

УДК 550.3

О СЛЕДАХ СИЛЬНЫХ ПОЗДНЕСРЕДНЕВЕКОВЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В КОМПЛЕКСЕ МЕДРЕСЕ-МЕЧЕТЬ УЗБЕКА (г. СТАРЫЙ КРЫМ)

© 2017 г. А.М. Корженков¹, Д.А. Ломакин², А.Н. Овсяченко¹, А.С. Ларьков¹,
А.В. Мараханов¹, Е.А. Рогожин¹

¹ Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия

² Научно-исследовательский центр истории и археологии Крыма,
г. Симферополь, Республика Крым, Россия

Освещены результаты археосейсмологических исследований средневековых архитектурных памятников – мечети Узбека и медресе Инджи-бей-хатун (комплекс медресе-мечеть Узбека) в г. Старый Крым на востоке Крымского полуострова. Характер обнаруженных повреждений и обрушений однозначно указывает на их сейсмический характер. Местная сейсмическая интенсивность землетрясений, по всей видимости, достигала $VIII \leq I \leq IX$ баллов по шкале MSK-64. Судя по полученным материалам, здесь имеются следы, по крайней мере, двух значительных сейсмических событий. Первое, исходя из результатов археологических раскопок, имело место в начале XV в. Возможно, это Ялтинское землетрясение 1423 г. Максимальное суммарное сейсмическое воздействие тогда было направлено вдоль субмеридиональной оси. Второе сильное землетрясение произошло позже. Судя по сохранившимся рисункам и фотографиям, оно произошло в XIX в.: в период с 1797 г. по 1888–1889(?) гг. Максимальное суммарное сейсмическое воздействие при более позднем землетрясении было направлено по оси ЗСЗ–ВЮВ. Землетрясения 1927 г. не оставили значительных повреждений ни в мечети, ни в медресе.

Ключевые слова: медресе-мечеть Узбека, средневековье, сейсмические деформации, кинематические индикаторы, Старый Крым, Солхат, Крымский полуостров.

Введение

Крым является сейсмоактивным регионом, что со всей убедительностью продемонстрировали разрушительные Ялтинские землетрясения 1927 г., вызвавшие сотрясения интенсивностью до 8 баллов [Никонов, 2012]. Инструментальные сейсмологические наблюдения в Крыму начались сразу после этих землетрясений. Главная особенность, выявленная за этот период, заключается в расположении подавляющего большинства эпицентров в акватории Черного моря, где они недоступны для непосредственных наблюдений. Но период инструментальных наблюдений слишком кра-

ток для выявления всех сейсмогенерирующих структур, так как повторяемость сильных землетрясений может составлять несколько сотен, а то и тысяч лет. Сейсмическая история Крыма имеет множество лагун для периода вплоть до начала XX в. В связи с крайней ограниченностью литературных источников о землетрясениях Крыма важнейшее значение для восстановления его сейсмической истории имеют палео- и археосейсмологические исследования. Благоприятные условия для широкого применения методов археосейсмологии в Крыму созданы обилием имеющихся здесь архитектурных памятников древности [Никонов, 2015].

Распознавание сейсмической природы повреждений архитектурных памятников наиболее достоверно при выявлении преимущественно ориентированного обрушения и деформирования строительных элементов. Использование кинематических индикаторов деформаций в древних сооружениях – эффективный количественный инструмент для решения главных задач археосейсмологической науки: выявления генезиса деформаций археологических памятников; оценки местной интенсивности сейсмических колебаний; локализации эпицентров методом, независимым от сейсмической сети и дополняющим ее; идентификации зон с сейсмически наведенной деформацией сжатия и растяжения; продлении сейсмической летописи на временной интервал в сотни и тысячи лет [Korzhenkov, Mazor, 1999; Корженков, Мазор, 2001; и др.].

Авторы имеют успешный опыт использования археологических и историко-архитектурных исследований древних строительных комплексов Крыма для изучения его сейсмической истории [Винокуров и др., 2015; Овсяченко и др., 2015, 2017а, б; Белик и др., 2016; Корженков и др., 2016]. В настоящей публикации приведены результаты применения подобного подхода для поиска и датировки свидетельств землетрясений на двух средневековых памятниках в г. Старый Крым на востоке Крымского полуострова.

История исследования и современное состояние комплекса медресе-мечеть Узбека

Современный город Старый Крым расположен на месте средневекового городища Солхат – первой столицы Крымского улуса Золотой Орды (рис. 1, 2). Изучение комплекса медресе-мечеть Узбека началось в 1848 г. с публикации Н.Н. Мурзакевичем надписи на портале мечети в переводе А.Ф. Негри [Мурзакевич, 1848]. В дальнейшем перевод надписи неоднократно уточнялся [Смирнов, 1887. С. 281; Зуммер, 1926. С. 250; Акчокраклы, 1927. С. 16; Кемаль, 1927. С. 203]. Упоминание в посвящении имени конкретного правителя обусловило закрепление за данной постройкой названия «мечеть Узбека», а сама она была отождествлена с первой мечетью этого хана, известной по сообщениям арабских историков, и датирована 1314 годом.

Археологические работы по изучению памятника были начаты во второй половине 1920-х годов. Первый подробный архитектурный анализ комплекса представлен в работах А.С. Башкирова [1926, 1927] и Б.Н. Засыпкина [1927]. Изучение комплекса было продолжено в 1978 г., когда первый сезон археологических работ на территории городища Солхат провела Золотоордынская (Старокрымская) экспедиция Государственного Эрмитажа под руководством д-ра исторических наук М.Г. Крамаровского. Результаты многолетних исследований позволили М. Г. Крамаровскому выделить три основных этапа сооружения и функционирования комплекса.

