

УДК 550.34

## АРХЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ДРЕВНЕЙ СТОЛИЦЕ КРЫМСКИХ ХАНОВ САЛАЧИКЕ

А.М. Корженков<sup>1</sup>, Д.А. Моисеев<sup>2</sup>, А.Н. Овсяченко<sup>1</sup>,  
А.С. Ларьков<sup>1</sup>, А.В. Мараханов<sup>1</sup>, Е.А. Рогожин<sup>1</sup>,  
Ш.А. Эмруллаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Бахчисарайский историко-культурный и археологический музей-заповедник, г. Бахчисарай, Республика Крым, Россия

**Аннотация.** Проведен комплекс археологических, археосейсмологических и сейсмотектонических работ в Салачике — древней столице крымских ханов на окраине современного г. Бахчисарай (Крым). Установлены следующие разрушения и деформации средневековых зданий: значительные наклоны целых стен зданий, выдвигания отдельных элементов строительных конструкций, повороты фрагментов стен и отдельных строительных блоков вокруг вертикальной оси, значительные деформации арочных конструкций, сквозные трещины, пробивающие несколько строительных блоков подряд. Этот комплекс деформаций свидетельствует об их сейсмогенной природе. Нами выявлены следы, по крайней мере, два сильных землетрясения в средневековых памятниках Салачика. Для одного из них с использованием кинематических индикаторов удалось определить направление прихода максимальных ( $VIII \leq I_0 \leq IX$  баллов) сейсмических колебаний — с запада. По данным исторической сейсмологии был также определен возраст одного из землетрясений: 30 апреля 1698 г. В зданиях Салачика имеются также повреждения, вызванные Крымскими землетрясениями 1927 г. Полученные материалы могут быть использованы для более достоверной оценки сейсмической опасности территории Крымского п-ова.

**Ключевые слова:** сейсмические деформации, повреждения и разрушения, кинематические индикаторы, древние здания, руины, археосейсмология, Салачик, Бахчисарай, Крым.

### ВВЕДЕНИЕ

Повреждения, наблюдаемые в древних руинах, могут быть вызваны такими процессами, как результат плохой строительной технологии, выветривание с течением времени (статическое повреждение), разрушения вражескими армиями или результат землетрясений. Распознавание сейсмической природы повреждений посредством преимущественно ориентированного обрушения и деформирования строительных элементов в настоящее время является обычным методом, применяемым в археологии. Особенности разрушений, наблюдаемые в древних (так же, как и в современных) руинах, могут использоваться как количественный инструмент для решения главных задач археосейсмологической науки:

1) определение генезиса деформаций, выявленных в археологических памятниках;

- 2) оценка местной интенсивности сейсмических колебаний;
- 3) локализация эпицентров методом, не зависящим от сейсмической сети и дополняющим ее;
- 4) идентификация зон с сейсмически наведенной деформацией сжатия и растяжения;
- 5) продление сейсмической летописи на временной интервал в сотни и тысячи лет.

Данный метод был предварительно прокалиброван нами при исследовании сильных Кочкор-Атинского, Суусамырского (оба в 1992 г.) и Кочкорского (2006 г.) землетрясений в Киргизии [Korzhenkov, Mazon, 1999; Корженков, Лемзин, 2000; Корженков, Мазор, 2001; Корженков и др., 2006; и др.], а затем использован нами при археосейсмологических исследованиях в Армении [Корженков и др., 2015], Германии [Korjenkov

et al., 2008; и др.], Израиле [Korzhenkov, Mazor, 2014; и др.], Иордании [Korjenkov, Schmidt, 2009; и др.], Казахстане [Korjenkov et al., 2003; и др.], Киргизии [Korjenkov et al., 2006; и др.] и России [Винокуров и др., 2015]. Методика, использованная в настоящем исследовании, подробно изложена в вышеперечисленных статьях.

### РЕГИОНАЛЬНАЯ СЕЙСМОТЕКТОНИКА

Город Бахчисарай расположен на северном склоне Горного Крыма. Горный Крым представляет собой сложностроенное, асимметричное складчато-надвиговое сооружение, на северном склоне которого расположена широкая ступень (тектоническая терраса), бронированная вздернутыми в сторону Южного берега Крыма слоями прочных известняков позднего мела — плиоцена. Известняки образуют две основные куэстовые гряды — Внешнюю и Внутреннюю, между которыми протягивается продольная эрозионно-тектоническая депрессия. Между городами Севастополь и Симферополь в структуре доверхнемеловых отложений вдоль этой депрессии по буровым и геофизическим данным трассируется зона Предгорного (Северо-Крымского, Симферопольского) глубинного разлома (сутуры) [Юдин, 2011].

Асимметрия горного сооружения Крыма подчеркивается пологой моноклиной северного крыла и крутым узким южным склоном. Она выражена не только в деформациях позднеальпийских осадков и геоморфологических уровней [Муратов, 1951], но и в сейсмической активности, которая в настоящее время характеризуется концентрацией большинства сейсмических событий в Южно-Крымской складчато-надвиговой зоне. Эта зона протягивается в акватории Черного моря вдоль Южного берега Крыма. По данным сейсморазведки здесь зафиксирована серия взбросо-надвигов, смещающих все элементы разреза вплоть до самых молодых [Терехов, Шимкус, 1989; Строение..., 1992]. Разрывы отчетливо выражены в рельефе уступами, а в четвертичных осадках наблюдаются вертикальные смещения с амплитудой в несколько сотен метров.

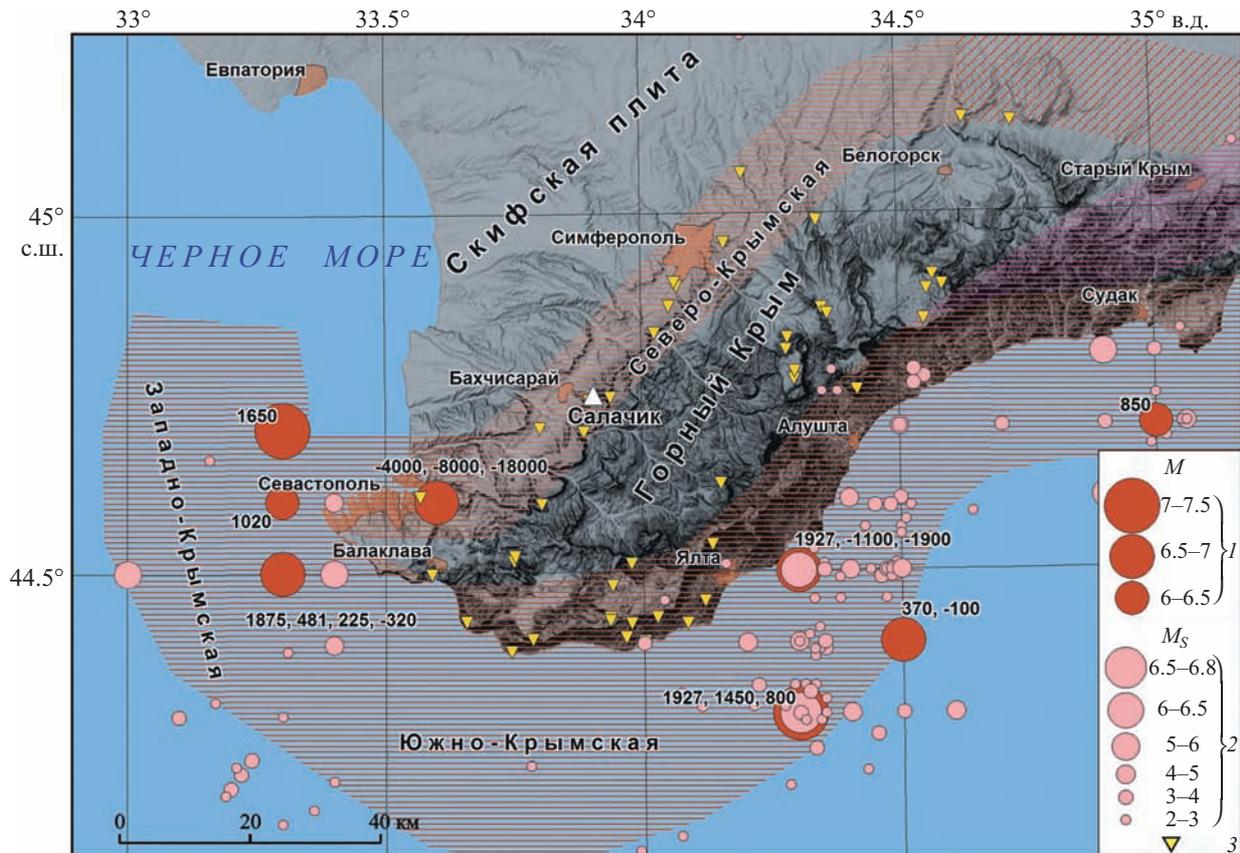
Сейсмологические исследования в Крыму начались сразу после Ялтинских землетрясений 1927 г. с  $M = 6.0$  и  $M = 6.8$ , ставших сильнейшими за всю историю инструментальных наблюдений в этом регионе. Главная выявленная сейсмологическая особенность Крыма — расположение эпицентров в акватории Черного моря, где они недоступны для непосредственных наблюдений. Но период инструментальных наблюдений слишком краток для выявления всех сейсмогенерирующих

