two inferred antique earthquake phases recorded in the Roman theater of Beit-Ras // Capitolas (Jordan) // Seismol. Res. Lett. 2020. V. XX. P. 1–19.
- Archaeoseismology / Eds S. Stiros, R.E. Jones. Athens: Brit. School at Athens, 1996. 268 p. (Fitch Laboratory Occasional Pap. Ser.)
- Benjelloun Y., de Sigoyer J., Dessales H., Baillet L., Guéguen P., Sahin M. Historical earthquake scenarios for the middle strand of the North Anatolian fault deduced from archeo-damage inventory and building deformation modeling // Seismol. Res. Lett. 2020. V. XX. P. 1–16.
- Hinojosa-Prieto H.R. Estimation of the moment magnitude and local site effects of a postulated Late Bronze Age earthquake: Mycenaean citadels of Tiryns and Midea, Greece // Ann. Geophys. 2020. V. 63. № 3. SE331.
- Edemsky D., Popov A., Prokopovich I. Geophysical survey of Tunnug mound periphery, Tuva, Russia // Journal of Applied Geophysics. 2021. V. 189. 104326.
- Kázmér M., Györi E. Millennial record of earthquakes in the Carpathian-Pannonian region: Historical and archaeoseismology // Hungar. Histor. Rev. 2020. V. 9. № 2. P. 284–301.
- Kázmér M., Škrkulja R. The 4th century Siscia (Croatia) earthquake – archaeoseismological evidence // 1st Croatian conference on earthquake engineering, 22–24 March 2021. Zagreb, Croatia: Abstr. Zagreb, 2021. P. 257–266.
- Khadr M. Deux actes de waqf d'un Qarahaniide d'Asie Centrale avec une introduction par Claude Cahen // J. Asiatique. 1967. V. CCLV. P. 305–334.
- Kopeikin V.V., Morozov P.A., Edemskiy F.D., Edemskiy D.E., Pavlovskii B.R., Sungurov Yu.A. Experience of GPR application in oil-and-gas industry // Proc. 14th Int. Conf. "Ground Penetrating Radar", Shanghai, China. 2012. V. 3. P. 817–819.
- Korjenkov A.M., Mamurov E., Omuraliev M., Kovalenko V.A., Usmanov S.F. Rock avalanches and Landslides formed in result of strong Suusamy (1992, $M = 7.4$) earthquake in the northern Tien Shan – test structures for mapping of paleoseismic deformations by satellite images // Proceedings of the 7th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography. Band 23. Dresden: Kartographische Bausteine, 2004. P. 117–135.
- Korjenkov A.M., Mazor E. Earthquake characteristics reconstructed from archeological damage patterns: Shivta, the Negev Desert, Israel // Isr. J. Earth Sci. 1999. V. 48. P. 265–282.
- Korjenkov A.M., Mazor E. Archeoseimology in Mamshit (southern Israel): Cracking a millennia code of earthquakes preserved in ancient ruins // Archaeologischer Anzeiger. 2003. № 2. P. 51–82.
- Korzhenkov A.M., Mazor E. Structural reconstruction of seismic events: Ruins of ancient cities as fossil seismographs // Sci. New Technol. 1999. № 1. P. 62–74.
- Liritzis I., Westra A., Miao C. Disaster geoarchaeology and natural cataclysms in world cultural evolution: An overview // J. Coastal Res. 2019. V. 35. № 6. P. 1307–1330.
- Martín-González F. Earthquake damage orientation to infer seismic parameters in archaeological sites and historical earthquakes // Tectonophysics. 2018. V. 724/725. P. 137–145.
- Martín-González F. Review and proposed method to study the damage orientation of earthquake effects in pre-instrumental earthquakes // Izv. Phys. Solid Earth. 2021. V. 57. № 6. P. 980–993.
- Roumane K., Ayadi A. Archaeoseismology in Algeria: Observed damages related to probable past earthquakes on archaeological remains on Roman sites (Tel Atlas of Algeria) // The Geology of the Arab World – An Overview / Eds A. Bendaoud et al. // Springer Geol. 2019. P. 319–339.
- Satuluri S., Gadhavi M.S., Malik J.N., Vikrama B. Quantifying seismic induced damage at ancient site Manjal located in Kachchh Mainland region of Gujarat, India // J. Archaeol. Sci. Rep. 2020. V. 33. 102486.
- Scholl T., Zin'ko V. Archaeological map of Nymphaion (Crimea). Warsaw, 1999. 126 p.
- Stiros S.C. Monumental articulated ancient Greek and Roman columns and temples and earthquakes: Archaeological, historical, and engineering approaches // J. Seismol. 2020. V. 24. P. 853–881.

YUZHNO-CHURUBASHSKOE SETTLEMENT, EASTERN CRIMEA. SEISMIC-GRAVITATIONAL AND SEISMIC-INERTIAL DEFORMATIONS

V. N. Zinko^{1, *}, A. M. Korzhenkov^{2, **}, A. N. Ovsyuchenko^{2, ***}, D. E. Edemsky^{3, ****},
A. S. Larkov^{2, *****}, A. I. Sysolin^{2, *****}

¹*Vernadsky Crimean Federal University, Academician Vernadsky ave., 4, Simferopol, 295007 Russia*

²*Schmidt Institute of Earth Physics of the Russian Academy of Sciences,
Bolshaya Gruzinskaya str., 10, bld. 1, Moscow, 123242 Russia*

³*Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation RAS,
Kaluga highway, 4, Moscow, Troitsk, 108840 Russia*

**e-mail: elena-zinko@mail.ru*

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

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

*****e-mail: deedemsky@gmail.com*

******e-mail: las119@yandex.ru*

******e-mail: alexandr.sysolin@gmail.com*

Comprehensive studies (archaeological, archeo- and paleoseismological, georadar profiling) were carried out, which made it possible to establish the genesis of the destruction of the Yuzhno-Churubashskoe settlement (a large estate on the Nymphaea Choir) in the Eastern Crimea. A strong seismic event with a possible focus along the southwestern limit of the Churubash estuary, one of the segments of the Parpach-Taman' active fault, led to the formation of landslide bodies to the southwest of the fault. The submeridional plane of separation of one of them crossed the ancient settlement approximately in the middle, forming a visible flexure in the bedrock of the archaeological monument – a seismic-gravitational deformation. Strong seismic movements from the seismic source led to the collapse of all building structures and severe deformation of the preserved lower rows of masonry: tilts, horizontal shifts and rotations of parts of the walls – seismic-inertial deformations. Taking into account the proximity of the seismic focus and the severe destruction of all the buildings of the settlement, we assume that the estate fell into the epicenter zone of an ancient earthquake, where the intensity of seismic movements was at least $I_0 \geq IX$ points. Judging by the finds of amphoric stamps, chernolak ceramics, as well as a Bosporan coin, this large estate on the Nymphaea Choir ceases to exist during a serious earthquake and a strong fire at the beginning of the fourth quarter of the IV century BC. It is possible that we observed traces of this earthquake earlier in Nymphaeum: the Nymphaeum structures built in the V–IV centuries BC were very seriously damaged – they were completely or partially destroyed. Further studies of active geological structures and archaeological sites will help to more accurately parameterize the identified seismic event, which will serve the purpose of a more accurate assessment of the seismic hazard of the Crimean Peninsula.

Keywords: archeology, archaeoseismology, paleoseismology, georadar studies, South-Churubashskoe settlement, Chora Nymphaea, Eastern Crimea, Kerch Peninsula, ancient earthquakes, seismic-gravity and seismic-inertial deformations, Parpach-Taman' fault