К первому этапу отнесено строительство медресе в 30-е годы XIV в. Дату возведения медресе, по свидетельству Э. Челеби, посетившего Солхат в 1666–1667 гг., указывала несохранившаяся надпись над входом в здание – «733 г.х.» (= 1332/33 гг.) [Книга путешествия..., 1999. С. 83]. Этой дате не противоречат стратиграфия и монетные находки, полученные при археологическом изучении объекта [Крамаровский, 1991. С. 126]. В 1371 г. одно из помещений медресе было превращено в дюрбе



Рис. 1. Положение г. Солхат (Старый Крым) и других средневековых городов на карте Крымского полуострова

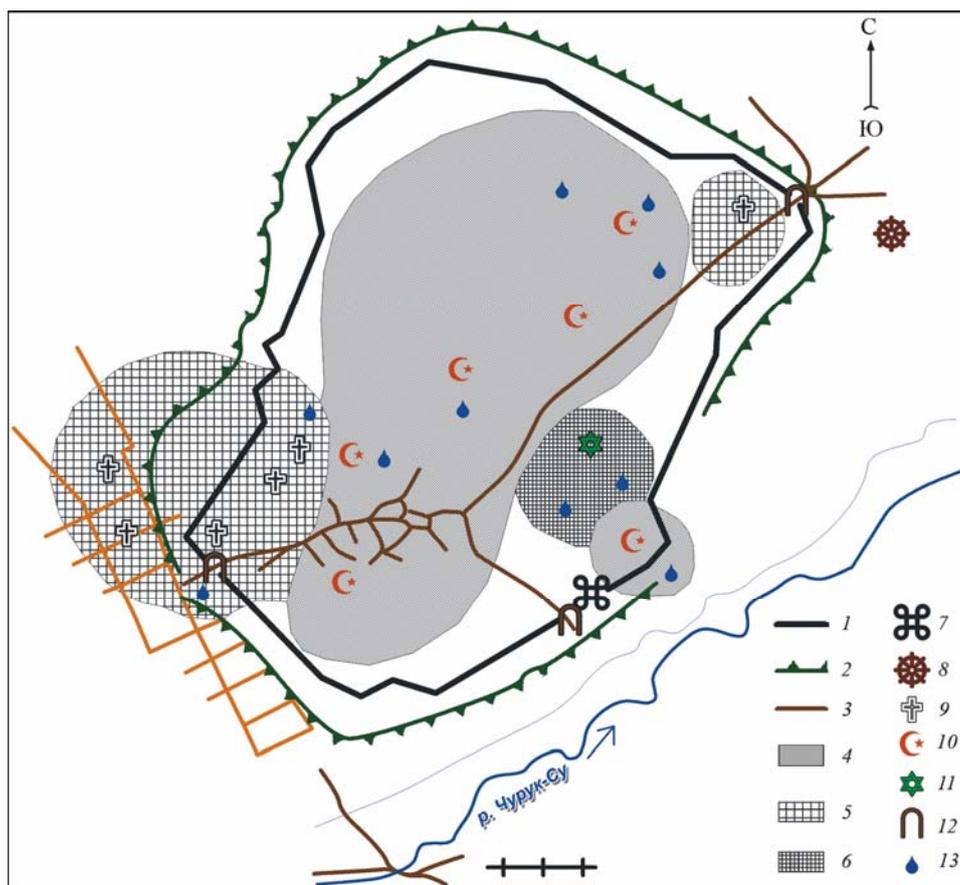


Рис. 2. План-схема г. Солхат в XIV–XV вв. (по [Крамаровский, 2009. С. 398] с изм.)

1 – линия городских стен; 2 – ров; 3 – торговый тракт Солдайя–Кафа; 4 – место расселения мусуманской общины; 5 – место расселения христианской общины; 6 – место расселения еврейской общины; 7 – караван-сарай; 8 – курган; 9 – церковь; 10 – мечеть; 11 – кенасса; 12 – городские ворота; 13 – водные источники

(мавзолей) Инджи-бей-хатун, которое в начале XV в., возможно, вследствие землетрясения 1423 г. было разрушено [Кирилко, 2005. С. 51–59], а соседняя с мавзолеем худжра¹ перестроена под сторожку.

Второй этап связан с переносом в конце XV в. мечети Узбека к северной стене медресе и застройкой последнего усыпальницами почитаемых граждан общины.

На третьем этапе произошло запустение руин медресе и сооружение подпорной стены некрополя в XVI–XVIII вв. [Крамаровский, 1980. С. 290; 1989. С. 148; 1991. С. 124–125].

Выделены два периода строительства мечети Узбека. Первый из них отнесен к середине XIV в., второй – к началу XVI в., когда в 1512–1513 гг. по приказу хана Менгли-Герая мечеть была превращена в соборную. При этом на полуразрушенную стену из камня на глиняном растворе были уложены массивные, хорошо обработанные блоки, послужившие основанием новой кладки на известковом растворе [Крамаровский, 1980. С. 290; Золотоордынская экспедиция, 1982. С. 92]. На рубеже XIX–XX вв. в результате очередной реконструкции внешний облик мечети был значительно изменен. Медресе после окончательного разрушения, дата которого не установлена, больше не восстанавливалось.