структур, так как повторяемость сильных землетрясений в Крыму может составлять несколько сотен, а то и тысяч лет. «Нарастить» сейсмическую историю позволяют палеосейсмологические исследования.

По историческим и археосейсмологическим данным, помимо Южно-Крымской складчато-надвиговой зоны, где произошли Ялтинские землетрясения 1927 г., намечено несколько других потенциальных очаговых областей сильных землетрясений [Никонов, 2000]. Интервалы повторяемости разрушительных землетрясений в этих очаговых зонах оцениваются А.А. Никоновым в 50–600 лет. Однако параметры этих событий вызывают сомнения у многих историков и археологов. Так, была уточнена дата землетрясения XV в. — 1423 г. и получены разнообразные археологические и литературные подтверждения катастрофических разрушений в результате этого события на нескольких археологических памятниках Горного Крыма и его Южного берега [Кирилко, 2005; Мыц, 2009]. Эти же источники позволили уточнить сведения о землетрясении начала XI в. Также имеется много археосейсмологических свидетельств о катастрофических сотрясениях, интенсивность которых в эпицентре (Южный берег Крыма на ялтинском отрезке) оценивается в  $8(\pm 1)$  баллов по шкале MSK-64, а в г. Херсон (совр. г. Севастополь) —  $7(\pm 1)$  баллов [Хапаев, 2011]. Таким образом, начатые сравнительно недавно археосейсмологические исследования Горного Крыма дают все больше надежных сведений о важных параметрах сильных землетрясений древности, что говорит о высокой эффективности этого метода.

Активные разломы Крыма изучены слабо; хорошо изучен лишь Инкерманский активный разлом на восточной окраине г. Севастополь. В связи с этим при построении карты потенциальных очагов сильных землетрясений, помимо инструментальных данных, использованы в основном материалы о следах сейсмических сотрясений древности (рис. 1). Им даны обобщенно-условные названия по их относительному положению.

Вдоль Южного берега Крыма протянулась Южно-Крымская складчато-надвиговая зона. Она продолжается далеко на восток вдоль Черноморского побережья и Южного склона Большого Кавказа и на всем протяжении характеризуется максимальным уровнем зарегистрированной сейсмичности. На Южном склоне Большого Кавказа в пределах этой зоны произошло сильнейшее за всю историю инструментальных сейсмических наблюдений на Кавказе Рачинское землетрясение 1991 г. с  $M = 6.9–7.2$ . В Южно-Крымской зоне в 1927 г. произошли сильные землетрясения с  $M = 6.0$  и  $M = 6.8$ . Механизм очага при первом



**Рис. 1.** Сейсмические зоны (заштрихованные области) Крыма по инструментальным, археосейсмологическим и палеосейсмологическим данным

1 — эпицентры землетрясений древности по данным А.А. Никонова [2000] с указанием года (со знаком «минус» — до н.э.); 2 — эпицентры землетрясений по инструментальным и макросейсмическим данным за период 1800–2014 гг. ([Пустовитенко и др., 1989; Shebalin, 1997]; сайт в Интернете: [www.gs.nsc.ru](http://www.gs.nsc.ru)); 3 — сейсмогенные обвалы по данным Л.С. Борисенко и др. [1999]

толчке по макросейсмическим данным можно полагать преимущественно сдвиговым по плоскости север–северо-западного простирания, а при основном ( $M = 6.8$ ) — взбросовым северо-восточной ориентировки [Никонов, 2012]. Сейсмологические и геофизические данные согласуются между собой и свидетельствуют о том, что сейсмичность в Ялтинской очаговой зоне в значительной степени обусловлена поддвигом молодой субокеанической земной коры Черного моря под континентальную литосферу Горного Крыма [Горшков, Левицкая, 1947; Юдин, 2011; и др.].

Вдоль Западного берега Крыма выделяется субмеридиональная Западно-Крымская зона. Она предположительно представляет собой крупнейший сдвиг, строение которого изучено слабо и преимущественно геофизическими методами [Строение..., 1992]. В этой зоне произошли землетрясения в 1875 г. с  $M = 5.2$  и в 1957 г. с  $M = 5.5$  [Shebalin, Leydecker, 1997]. По археосейсмологи-

ческим данным сюда же отнесены эпицентры нескольких сильных землетрясений древности [Никонов, 2000].

Значительно хуже изучены потенциальные сейсмические очаги Горного Крыма на суше. По косвенным данным о глубинном строении и распределении сейсмогравитационных образований выделяется Северо-Крымская зона. Здесь, под платформенными слабодислоцированными отложениями верхнего мела — кайнозоя трассируется глубинный разлом, разделяющий Скифскую плиту и альпийское сооружение Горного Крыма. Вдоль зоны Предгорного (Северо-Крымского, Симферопольского) глубинного разлома вытянута полоса сейсмогенных обвалов и гигантских оползней [Борисенко и др., 1999; и др.]. Она протягивается вдоль высоких обрывов прочных пород куэстовой моноклинали Северного склона Горного Крыма и во многом обусловлена благоприятными геоморфологическими (крутые

склоны и обрывы) и литологическими (мощные пласты известняков и глин) условиями. Сейсмоструктурные разрывы голоценового возраста в этой полосе не выявлены. Наиболее уверенно выделяется субширотный отрезок зоны в районе г. Севастополь, на котором изучен частично расположенный на суше Инкерманский активный сбросо-сдвиг. Он выделен в связи с обнаруженными здесь выразительными палеосейсмодислокациями гравитационно-сейсмоструктурного типа [Борисенко и др., 1995].

В целом же имеющиеся сведения о потенциальных очагах сильных землетрясений Крыма, несмотря на многочисленные свидетельства о сейсмических катастрофах древности, все еще очень скудны и неопределенны. Эта неопределенность вряд ли позволит очертить потенциальные очаги с большей точностью, чем это отражено на рис. 1. И все же можно надеяться, что составленная нами карта послужит основой для дальнейшей локализации очагов по археосейсмологическим данным.

#### АРХЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В КРЫМУ

Археосейсмологические исследования в Крыму ведутся уже на протяжении полувека. Среди исследователей назовем В.Д. Блаватского [1977], Ф.О. Аракеяна [1983], Л.С. Борисенко и др. [1995], А.А. Никонова [1996], Н.И. Винокурова [2002] и др. Однако многие из этих исследований носили качественный, а зачастую, и «эмоциональный» характер. Любые руины сразу же объявлялись результатом сильного сейсмического воздействия, что вызывало справедливую критику специалистов, занимавшихся исторической сейсмологией. Последние справедливо указывали на то, что если произошло сильное землетрясение, то его описание или хотя бы упоминание должно сохраниться в исторических записях.

Наши полевые исследования в Крыму в ноябре и декабре 2015 г. проводились как систематический поиск с детальным описанием кинематических индикаторов сейсмических воздействий в руинах древних сооружений. Главной задачей был сбор доказательств сейсмической природы разрушений и повреждений. Если таковые выявлялись, то проводилась оценка местной (локальной) сейсмической интенсивности по шкале МСК-64. Затем по специфическим параметрам сейсмических деформаций предпринимались попытки определить направление максимального суммарного сейсмического воздействия на строительные конструкции. Наконец, консультируясь с местными археологами и используя опубликованные литературные и архивные данные, мы пытались определить возраст сейсмического события.