В ходе археологических исследований также установлено, что в нижней части кладки пилона портала и северной стены мечети между собой не перевязаны, а сам портал стоит на переотложенном слое и фундамента не имеет. Данное наблюдение дало основание констатировать вторичное использование этого сооружения и утверждать, что дата и посвятельная надпись над входом не имеют к нему прямого отношения [Крамаровский, 1980. С. 290; Кирилко, 2015. С. 518]. В результате была подвергнута сомнению общепринятая дата сооружения мечети – 1314 год.

Планомерное изучение комплекса медресе-мечеть сводилось не только к археологическому аспекту. Сотрудниками специального научно-реставрационного проектного института «Укрпроектреставрация» (ныне – ГУП РК «Комплексная архитектурно-реставрационная мастерская Крымпроектреставрация», г. Симферополь) в 1980-х годах были проведены ремонтно-реставрационные работы на комплексе. Сопровождавшие их исследования позволили уточнить хронологию памятника, получить представление о частично или полностью утраченных архитектурных деталях сооружения (рис. 3). По результатам проектных работ была составлена и введена в научный оборот архитектурная характеристика здания медресе и расширенная версия строительной периодизации мечети Узбека [Кирилко, 1991, 2001, 2009, 2011, 2015]. Качественный архитектурный анализ сооружений комплекса выполнен В.П. Кирилко [2009, 2011, 2015].

Мечеть (рис. 4) пристроена к медресе с севера, на оси боковых айванов². В плане она прямоугольная, ориентирована продольно. Здание базиликального типа, прямоугольное в плане, сохранилось не на всю высоту – верхняя часть стен восстановлена и реставрирована. Первоначальная мечеть хана Узбека представлена фрагментарно – порталом с датированной надписью, михрабом и минаретом, а также, возможно, аркадой, которые были вторично использованы при восстановлении здания на новом месте. Мечеть построена архитектором из г. Арбили в Месопотамии Абдул-Азизом аль-Ирбили. Портал представляет собой прямоугольное в плане монументальное сооружение, немного выступающее за плоскость стены здания. Входная ниша с боков ограждена массивными пилонами. Сверху она имеет сталактитовый полукупол, частично утраченный еще до установки мечети на новом месте, но затем, при реконструкции XVI в.,

¹ Худжра – келья, маленькая комната, чулан.

² Айван – сводчатое помещение, с трех сторон обнесенное стеной и открытое с четвертой стороны.

Рис. 3. Схематический план мечети Узбека и медресе с условной нумерацией помещений (по [Кирилко, 2011; Гаврилов, Майко, 2014] с изм.)

1 – глубокая экседра у входа; 2–5 – худжры для высшей группы учеников (мюстедиль); 8–12 – худжры для начинающей группы учеников (мюбтеди); 18–22 – худжры для средней группы учеников (мутавассит); 6, 13, 17 – коридоры; 7 – айван в восточной части здания у южной стены, закрепленный за мюстедиль (также предназначался для проведения совместных молитв); 14–16 – большие помещения для проведения занятий в непогоду (могли использоваться поочередно или сводными группами. Помещение 16 перестроено под усыпальницу Инджи-бей-хатун); 15 – айван на оси входа в западной части строения, закрепленный за мюбтеди; 23 – айван в восточной части здания, закрепленный за мутавассит; 24–26 – административные комнаты с прихожей (помещение 26 принадлежало, вероятно, преподавателю (мударриса), помещение 24 – его помощникам (муидам); 27 – малый айван для преподавательского состава

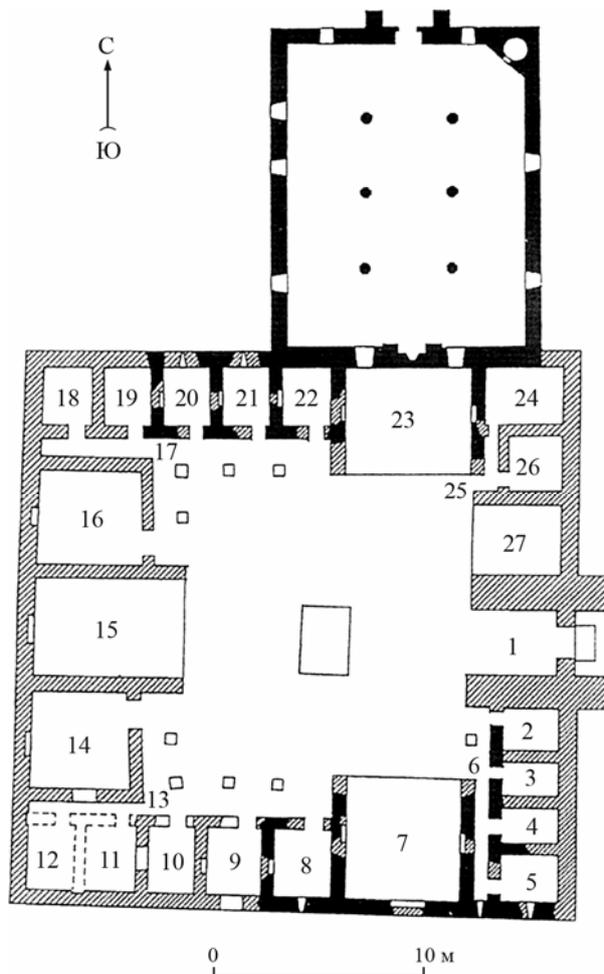


Рис. 4. М. Вебель. Руины мечети султана Бибарса. Конец 1840-х гг. (Фасад мечети Узбека)

восполненный стрельчатой аркой. Боковые поверхности портала ровные, спереди и внутри он богато декорирован изысканной резьбой по камню – растительным орнаментом и арабской вязью. Входная ниша на внешних углах украшена обработанными под жгут круглыми в сечении колонками с изящными капителями, на уровне которых расположена посвятельная надпись. Михраб³ представляет собой двойную нишу с прямоугольным наличником. Лицевая поверхность михраба с боков и сверху обрамлена арабской вязью. Внутренняя часть композиции украшена сложным растительным орнаментом с симметрично расположенными медальонами и акцентирована коранической надписью. Сооружение увенчано тремя каменными навершиями [Кирилко, 2013. С. 86].