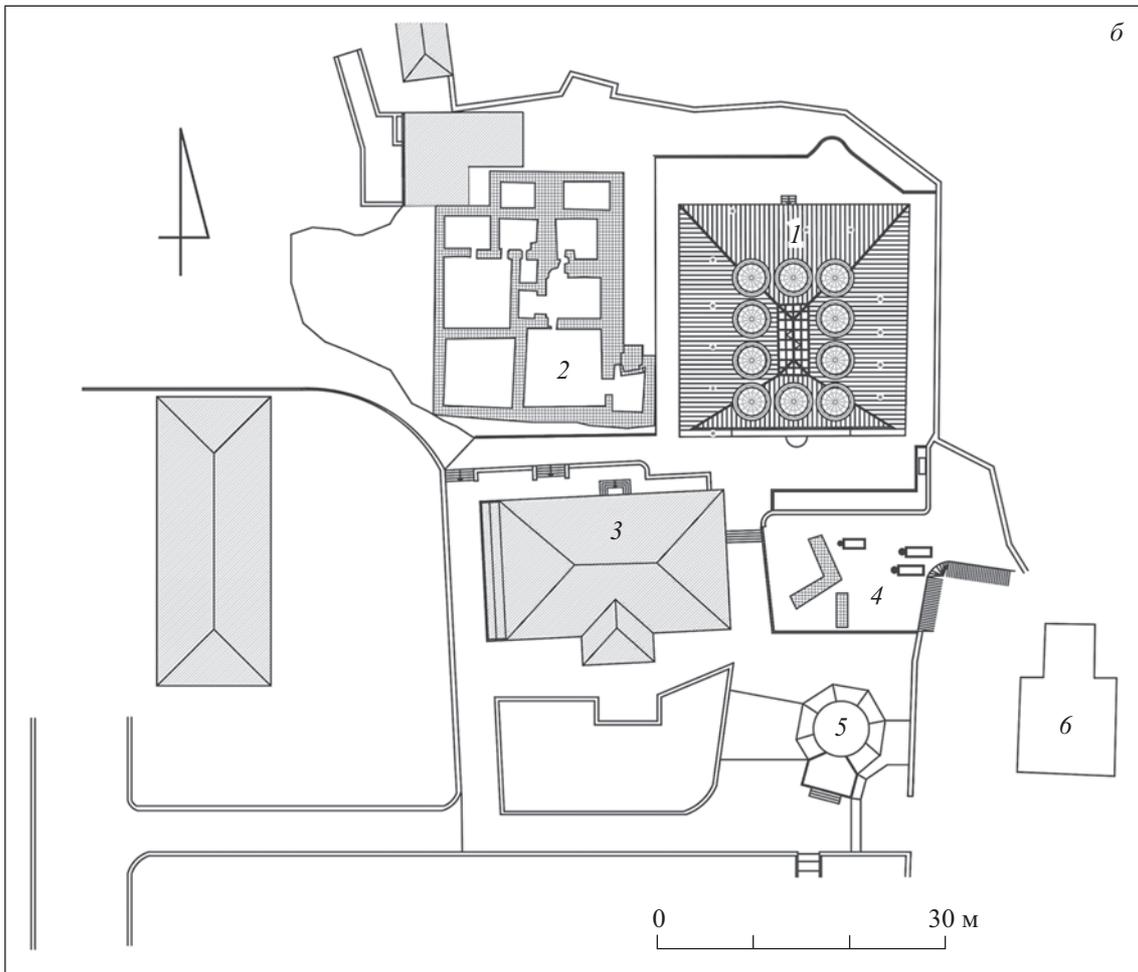
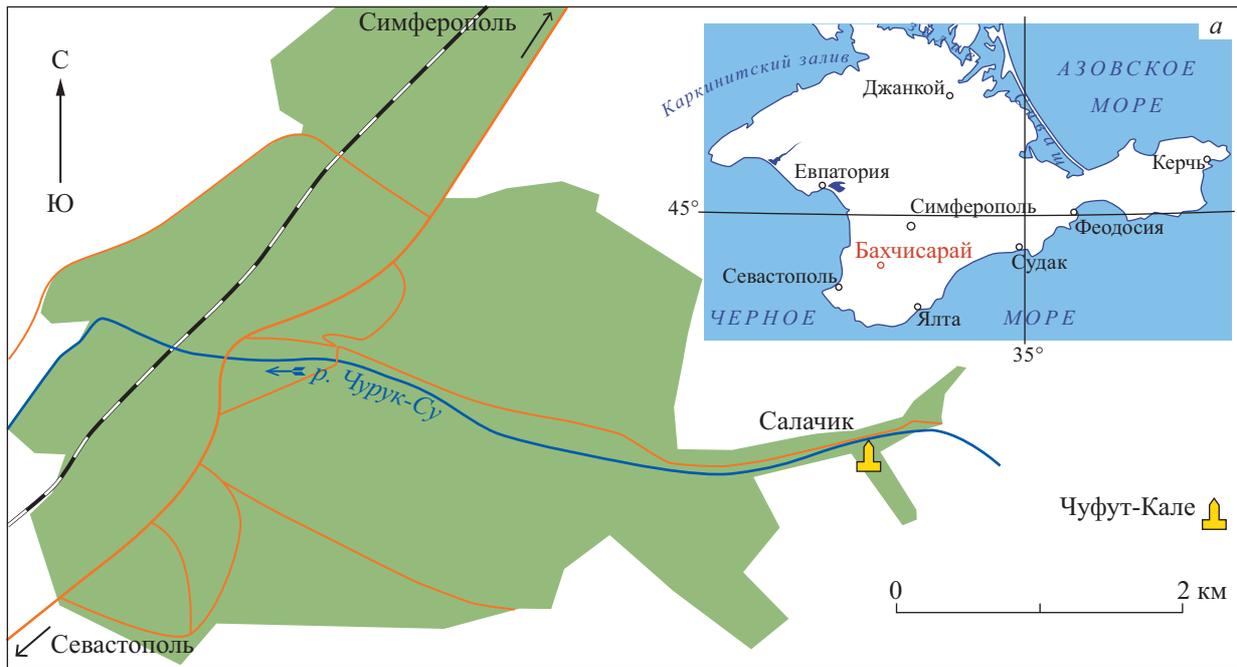
#### ИСТОРИЯ Г. БАХЧИСАРАЙ И САЛАЧИКА

Салачик — район г. Бахчисарай, который расположен на окраине так называемого Старого города (рис. 2, а). Это название с крымско-татарского переводится как «маленькое село» или «селеньице». Сюда в середине XV в. переносит столицу своего государства хан Хаджи Гирей. По сути Салачик был мусульманским предместьем древней крепости, расположенной над ним и имеющей сейчас название Чуфут-Кале. В XV в. эта крепость (или вся местность) имела название Кырк-Ор.

Причины, заставившие Хаджи Гирея перенести свою столицу из г. Солхат, имели политико-экономический характер. Немаловажной причиной выбора этого места для строительства первого дворцового комплекса ханов Крымского ханства была замена генуэзской Каффы как торгового порта Солхата на дружественный порт Каламита князей Феодоро. Таким образом, не позднее 1453 г. (это следует из письма консула Каффы Борруэля Гримальди к дожу Пьетро Кампофрегозо от 31 января 1453 г., где тот жалуется на строительство «в Кырк-Оре» Хаджи Гиреем дворца и таможни [Мыц, 2009]), берет свое начало формирование дворцового комплекса в Салачике. В первой половине, но не позднее середины XVI в., ханы строят новый дворец ниже Салачика по течению р. Ашлама (Чурук-Су), который становится центром формирующейся новой столицы Крымского ханства г. Бахчисарай.