Восточная и западная стены мечети сложены из бутового камня с деревянными связями, портал и северо-восточный угол с массивным основанием минарета – из обработанного камня. Вход один, с севера. Окна сохранились частично, только с южной и северной сторон строения. Фасады почти полностью утрачены, существенно изменены ремонтными работами.

При возведении мечети полной разборке подверглась северная стена медресе, взамен которой появилась новая кладка – южная стена мечети. Южные окна мечети оказались напротив торцов восточной и западной стен северного айвана медресе, что, в свою очередь, обусловило частичную разборку последних. Снаружи оконные проемы украшены профилированными наличниками явно вторичного использования [Кирилко, 2009. С. 192].

Минарет, известный по фотографиям рубежа XIX–XX вв., относительно синхронен мечети. Стилиевые характеристики обнаруженных фрагментов минарета и портала мечети соотносимы между собой, т.е. ранее оба они вполне могли принадлежать первоначальной мечети Узбека. Подножие минарета снаружи выполнено из тщательно обработанных блоков известняка, тыльная сторона кладки бутовая с внешними деревянными поясами. Вход устроен со стороны помещения. Бессистемное расположение на лицевой поверхности минарета ряда профилированных камней и подтеска отдельных деталей ствола свидетельствуют о вторичном использовании основных архитектурно-конструктивных элементов сооружения. Ствол минарета цилиндрический с винтовой лестницей внутри. Конструкция ствола выполнена из тщательно обработанных блоков и плит известняка, которые в горизонтальной плоскости соединены между собой железными скрепами с заливкой гнезд свинцом. Общая реконструируемая высота минарета составляла около 23 м [Кирилко, 2009. С. 193].

По мнению В.П. Кирилко, «большой представляется вероятностью того, что первоначальная кровля была земляной. Толщина грунтового покрытия составляла около 0.35 м. Равномерно понижаясь по направлению к боковым стенам, она примыкала к минарету практически на уровне входа» [Кирилко, 2009. С. 194]. Ныне перекрытия деревянные, крыша двускатная, крытая черепицей. Кладка стен выполнена из разномерного бутового камня. Конструкция стен мечети с внутренней стороны местами была усилена деревянными поясами, а их поверхность оштукатурена известковым раствором белого цвета с легким кремовым оттенком, местами нанесенного поверх глиняной обмазки.

Внутри мечети располагались две одинаковые каменные аркады с четырьмя стрельчатыми пролетами, разделявшими помещение на три продольных нефа. В качестве промежуточных опор использованы восьмигранные в сечении колонны с кубовидными капителями и базами, украшенными сталактитами. Поверхность капителей и верх ко-

³ Михраб – молитвенная ниша, располагаемая в обращенной к Мекке стене мечети.

лонн дополнительно были украшены растительным орнаментом, нанесенным на поверхность камня черным пигментом. Остатки подобной росписи отмечены местами также и на михрабе, что позволяет предполагать одновременность ее появления. Пол вымощен каменными плитами. В мечети было два сливных устройства, очевидно, для омовений. В данный момент мечеть является действующей. Состояние памятника удовлетворительное.

Медресе – квадратное в плане здание с внутренним двором (рис. 5). Фасадами ориентировано по сторонам света. Вход в сооружение один, с востока. Все помещения, галереи и экседры завершались сводами. Внешние формы здания монументальные, со ступенчатым силуэтом стен. Главный и дворовые фасады были украшены профилированными наличниками и карнизами. Общее состояние памятника неудовлетворительное, местами – аварийное. Стены медресе сильно повреждены, декоративные детали утрачены. Памятник сохранился в виде руин, искаженных некачественно выполненной реставрацией.

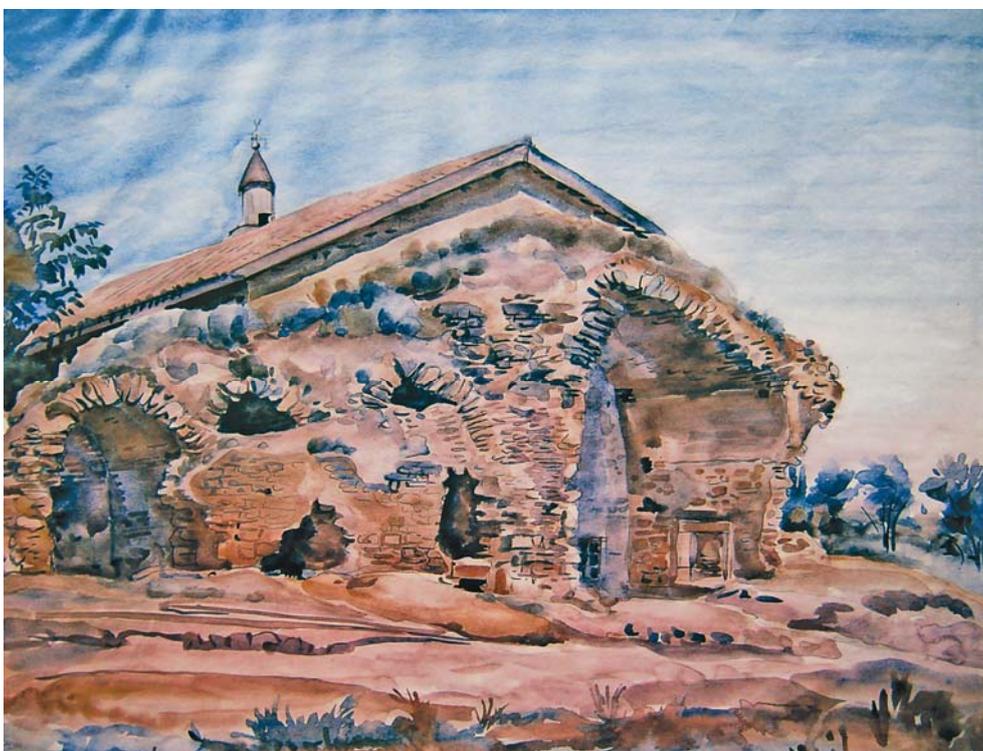


Рис. 5. К.Ф. Богаевский. Старый Крым. Руины медресе. 1920-е гг. XX в. Бумага, акварель

Передняя стена главного фасада здания сохранилась на высоту 0.5–1.7 м. Фасадная сторона кладки выполнена на известковом растворе из тщательно отесанных и хорошо пригнанных блоков известняка; тыльная часть и заполнение внутреннего пространства конструкции бутовые. Верхние части кладок деструктурированы – раствор осыпается, происходит постоянный вывал камня. На нескольких участках произошло проседание конструкций, что привело к появлению трещин. Среди остатков обрамления фасада сохранились отдельные элементы наличника оконного проема, частично – кладка подоконника. На данном этапе исследований ни сами остатки восточной стены медресе, ни ее изображения не позволяют получить полное представление об утраченных деталях строения и высоте главного фасада [Кирилко, 2011. С. 160].

Вход в медресе располагался в центре восточной стены на продольной оси здания. Все богатство декоративного убранства строения было сосредоточено в оформлении портала. На настоящее время декоративная резьба полностью утрачена, частично сохранились лишь профилированные пилястры и цокольные границы айванов в виде отдельных деталей, современное местоположение которых явно не соответствует их первоначальному расположению. Состояние остатков декоративного убранства неудовлетворительное – присутствуют физические и механические повреждения.

Уникальным строительным приемом является одновременное использование на смежных участках лицевого слоя кладки двух разновидностей известняка: прочного мелкозернистого и менее стойкого к воздействию природной среды нуммулитового, в настоящее время повсеместно сильно поврежденного эрозией либо полностью разрушенного. Почему при декоративной отделке фасадов отдавалось предпочтение той или иной породе камня, неизвестно, поскольку обе они пригодны для выполнения высококачественной резьбы и тщательной пригонки отдельных деталей [Кирилко, 2011. С. 170].

В отличие от главного фасада, наружные стены здания с внешней стороны имели ровную поверхность без декоративного убранства. Они были сложены из бута средних размеров на известковом растворе. Состояние неудовлетворительное, постоянно идет деструктивный процесс – раствор осыпается, наблюдается вывал строительного камня. Деревянные связи между стенами не сохранились. Исключением являются углы строения, которые были выполнены с применением тесаного известняка, обеспечивавшего качественную перевязку смежных конструкций. Кладка велась четко выдержанными рядами, высота которых обуславливалась величиной используемых блоков на угловых участках здания. Кладки внешних стен строения сохранились на высоту 1.5–7.5 м, достигая местами уровня верха перекрытия помещений.

Каждая из трех площадок медресе для учебных занятий в теплое время года представляла собой прямоугольное в плане трехстенное сводчатое помещение, полностью открытое со стороны двора. Между собой площадки отличались размерами внутреннего пространства, а также отдельными декоративными и конструктивными деталями. По обе стороны от западного айвана находились большие помещения, которые предназначались для учебных занятий в холодное время года. Наиболее хорошо сохранившимися являются остатки южной аудитории. Северное учебное помещение было перестроено под мавзолей (дюрбе) основательницы медресе, что сопровождалось существенной перепланировкой, обусловленной новым назначением и функциональными требованиями. Остатки дюрбе временно законсервированы грунтом, для визуального обследования они недоступны, а их современное состояние не установлено.

Жилые помещения для учеников (худжры) располагались по периметру здания, вдоль его внешних стен, занимая пространство между боковыми айванами и аудиториями, а также южным айваном и входной экседрой. Худжры представляли собой прямоугольные в плане сводчатые помещения одинаковой величины, каждое из которых имело отдельный вход, окно, а также нишу для книг и письменных принадлежностей. Все худжры однотипные, за исключением одного, занимавшего юго-восточный угол медресе. Дверной проем находился у края передней стены, наиболее близко расположенного к главному входу в медресе. Помещения освещались с внешней стороны здания. По свидетельству М.Г. Крамаровского, внутренние поверхности стен в худжрах были оштукатурены известковым раствором, а пол имел каменное покрытие с известковой обмазкой [Крамаровский, 1984. С. 281]. В одной из худжр в ходе археологических работ обнаружено отопительное устройство – тандыр [Золотоордынская экспедиция, 1986. С. 73].