Сегодня от первого дворца крымских ханов сохранилось всего две постройки начала XVI в., которые включены в историко-археологический комплекс «Салачик» Музея археологии и пещерных городов Бахчисарайского историко-культурного и археологического музея-заповедника (БИКАМЗ). Это дюрбе Хаджи Гирея и Зынджирлы-медресе (рис. 2, б). По свидетельствам средневекового турецкого путешественника Э. Челеби, посетившего дворец в Салачике в 1667 г., в состав дворцового комплекса, кроме названных построек, также входили: собственно само здание дворца, высокий зал суда, бани, мечеть Менгли Гирея и медресе Сахиб Гирея [Челеби, 2008]. По сведениям генуэзских источников в комплекс этого дворца входила и таможня [Мыц, 2009]. На сегодняшний день археологическими раскопками открыты руины городских бань и, возможно, обнаружена мечеть Менгли Гирея. Несмотря на то, что дворцовый комплекс в Салачике являлся резиденцией крымских ханов около 100 лет, его история и хронология остаются малоизученными.

Нами были исследованы следующие памятники в Салачике.



**Рис. 2.** Положение Салачика в пределах г. Бахчисарай (а) и план построек в Салачике (б)  
 1 — Зынджирлы-медресе; 2 — руины городских бань; 3 — Новометодное медресе; 4 — мусульманское кладбище; 5 — дюрбе Хаджи Гирея; 6 — предполагаемая мечеть Менгли Гирея

*Предполагаемое помещение мечети.* В советское время здание предполагаемой мечети Менгли Гирея использовалось под столовую. Как отмечалось выше, относительно отождествления этой мечети с мечетью Менгли Гирея, о которой пишет Э. Челеби, можно говорить только в качестве гипотезы [Челеби, 2008]. Эпоха строительства и разрушения этой постройки изучена слабо. Несмотря на верность или ошибочность ее отождествления с мечетью Менгли Гирея, очевидно, что во время функционирования мусульманского кладбища между дюрбе и Зынджирлы-медресе она уже существовала. На гравюре 1687 г. за дюрбе также просматриваются постройки. Однако уверенно говорить о том, что среди них есть предполагаемая мечеть Менгли Гирея нельзя [Суанеае..., 1687].

*Дюрбе (мавзолей) хана Хаджи Гирея* на данный момент является наиболее хорошо археологически изученным памятником дворцового комплекса [Гаврилюк, Ибрагимова, 2010]. Торжественное открытие дюрбе датируется по строительной надписи над входом 21 марта 1501 г. [Гаврилюк, Ибрагимова, 2010]. Археологи выделяют два строительных периода в его истории. В начале первого была сооружена усыпальница, где похоронили хана Хаджи Гирея. В начале второго (1501 г.) — над усыпальницей было выстроено новое дюрбе, которое сохранилось до наших дней. Во время своего существования постройка как минимум дважды подвергалась ремонтам и повреждениям [Гаврилюк, Ибрагимова, 2010]. К большому сожалению, авторы указанного исследования не публикуют археологический материал из своих раскопок и не уточняют хронологию разных строительных периодов дюрбе, хотя и отмечают значительный наклон на запад, что сводит на нет возможность датирования этого повреждения по историко-археологическим данным.

*Зынджирлы-медресе* — вторая сохранившаяся постройка дворцового комплекса. Она была сооружена в 1500 г. [Якобсон, 1964; Ибрагимова, 2007; Гаврилюк, Ибрагимова, 2010; Петров, Гаврилюк, 2011]. Степень ее изученности, хронология и история существования в XVI–XVIII вв. остаются недостаточно полными. Однако это не касается истории ее существования в XIX–XX вв. (см., к примеру, работы [Ганкевич, 1998а, б; Богданович, 2001; Ганкевич, 2001; Показчик..., 2007; Бойцова и др., 2009; Зайцев, 2015]).

*Бани.* Время строительства и разрушения бань изучено слабо. Согласно предварительным итогам археологическим раскопок, этот объект можно датировать серединой XV – концом XVIII в. [Петров, Гаврилюк, 2011]. К сожалению, уточнить строительные периоды истории существования бань, а также проверить эти даты нет возможно-

сти, так как материалы раскопок опубликованы не были.

## АРХЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В САЛАЧИКЕ

Наши археосейсмологические исследования в музейном комплексе «Салачик» проводились после недавних археологических раскопок и реставрационных работ. В ходе исследований был выявлен ряд значительных деформаций в сохранившихся древних постройках.

*Сквозные трещины в стенах.* Для формирования подобных трещин необходимо мгновенное местное высвобождение колоссального количества энергии для преодоления трещиной «тектонической брешы» между камнями [Корженков и др., 2009]. Так, нами была зафиксирована субвертикальная сквозная трещина, пробивающая четыре строительных блока подряд, в меридиональной стене (с простиранием  $175^\circ$ ) бывшей мечети (рис. 3, а). В ходе реставрационных мероприятий многочисленные трещины этого типа были отремонтированы (заменены разбитые блоки) либо скрыты слоем штукатурки и лишь на старых фотографиях (рис. 3, б) можно заметить эти деформации. Это разрушение точно датировано — землетрясение 1927 г.

Значительный наклон против уклона местности гробницы (дюрбе) первых крымских ханов на запад ( $250^\circ$ ) (рис. 4). Само строение является восьмигранником. При наклоне происходит как бы схлопывание двух граней с простиранием  $175^\circ$  и  $130^\circ$ . Угол наклона угловой части строения между ними наружу —  $83^\circ$ .

*Горизонтальные смещения элементов строительных конструкций.* Как и в случае с наклонами, действует тот же механизм: нижняя часть здания во время землетрясения движется вместе с грунтом, однако плохо связанные с нижней частью элементы конструкции отрываются и остаются на месте вследствие инерции [Korzhenkov, Mazor, 1999]. Так, косяковая часть одного из дверных проемов была вдвинута вовнутрь помещения Зынджирлы-медресе (рис. 5), по-видимому, во время значительного землетрясения.

*Деформации и обрушения арочных конструкций.* Лучше всего эти деформации видны в Зынджирлы-медресе. Хотя духовное училище подверглось значительной, но очень грамотной и щадящей реставрации, деформации в замковой части практически всех арок с простиранием  $75^\circ$  прекрасно фиксируются (рис. 6). Подобные деформации возможны при кратковременных эпизодах растяжения, действующего вдоль арочной конструкции. Здесь же (в медресе) наблюдается и деформация арочных колонн. Наиболее впечатляющая из



**Рис. 3.** Сквозные трещины в каменной кладке помещений в Салачике

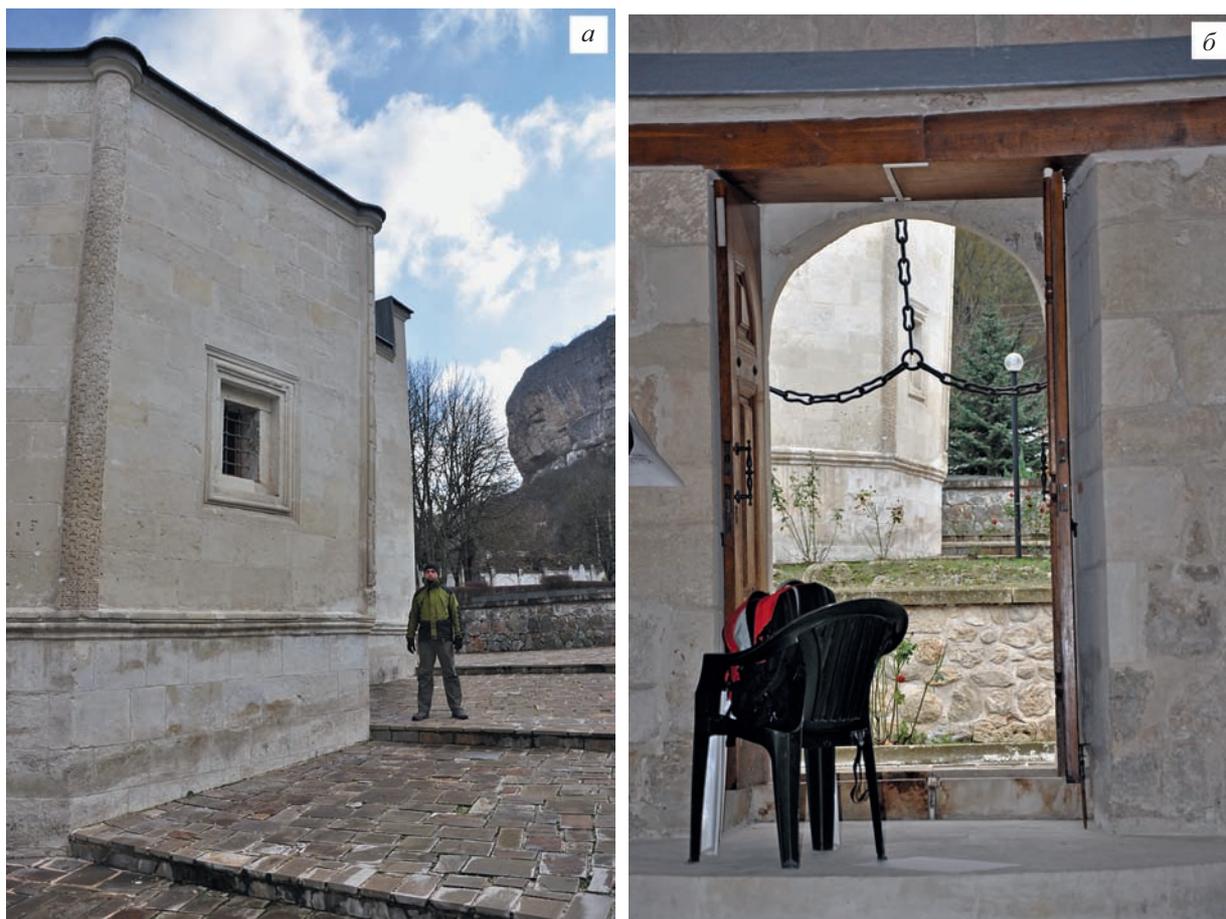
*а* — сквозная трещина в каменной кладке старинной мечети; *б* — растрескавшийся низ северной колонны западной галереи медресе. Фотография из фондов БИКАМЗ; инв. № кп3917-511. Неизвестный фотограф

них: значительный наклон ( $82^\circ$ ) средней колонны из восточной галереи на запад. Такой сильный наклон арочной колонны заставил средневековых строителей пристроить дополнительную контрфорсную стену с западной стороны (рис. 7). Важно отметить, что и эта колонна, и гробница первых крымских ханов имеют наклон в одном и том же направлении.

Данную деформацию в первую очередь необходимо датировать по контрфорсной стене в виде арки со строительной надписью. Арка имеет циркулярную форму и значительно отличается от остальных, которые являются стрельчатыми. В контрфорсной стене по центру расположена половина надписи, которая некогда была нанесена над входом во Дворец правосудия; датируется эта надпись 1536–1537 годами [Челеби, 2008; Абдульвапов, 2013]. Таким образом, надпись могла попасть в ремонтную арку в Зынджирлы-медресе только после разрушения самого Дворца правосудия. В пользу этого говорит то, что арка и полови-

на надписи представляют собой единый архитектурный и конструктивный ансамбль. Возведение контрфорсной стены не могло произойти раньше 1666–1667 гг., когда надпись на «своем» месте видел Э. Челеби [2008].

Отметим, что это не единственный памятник из ханского дворца в Салачике, который впоследствии был перенесен на новое место. Вторым таким объектом является портал Демир-Капу. Упоминает о нем в своем описании дворца в Салачике и Э. Челеби [2008]. На литографии с изображением предположительно дворца в Салачике видно четыре портала, по своей форме напоминающие Демир-Капу [Суанеае..., 1687]. Не вызывает сомнений, что этот объект был перенесен в ханский дворец в Бахчисарае [Домбровский, 1863; Маркевич, 1895]. Тем не менее о дате этого мероприятия в научной литературе нет сложившегося общего мнения [Гайворонский, 2002]. Необходимо указать, что в описании дворцового комплекса в Бахчисарае, оставленном адъютантом графа



**Рис. 4.** Значительный наклон на запад (под углом  $83^\circ$ ) западной грани восьмигранной древней гробницы первых крымских ханов  
*а* — вид с внешней стороны гробницы; *б* — вид на наклоненный угол через дверь Зынджирлы-медресе

Миниха Манштейном, упоминаний о портале нет (см. [Маркевич, 1895]). По-видимому, до 1736 г. портала в ханском дворце в Бахчисарае не было. Первые точные сведения о нахождении портала в ханском дворце — данные о ремонте дворца перед приездом Екатерины II, относящиеся к 1787 г. Тогда портал некоторое время уже находился во дворце [Маркевич, 1895]. Также отметим, что на карте 1771 г. г. Бахчисарая и его предместий в Салачике обозначены только дюрбе и Зынджирлы-медресе [Гайворонский, 2015]. Таким образом, наиболее вероятной датой перенесения Демир-Капу, видимо, необходимо признать строительную активность крымских ханов в 40-х годах XVIII в. [Домбровский, 1863] по возобновлению и ремонту дворцового комплекса после пожара 1736 г. Скорее всего, разрушения дворца и Дворца правосудия в Салачике произошли в одно время. Из первого был изъят портал Демир-Капу и перенесен в ханский дворец в Бахчисарае. А материалы второго, в том числе и часть строитель-

ной надписи, использовались для ремонта колоннады в Зынджирлы-медресе. Все предполагаемые нами события произошли между 1687 и 1771 гг. (либо 40-е годы XVIII в.). В это время к таким масштабным разрушениям могло привести либо сильное землетрясение 1698 г., известное по кадиаскерским книгам Мангупского кадылыка [Протоколы..., 1899], либо пожар, устроенный графом Минихом в 1736 г. Таким образом, наиболее вероятной остается дата 1698 г.

Колебания, действующие параллельно простирацию арочных конструкций, могут привести и к их полному обрушению. Подобный случай наблюдался нами в средневековой бане Салачика на входе в топочное отделение (рис. 8). Здесь оказалась утраченной арка с простираем  $75^\circ$ , что совпадает с простираем деформированных арок в медресе.

Разрушение арочных конструкций имело место и в самом Зынджирлы-медресе (рис. 9). Новая ремонтная арка (азимут простираения  $75^\circ$ )



**Рис. 5.** Вдвинутая вовнутрь косяковая часть одного из дверных проемов в Зынджирлы-медресе (показана стрелками). Вид на ее западную стену с юго-востока. Фотография из Научного архива БИКАМЗ. Ф. 05. Оп. 7. Д. 288. Л. 372. Неизвестный фотограф. 1961 г.



**Рис. 6.** Провисание части арочной конструкции субширотного простираия в Зынджирлы-медресе



*б*



**Рис. 7.** Деформации арочных конструкций в Зынджирлы-медресе  
*а* — значительный наклон арочной колонны. Штриховая линия указывает границу между собственно опорой (1) и более поздней стеной-крепидой (2); 3 — современные стяжки; 4 — современные металлические распорки;  
*б* — зигзагообразная деформация и растяжение между строительными блоками в арке (азимут простирания 165°) к югу от наклоненной колонны (см. рис. 7, *а*)



Рис. 8. Арка широтного простираения (утрачена) в привходовой части топочного отделения средневековой бани