Внутреннее пространство галерей медресе со стороны двора было ограждено арочной колоннадой, которая соединяла между собой края больших айванов и входной экседры. Ее остатки представлены фрагментарно, отдельные части конструкции сохранились *in situ*. Ни один из стволов колонны до настоящего времени не выявлен. Единственная уцелевшая капитель колонны была обнаружена при проведении археологических раскопок 1926 г. на месте восточной галереи, аркаде которой, видимо, и принадлежала. Все части выполнены из известняка. Их состояние условно удовлетворительное. Двор медресе был покрыт тщательно пригнанными на стыках прямоугольными известняковыми плитами разной величины и формы. Некоторые из них являлись вторично использованными. На отдельных участках двора наблюдается проседание покрытия, местами достигающее 0.7 м. Это обусловлено размещением медресе на территории, ранее занятой сооружениями ремесленного района городской застройки. В центре двора на оси входа ранее располагался фонтан, от которого сейчас сохранилось массивное подножие прямоугольной формы. Имелось водопроводящее устройство с керамическими трубами и каменным коленом, поднимавшим воду под прямым углом в несохранившуюся чашу. Рядом с фонтаном, у северо-восточного угла сооружения находился круглый в плане колодец. По мнению М.Г. Крамаровского [1984], он предназначался для сброса дождевых стоков двора. В данный момент каменная вымостка площади перед входом и внутреннее пространство двора законсервированы грунтом.

Региональная сеймотектоника

Для локализации эпицентров землетрясений по археосейсмологическим данным необходима надежная сеймотектоническая основа, однако сведения о сейсмогенерирующих структурах Крыма очень скудны и несовершенны. Несомненна сейсмогенерирующая роль лишь одной структуры – Южно-Крымской (Прикрымской) складчато-надвиговой зоны, которая протягивается в акватории Черного моря вдоль Южного берега Крыма. В 1927 г. в Южно-Крымской зоне произошли Ялтинские землетрясения с $M = 6.0$ и $M = 6.8$. Механизм очага при первом толчке по макросейсмическим данным можно полагать преимущественно сдвиговым по плоскости север–северо-западного простирания, а при основном ($M = 6.8$) – взбросовым, при северо-восточной ориентировке [Никонов, 2012]. По данным сейсморазведки, в пределах Южно-Крымской складчато-надвиговой зоны зафиксирована серия взбросо-надвигов, смещающих все элементы разреза вплоть до самых молодых [Терехов, Шимкус, 1989]. Северным ограничением Прикрымской складчато-надвиговой зоны считается региональный Южнобережный взбросо-надвиг, который четко выражен в рельефе прибрежной зоны Южного берега Крыма [Юдин, 2011]. Южным ограничением зоны является Северочерноморский надвиг, протягивающийся вдоль подножия континентального склона в акватории Черного моря. Сейсмологические и геофизические данные согласуются между собой, свидетельствуя 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.].

Основываясь на исторических сведениях, А.А. Никонов полагает, что предыдущее перед землетрясениями 1927 г. сильное землетрясение в Ялтинской очаговой зоне произошло примерно в 1427 г. (1450 ± 50 г.). Параметры этого события следующие: максимальная интенсивность $I_0 = 9 \pm 0.5$, $M = 7.5 \pm 0.3$, глубина очага $h = 25$ км [Никонов, 2000]. Позже на основе более достоверных данных для землетрясения XV в. были получены новые археологические и литературные свидетельства, а также определена более точ-

ная дата – 1423 г. [Кирилко, 2005; Мыц, 2009]. Предполагается, что это событие было гораздо сильнее землетрясений 1927 г.

В целом письменные источники древности сохранили надежные сведения лишь о нескольких сильных землетрясениях Крыма: 1292 г. в районе г. Судак, уже упомянутое событие XV в. и землетрясение 1615 г. в г. Феодосия [Хапаев, 2008]. Систематические сведения о землетрясениях Крыма стали появляться начиная со второй половины XIX в. Они были сведены в унифицированный каталог [Морозова, Шебалин, 1968], уточнены на основе сбора первичных сообщений [Никонов, Пономарева, 1991] и вошли в новый каталог [Shebalin, Leydecker, 1997]. Согласно историческим и археосейсмологическим данным, намечено несколько очаговых зон сильных землетрясений: Западно-Крымская, Инкерманская, Феодосийско-Судакская, Южно-Азовская и Керченская [Никонов, 2000]. Интервалы повторяемости разрушительных землетрясений в этих очаговых зонах оцениваются А.А. Никоновым в 250–600 лет. По всей видимости, в поисках аналогии с Ялтинскими событиями, эпицентры большинства землетрясений, составляющих указанные очаговые зоны, помещаются в акваторию Черного моря (за исключением Южно-Азовской и Керченской зон).