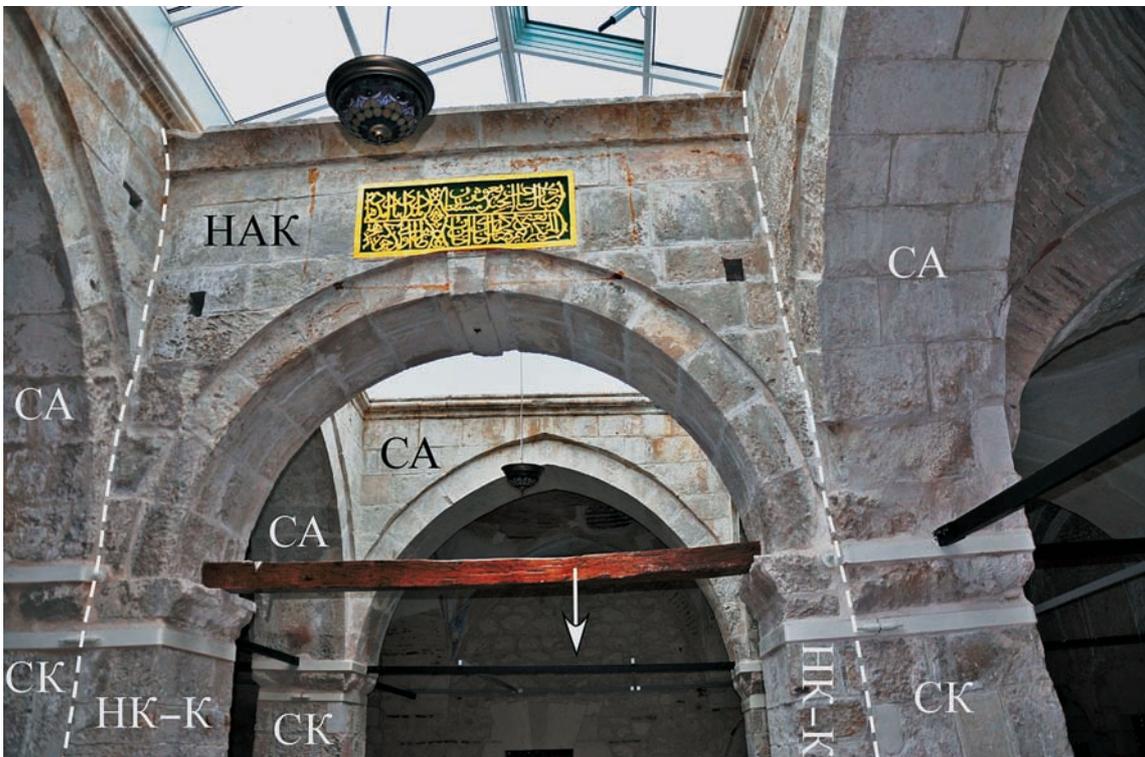


Рис. 9. Старые и новые арочные конструкции в Зынджирлы-медресе  
Описание деформаций см. в тексте. НАК — новая арочная конструкция; СА — старая арка; СК — старая колонна; НК-К — новая колонна-контрфорс

была повреждена во время второго деформационного события. Чтобы удержать эту арку от дальнейшей деформации, между новыми арочными контрфорсами была вставлена деревянная балка-распорка. Последняя также деформирована — выгнута вниз. Кроме этой распорки, здесь имеются и другие современные распорки и металлические стяжки.

*Вращения отдельных блоков и фрагментов стен вокруг вертикальной оси* отмечены нами в развалинах средневековой бани и в Зинджирлы-медресе. Так, в нижней части стены средневековой бани (с общим простираем  $170^\circ$ ) имеется поворот фрагмента стены на два ряда строительных блоков против часовой стрелки на  $7^\circ$  (рис. 10, а). Необходимо отметить уменьшение величины поворота вверх по стене, что свидетельствует о максимальном сейсмическом воздействии, пришедшем от грунта и затухшем кверху.

Другой пример — выдвигание на восток с разворотом по часовой стрелке на  $30^\circ$  достаточно большого строительного блока при входе в одно из помещений женской половины бани (рис. 10, б). Уцелевшая часть стенки имеет простираем в  $350^\circ$ , азимут простираем повернутого блока  $20^\circ$ .

Имеются ясные следы разворотов и в Зинджирлы-медресе. Надвходовая арка была, по видимому, деформирована при первом (раннем) землетрясении и в связи с этим заложена каменной кладкой для предотвращения возможного обрушения. Однако последующее сейсмическое событие повредило каменную кладку. Ее большая часть развернулась против часовой стрелки на  $3^\circ$  и выдвинулась к северу на 5 см (рис. 11, а). Общее простираем арки —  $65^\circ$ , азимут простираем повернутой части —  $62^\circ$ . В связи с разворотом повернутая часть кладки заполнения выдвинута на север и висит над деревянной балкой. Этот разворот виден и снаружи постройки (рис. 11, б). Отметим, что величина разворота уменьшается книзу. Таким образом, деформация возникла из-за значительных колебаний верхней части конструкции («эффект небоскреба») и ее нельзя связать с просадкой грунта.

Общая хронология этого сейсмического воздействия основывается на свидетельствах о ремонтах и строительной активности по всей южной стене. Во-первых, необходимо отметить, что во время реставрационных работ 1960-х годов было установлено, что южная стена была сложена на глиняном растворе. Факт — сильно отличающий ее от других кладок медресе, сложенных на известковом растворе [Зинджирлы-медресе, 1961]. Во-вторых, в южном фасаде восточной части кладки отчетливо заметна часть стены, сложенная из хорошо обработанных блоков, явля-

ющаяся, несомненно, более поздним ремонтом. В-третьих, на внутреннем фасаде стены недалеко от входа был открыт блок с сюжетными рисунками, в том числе с изображением какого-то святого верхом на коне и крестов. Такое содержание граффити говорит о вторичном использовании блока.

Хронологию названных ремонтов и свидетельств строительной активности на данный момент возможно определить по граффити. Их общий иконографический облик и ближайшие аналогии позволяют датировать попадание этих блоков в кладку южной стены временем не ранее конца XVI в. Кроме этого, ряд признаков указывает на то, что повреждения южной стены не были единственными синхронными разрушениями на территории памятника. С другой стороны, разрушение южного фасада могло и не быть хронологически связано со второй группой разрушений. Об этом косвенно говорит наличие двух периодов археосейсмических воздействий на здание медресе. Тогда же могли быть разрушены и первоначальный южный фасад и портал здания. От последнего могла остаться только строительная надпись, которая и сейчас находится над современным входом. В пользу этого говорят наличие каминной ниши в южной стене южной комнаты западной половины медресе (камин устроен в наружной стене, чего нигде в других помещениях не встречено) и ближайшие архитектурные аналогии медресе в Солхате [Бороздин, 1926; Якобсон, 1964] и в самом г. Бахчисарай, где присутствовали хорошо выраженные и богато украшенные входные порталы. К таким памятникам, к примеру, относится Орта-медресе, которое было расположено на границе Салачика и Бахчисарая. Сохранились фотографии этого ныне разрушенного купольного медресе XVII в. [Исходящая..., 2012].

Уже в 1777 г. на месте предполагаемого несохранившегося южного фасада медресе некоторое время находилось мусульманское кладбище [Гаврилюк, Ибрагимова, 2010]. Таким образом, вторую группу строительных изменений необходимо датировать в широких рамках конца XVI в. — 1777 г. и с помощью археосейсмических методов уточнить и связать с повреждениями первой группы и их датой — 1698 г.

Нами также проводились исследования в дворцовом комплексе Бахчисарай. В нем был выявлен похожий комплекс деформаций. Однако там их сейсмогенное происхождение доказать трудно, так как все строения комплекса вплоть до настоящего времени медленно сползают по склону к близлежащей реке. Это заметно по наклону стен многих зданий дворцового комплекса, а также по саблевидному искривлению деревьев в комплексе.

В Бахчисарае мы также обследовали мавзолей Эски-Дюрбе, мечеть Мула-Мустафа, мавзолей



**Рис. 10.** Развороты строительных конструкций в Салачике

*а* — разворот против часовой стрелки на  $7^\circ$  нижней части субмеридиональной (восточной) стены в средневековой бане. Стрелками показана сквозная трещина, пробивающая два блока подряд;  
*б* — выдвигание на 25 см строительного блока из нижнего ряда при входе в одно из помещений женской половины бани с разворотом по часовой стрелке на  $30^\circ$



**Рис. 11.** Разворот части каменной кладки над входом в Зынджирлы-медресе  
*а* — разворот на  $3^\circ$  против часовой стрелки фрагмента каменной выкладки под входовой аркой в медресе. Фото А.М. Корженкова, 2015 г.;  
*б* — тот же разворот, вид снаружи. Фото Ю.Я. Федорюка, 1998 г. (из Научного архива БИКАМЗ. Ф. 05. Оп. 7. Д. 288. Л. 3)

Шах-бей-Бен-Юде-Султана, построенные в позднесредневековое время, а также мавзолеей Мухаммед Гирея II, построенный в XVI в. Повсюду мы отмечаем деформации, которые могли возникнуть вследствие землетрясений. Однако для подтверждения этого предположения необходимы дополнительные систематические исследования.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплекс деформаций, выявленный нами в г. Бахчисарай и особенно в Салачике, однозначно свидетельствует о сейсмогенной природе их происхождения. По всей видимости, нам удалось выявить следы двух сильных средневековых землетрясений. Местная сейсмическая интенсивность согласно шкале МСК-64 была не менее  $VIII \leq I \leq IX$  баллов.