Вблизи г. Старый Крым расположена Феодосийско-Судакская очаговая зона. Для нее имеются сведения о трех землетрясениях, сопровождавшихся разрушениями, – 1615 г., 1869 г. и 1875 г. (рис. 6). Следует отметить, что положение эпицентров перечисленных землетрясений определяется с очень большой ошибкой и может быть пересмотрено при появлении более определенных сведений о распределении сотрясений. Сообщение о землетрясении 1615 г., вызвавшем цунами, разрушение домов и городской стены в Кафе, записано современником событий и сомнений не вызывает [Никонов, 1986; Хапаев, 2008]. По оценке А.А. Никонова, очаг землетрясения располагался в Черном море, $M = 6.0 \pm 0.5$, интенсивность сотрясений в г. Феодосия (Кафа) составляла 7–8 баллов. Землетрясение 11.10.1869 г. ($M = 6.0 \pm 0.2$) сильнее всего ощущалось в г. Судак (7 баллов), где сопровождалось изменением уровня моря, вызвало серьезные повреждения старых сооружений, включая генуэзскую крепость, и разрушение некоторых современных зданий [Никонов, Пономарева, 1991]. О нем также известно, что в городах Феодосия и Белогорск интенсивность сотрясений достигла 6 баллов. Землетрясение 08.08.1875 г. ($M = 4.7 \pm 0.3$), очаг которого находился к востоку от г. Феодосия, вызвало в этом городе сотрясения интенсивностью 6–7 баллов [Никонов, Пономарева, 1991]. Этому землетрясению предшествовал слабый форшок 01.08.1875 г. ($M = 4.1 \pm 0.3$). Примечательно, что 08.08.1875 г., помимо Феодосии, еще одна локальная область максимальных сотрясений (6–7 баллов) была расположена в 30 км к северо-западу от г. Старый Крым, в деревнях Малиновка и Васильевка. При этом уже в 12 км к юго-западу от этих деревень, в г. Белогорск, интенсивность сотрясений составила 4 балла. Таким образом, параметры этого землетрясения до конца неясны; это касается положения очага, количества событий и распределения сотрясений.

Потенциальные сейсмические очаги имеются и в материковой части Крыма. По косвенным данным о глубинном строении и распределении сейсмогравитационных образований выделяется Северо-Крымская зона [Борисенко и др., 1995]. Здесь, под платформенными слабодислоцированными отложениями верхнего мела – кайнозоя, трассируется глубинный разлом (сутура), разделяющий Скифскую плиту и альпийское сооружение Горного Крыма [Юдин, 2011; и др.]. Вдоль зоны Предгорного (Северо-Крымского, Симферопольского) глубинного разлома вытянута полоса сейсмогенных обвалов и гигантских оползней [Борисенко и др., 1999]. Она протягивается вдоль высоких обрывов прочных пород куэстовой моноклинали северного склона Горного Крыма и во многом обусловлена благоприятными геоморфологическими и литологическими условиями.

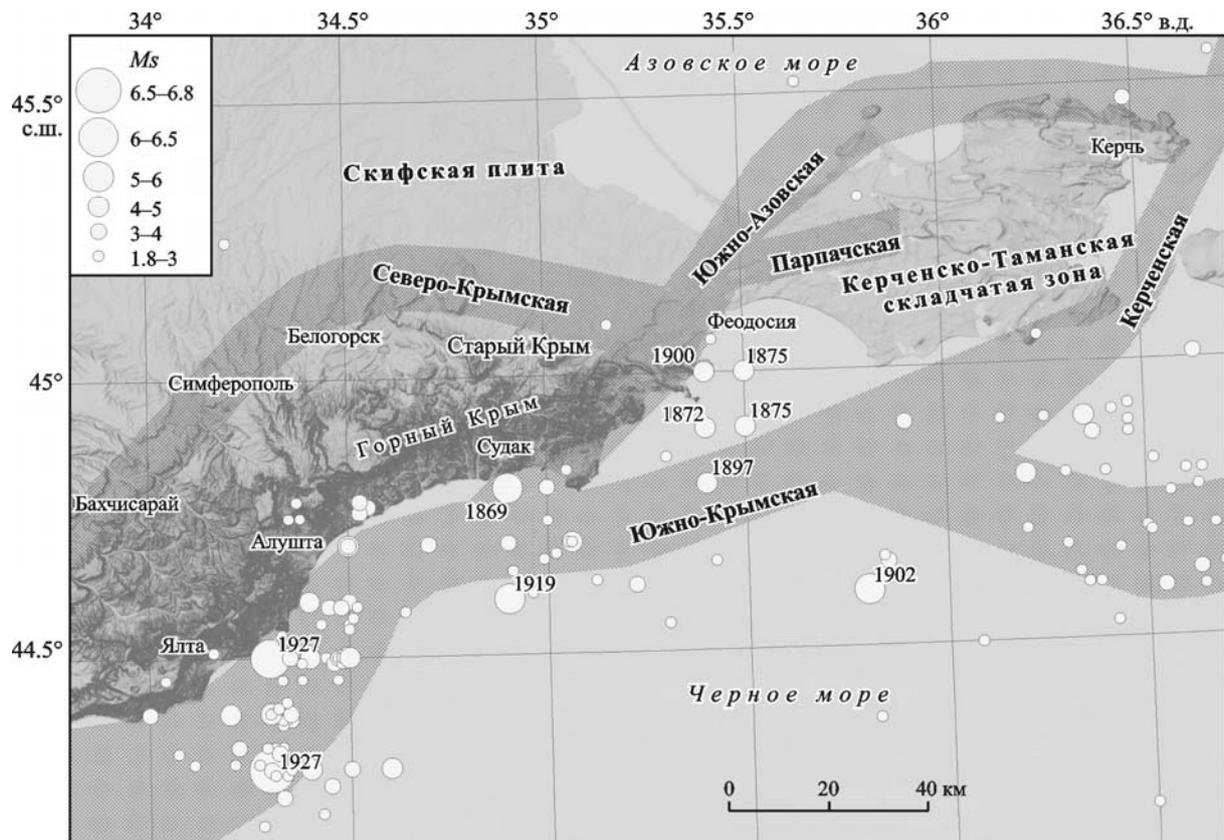


Рис. 6. Сейсмогенерирующие зоны Восточного Крыма по инструментальным, археосейсмологическим и палеосейсмологическим данным