Максимальное суммарное сейсмическое воздействие, по крайней мере, для одного из землетрясений, пришло, по всей видимости, с запада. Таким образом, имело место сейсмическое возбуждение и генерация сильного землетрясения вдоль Западно-Крымской сейсмогенерирующей зоны.

Точный возраст землетрясений еще предстоит определить. Сейчас возраст одного из землетрясений можно предварительно связать с «большим землетрясением» 30.04.1698 г., известным по кадиаскерским книгам Мангупского кадылыка [Протоколы..., 1899]. Этому предположению не противоречат относительные даты сейсмических повреждений Зынджирлы-медресе, находящиеся в хронологических рамках конца XVI в. – 1777 гг. и 1687 и 1771 годов (либо 40-е годы XVIII в.). Крымские землетрясения 1927 г. также оставили свои следы.

Полученные материалы должны послужить целям более достоверной оценки сейсмической опасности территории Крымского п-ова.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-05-06197). Коллектив авторов выражает глубокую признательность Р. Эминову и Ш. Сейтмерову за возможность использовать неопубликованные результаты их исследований, благодаря чему было атрибутировано фото с изображением Орта-медресе в г. Бахчисарай, и отдельно Р. Эминову за консультации и помощь в написании данной статьи.

### ЛИТЕРАТУРА

- Абдулванов Н. О некоторых крымских эпиграфических находках последнего времени, касающихся периодов Золотой Орды и Крымского ханства // V Наукові читання пам'яті У. Боданінського: Тези доповідей та повідомлень міжнародної наукової конференції, Бахчисарай, 23–27 жовтня 2013 р. Бахчисарай, 2013. С. 7–8.
- Аракелян Ф.О. Исследование раскопок античных сооружений на Керченском полуострове для оценки интенсивности разрушительных землетрясений // Изв. АН АрмССР. Сер. Науки о Земле. 1983. Т. 34, № 4. С. 40–49.
- Блаватский В.Д. Землетрясение 63 г. до н.э. на Керченском полуострове // Природа. 1977. № 8. С. 56–57.
- Богданович И.А. Газета «Переводчик-Терджиман» о реформах Аджи Абибулы эфенди в Зинджерли-медресе // Культура народов Причерноморья / Отв. ред. Ю.А. Катунин. Симферополь: Крым, 2001. № 22. С. 76–79.
- Бойцова Е.Е., Ганкевич В.Ю., Муратова Э.С., Хайрединова С.С. Ислам в Крыму: очерки истории функционирования мусульманских институтов. Симферополь: Эльно, 2009. 432 с.
- Борисенко Л.С., Никонов А.А., Останин А.М., Пустовойтов К.Е., Сергеев А.П. Сейсмодислокации в Юго-Западном Крыму (район г. Севастополь) // Докл. РАН. 1995а. Т. 343, № 6. С. 791–794.
- Борисенко Л.С., Пустовитенко Б.Г., Новик Н.Н., Вольфман Ю.М., Дублянский В.Н. Некоторые методические аспекты сейсмического районирования областей новейшего горообразования и сопредельных территорий (на примере Крыма) // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. М., 1995б. Вып. 2–3. С. 34–56.
- Борисенко Л.С., Пустовитенко Б.Г., Дублянский В.Н., Вахрушев Б.А., Клюкин А.А., Ена А.В., Китин М.А. Сейсмодислокации и палеосейсмичность Крыма // Сейсмологический бюллетень Украины за 1997 год. Симферополь: Изд-во ИГ НАНУ, 1999. С. 101–132.
- Бороздин И.Н. Солхат: Предварительный отчет о работах археологической экспедиции Крымсовнаркома, Крымцика и Научной ассоциации востоковедения Союза ССР в 1925 г. // Новый Восток. М., 1926. Кн. 13–14. С. 271–301.
- 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 Третьих 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.
- Гаврилюк Н.А., Ибрагимова А.М. Тюрбе хана Хаджи Гирея (по материалам археологических исследований 2003–2008 гг.). Киев; Запорожье: Дикое Поле, 2010. 176 с.
- Гайворонский А.Е. К дискуссии о дате основания Бахчисарая // II Таврические научные чтения, посвященные 80-летию Центрального музея Тавриды. 2002. С. 44–46.
- Гайворонский О. Ханский дворец Ашлама-Сарай // Авдет. Симферополь, 2015. № 48.
- Ганкевич В.Ю. Очерки истории крымско-татарского народного образования: реформирование этноконфессиональных учебных заведений мусульман в Таврической губернии в XIX – начале XX века. Симферополь: Таврия, 1998а.
- Ганкевич В.Ю. Реформы в Зинджерлі-Медресе на меж XIX–XX ст. // Культура народов Причерноморья / Отв. ред. Ю.А. Катунин. Симферополь: Крым, 1998б. № 4. С. 44–50.
- Ганкевич В.Ю. Крымско-татарские медресе: курс лекций. Симферополь: Доля, 2001.
- Горшков Г.П., Левицкая А.Я. Некоторые данные по сейсмоструктурной геологии Крыма // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1947. Т. 22, вып. 3. С. 31–40.
- Домбровский Ф.М. Дворец крымских ханов в Бахчисарае. Симферополь, 1863. 76 с.
- Зайцев И.В. Крымская историографическая традиция XV–XIX веков. М.: Вост. лит-ра, 2009.
- Зайцев И.В. Ислам в Крыму в XIV–XVIII вв. // Золотоордынское обозрение. 2015. № 2. С. 103–128.
- Зинджирлы-медресе // Научный архив ГБУ РК БИКАМЗ. Д. 288.
- Ибрагимова А.М. Археологічні дослідження Зинджирли медресе та Дюрбе Хаджи Герая // Археологічні дослідження в Україні, 2003–2004 рр. / Гол. ред. Н.О. Гаврилюк. Запоріжжя: Дике поле, 2005. Вип. 7. С. 139–140.
- Ибрагимова А.М., Тимченко В.Н. Арабографічні написи початку XV – початку XX ст. з Салачика // Археологічні дослідження в Україні, 2003–2004 рр. / Гол. ред. Н.О. Гаврилюк. Запоріжжя: Дике поле, 2005. Вип. 7. С. 152–153.
- Ибрагимова А.М. Кырк-Ер – Бахчисарай: Постановка проблемы атрибуции раннетатарских памятников по результатам полевых исследований 2000–2005 гг. // Археологія / Гол. ред. П.П. Толочко. Київ: Академперіодика, 2007. № 2. С. 36–47.
- Исходящая корреспонденция за 2012 г. // Научный архив ГБУ РК БИКАМЗ. Ф. 1. Оп. 6. Л. 403–404.
- Кирилко В.П. Крепостной ансамбль Фуны (1423–1475 гг.). Киев: Стилос, 2005. 269 с.
- Корженков А.М., Лемзин И.Н. Макросейсмическое обследование и геологические условия Кочкор-Атинского (1992,  $M_{LH} = 6.2$ ) землетрясения в Южном Кыргызстане // Наука и новые технологии. 2000. № 3. С. 14–21.
- Корженков А.М., Мазор Э. Структурная реконструкция сейсмических событий: руины древних городов как окаменевшие сейсмографы // Изв. МОН РК, НАН РК. Сер. общественных наук. 2001. № 1. С. 108–125.
- Корженков А.М., Аванесян М.А., Варданян А.А., Вирджино А. О следах землетрясений IX в. в развалинах Двина — древней столицы Армении // Вопросы инженерной сейсмологии. 2015. Т. 42, № 1. С. 5–18.
- Корженков А.М., Муралиев А.М., Ормуков Ч.О., Сейталиев М.М., Джумабаева А.Б., Гребенникова В.В. Макросейсмическое обследование Кочкорского землетрясения 26 декабря 2006 г. ( $M = 5.5, K = 14, I_0 = 7$ ) в Северном Кыргызстане // Наука и новые технологии. 2006. № 3–4. С. 219–225.
- Корженков А.М., Табалдиев К.Ш., Бобровский Ал.В., Бобровский Ар.В., Мамыров Э.М., Орлова Л.А. Макросейсмические исследования Талды-Сайского караван-сарая (долина реки Кара-Бура, Таласская область, Киргизия) // Геология и геофизика. 2009. Т. 50, № 1. С. 79–87.
- Муратов М.В. Новейшие тектонические движения земной коры в Горном Крыму и прилегающей части Черного моря // Памяти акад. Архангельского. М.: Изд-во АН СССР, 1951. С. 359–372.
- Маркевич А.И. К истории ханского Бахчисарайского дворца // ИТУАК. 1895. № 23. С. 130–176.
- Мыц В.А. Каффа и Феодоро в XV в. Контакты и конфликты. Симферополь: Универсум, 2009. 528 с.
- Никонов А.А. Разрушительное землетрясение 1751 г. в Крыму // Физика Земли. 1996. № 1. С. 62–74.
- Никонов А.А. Сейсмический потенциал Крымского региона: Сравнение региональных карт и параметров выявленных событий // Физика Земли. 2000. № 7. С. 53–62.
- Никонов А.А. Уточненные решения макросейсмического поля и механизма очагов Крымских землетрясений 1927 г. // Геофизические исследования. 2012. Т. 13, № 1. С. 50–78.
- Петров Е.В., Гаврилюк Н.А. Древности Салачика. Запорожье: Дикое Поле, 2011.
- Покажчик рукописів і стародруків, переданих у 1976 р. з Бахчисарайського історико-археологічного музею до Державної Публічної бібліотеки ім. М.Є. Салтикова-Щедрина. Упоряд.,

- вступ. ст., ком. Н.Р. Абдульваап. Симферополь: Доля, 2007.
- Протоколы заседаний Таврической ученой архивной комиссии: 6. 20 июня 1898 г. // ИТУАК. 1899. № 29. С. 92.
- Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В. Землетрясения Крымско-Черноморского региона. Киев: Наук. думка, 1989. 190 с.
- Строение и эволюция земной коры Черного моря / Б.С. Вольвовский, В.Б. Соллогуб, И. Финетти и др. М.: Наука, 1992. 88 с.
- Терехов А.А., Шимкус К.М. Молодые осадки и надвиговые структуры в Прикрымской и Прикавказской зонах Черноморской впадины // Геотектоника. 1989. № 1. С. 72–79.
- Хапаев В.В. Гипотеза А.А. Никонова о разрушительном землетрясении 1041 г. в Крыму: К вопросу о достоверности источниковой базы // Материалы по археологии и истории античного и средневекового Крыма. Вып. III. Севастополь; Тюмень, 2011. С. 275–303.
- Челеби Э. Книга путешествия: Крым и сопредельные области. Симферополь, 2008. 185 с.
- Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Симферополь: ДИАЙПИ, 2011. 336 с.
- Якобсон А.Л. Средневековый Крым: Очерки истории и истории материальной культуры. М.; Л.: Наука, 1964.
- Suaneae, oder die am Bosphoro Thracico ligende hohe Stein-Klippen, von welchen zu sehenseyn gegen Mittag das Vor-Meer Propontis, mitternachts das Schwartze-Meer, Pontus Euxinus, mit den en selben um bligenden Ländern, wieauch den Insulen Cypern und Candien. Augsburg: Astaler f. Enderlin, 1687. 74 p.
- Korzhenkov A.M., Mazor E. Structural reconstruction of seismic events: Ruins of ancient buildings as fossil seismographs // Sci. and New Technol. 1999. No. 1. P. 62–74.
- Korzhenkov A.M., Mazor E. Archaeoseismological damage pattern at the ancient ruins of Rehovotba-Negev, Israel // Archaeologischer Anzeiger. 2014. No. 1. P. 75–92.
- Korjenkov A.M., Schmidt K. An archaeoseismological study at Tall Hujayrât al-Ghuzlân: Seismic destruction of chalcolithic and early Bronze Age structures // Prehistoric Aqaba I. Bd. 23. Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf GmbH, 2009. P. 79–97.
- Korjenkov A.M., Arrowsmith J.R., Crosby C., Mamurov E., Orlova L.A., Povolotskaya I.E., Tabaldiev K. Seismogenic destruction of the Kamenka medieval fortress, Northern Issyk-Kul region, Tien Shan (Kyrgyzstan) // J. of Seismology. 2006. No. 10. P. 431–442.
- 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 J. of Earth Sci. 2003. V. 12. P. 241–261.
- Korjenkov A.M., Kaiser D., Gropner S. Preliminary analysis of damages of possible seismic origin to historical monuments in North-Eastern Germany // Archeoseismicite & Vulnerabilite. Patrimoinebatouvert au public: Actes des Vie et VIIe Rencontres du Groupe APS, 2005. 2008. P. 199–215.
- Shebalin N.V., Leydecker G. Earthquake catalogue for the former Soviet Union and borders up to 1988. Luxembourg: Office for off. publ. of the EC, 1997. 135 p.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**КОРЖЕНКОВ Андрей Михайлович** — доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123242, г. Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10, стр. 1. Тел.: +7 (499) 254-99-50. E-mail: korzhenkov@ifz.ru

**МОИСЕЕВ Дмитрий Анатольевич** — заведующий Музеем археологии и пещерных городов Бахчисарайского историко-культурного и археологического музея-заповедника. 298405, Республика Крым, г. Бахчисарай, ул. Речная, д. 133. Тел.: +7 (978) 021-91-88. E-mail: ohota\_d@ukr.net

**ОВСЮЧЕНКО Александр Николаевич** — кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123242, г. Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10, стр. 1. Тел.: +7 (499) 254-90-15. E-mail: ovs@ifz.ru

**ЛАРЬКОВ Александр Сергеевич** — научный сотрудник, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123242, г. Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10, стр. 1. Тел.: +7 (499) 254-92-50. E-mail: las119@yandex.ru

**МАРАХАНОВ Александр Владимирович** — старший научный сотрудник, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123242, г. Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10, стр. 1. Тел.: +7 (499) 254-90-15. E-mail: marahanov@ifz.ru

**РОГОЖИН Евгений Александрович** — доктор геолого-минералогических наук, профессор, заместитель директора, руководитель Координационного прогностического центра, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123242, г. Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10, стр. 1. Тел.: +7 (499) 254-87-15. E-mail: eurog@ifz.ru

**ЭМРУЛЛАЕВ Шевкет Алиевич** — специалист по учету и использованию памятников, Бахчисарайский историко-культурный и археологический музей-заповедник. 298405, Республика Крым, г. Бахчисарай, ул. Речная, д. 133. Тел.: +7 (978) 048-72-95. E-mail: shevket78@yandex.ru

## ARCHEOSEISMOLOGICAL RESEARCH IN SALACHIK — THE ANCIENT CAPITAL OF THE CRIMEAN KHANS

A.M. KORZHENKOV<sup>1</sup>, D.A. MOISEEV<sup>2</sup>, A.N. OVSYUCHENKO<sup>1</sup>,  
A.S. LARKOV<sup>1</sup>, A.V. MARAHANOV<sup>1</sup>, E.A. ROGOZHIN<sup>1</sup>,  
S.A. EMRULLAEV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Bakhchisarai Historical, Cultural and Archaeological Museum, Bakhchisarai, Republic of Crimea, Russia

**Abstract.** We have conducted a complex of archaeological, archaeoseismological and seismotectonic works in Salachik — the ancient capital of the Crimean khans on the outskirts of the modern Bakhchisarai city (Crimea). There were identified considerable damage and deformations in medieval buildings which survived until now, as well as in constructions revealed by archaeological excavations: significant tilts of the building walls, shifts of certain structural elements, rotations of wall fragments and individual building blocks around a vertical axis, a significant deformation of arch structures, through-going joints piercing a few adjacent building blocks. This complex deformation indicates their seismogenic origin. We have found traces of at least two strong earthquakes in medieval monuments in Salachik. Using the kinematic indicators, at least for one of them, we were able to identify the direction of arrival of the summary maximum seismic oscillations ( $VIII \leq I \leq IX$  points) from the west. According to historical seismology data there was also determined the exact age of one of the earthquakes: 30 April 1698. The Salachik buildings were also damaged by earthquakes in 1927. These materials must be used for a more accurate seismic hazard assessment in the Crimean peninsula.

**Keywords:** earthquake, seismic deformation, damage and destruction, kinematic indicators, ancient buildings, ruins, archaeoseismology, Salachik, Bakhchisarai, Crimea.