Кружками показаны эпицентры землетрясений по инструментальным и макросейсмическим данным за период 1800–2014 гг. [Пустовитенко и др., 1989; Shebalin, Leydecker, 1997; бюллетени ФИЦ «ЕГС РАН»] с указанием года сильнейших событий

Наиболее детально в палеосейсмологическом отношении изучен восток Крымского полуострова. В настоящее время уровень сейсмической активности здесь низкий. Основной особенностью геологического строения является развитие многокилометровой толщи глинисто-песчаных кайнозойских осадков, собранных в линейные антиклинальные гряды и пологие синклинальные понижения. Вдоль западной и северной границ Керченско-Таманской складчатой зоны протягивается Южно-Азовский активный разлом [Геология..., 1992; Никонов, 1994]. На западе Керченского полуострова этот разлом надежно выделяется в меловых отложениях, тогда как в кайнозойском чехле он выражен пологой флексурой [Герасимов, 1992]. В районе г. Феодосия, на простирании этого дизъюнктива в мел-палеогеновые структуры Горного Крыма, выявлен молодой разрыв субмеридионального простирания со следами неоднократных позднеголоценовых сейсмоструктурных подвижек сдвиговой кинематики [Овсюченко и др., 2016]. Восточнее Южно-Азовский активный разлом приурочен к границе Приазовского, наиболее приподнятого участка Таманского и Керченского полуостровов с мелководной котловиной Азовского моря, где имеются следы сейсмоструктурных подвижек, связанных с землетрясениями IV–II вв. до н.э. и XVIII в. [Овсюченко и др., 2015]. Землетрясение XVIII в., которое А.А. Никонов [1996] датировал 1751 г., предложив для него следующие параметры: $M = 7.7 \pm 0.5$; $h = 40$ км, могло проявиться в районе г. Старый Крым (монастырь Сурб-Хач) с интенсивностью до 8 баллов. В самых молодых слоях разреза Керченско-Таманской складчатой зоны также выражен Парпаичский активный

разлом, с которым связаны следы нескольких позднеголоценовых подвижек взбросовой кинематики.

В целом степень неопределенности сведений о сейсмогенерирующих структурах вряд ли позволит очертить потенциальные очаги землетрясений с большей точностью, чем это показано на рис. 6. И все же можно надеяться, что эта карта послужит основой при локализации очагов по археосейсмологическим данным, чем будет усовершенствована.

Археосейсмологические исследования комплекса

Нашими археосейсмологическими исследованиями в 2015 г. в конструкциях мечети и медресе был выявлен следующий комплекс деформаций.

Деформации арочных конструкций (рис. 7). Так, нами была исследована деформация арки и свода в северо-восточном помещении медресе – помещении 24 (см. рис. 3). Эта комната, вероятно, принадлежала помощнику преподавателя – муидаму. Простираение стены с аркой составляет 0° . Здесь прослежено два деформационных события. Во время первого были утрачены замковые части свода, и он большей частью обрушился. Был проведен ремонт, но во время второго события образовалась трещина в каменном закладе.



Рис. 7. Деформация арки и свода в северо-восточном помещении медресе Инджи-бей-хатун
Пояснения см. в тексте

Значительные (зачастую на всю стену) межблоковые вертикальные и наклонные трещины. Так, межблоковые трещины на всю протяженность стены отмечены нами в северной (общей с мечетью) стене большого помещения северной анфилады комнат медресе – в комнате 23 (см. рис. 3) – айване, закрепленном за средней группы учеников – мутавазит (рис. 8).



Рис. 8. Значительные межблоковые трещины в большом помещении северного айвана медресе Инджибей-хатун

а – общий вид айвана (на север); *б* – увеличенный фрагмент фотографии *а*

Разбивание трещинами оконных обкладов: верхней балки и подоконника. Так, разбивание трещинами оконных обкладов (в перекрывающей балке и в подоконнике) отмечено нами в окне в восточной стене большой комнаты южной анфилады медресе – помещении № 7 (см. рис. 3), айване, закрепленном за высшей группой учеников – мюстедиль (рис. 9). Чтобы сохранить стену от обрушения, оконное пространство после первого землетрясения было заполнено каменной кладкой.

Систематические повороты значительных фрагментов зданий вокруг вертикальной оси (рис. 10, 11). Вращения отдельных строительных блоков, кирпичей, камней или постаментов колонн, а также значительных фрагментов стен или всей стены целиком



Рис. 9. Разбитые трещинами каменные блоки подоконника и оконного перекрытия в восточной стене большой комнаты южного айвана медресе Инджи-бей-хатун с заложеным камнями для укрепления этой части поврежденной стены внутренним пространством оконного проема



Рис. 10. Разворот против часовой стрелки на 10° значительного фрагмента сооружения – северо-западного угла большого помещения в южной анфиладе комнат медресе Инджи-бей-хатун

Стрелкой 1 показано нависание фрагмента сооружения над фундаментом в связи с его поворотом и смещением к югу почти на 50 см



Рис. 11. Современное состояние плинфового sklepa у западной стены медресе Инджи-бей-хатун (по [Гаврилов, Майко, 2014] с доп.). Вид с востока

1 – трещина; 2 – наклонившийся к югу и повернутый против часовой стрелки западный фрагмент стены; 3 – просевший участок стены

часто наблюдаются в сейсмически пораженной области [Korzhentkov, Mazor, 1999]. Вращение вызывается сдвиговой парой сил, приложенной к плоскому элементу конструкции. Максимальное суммарное сейсмическое воздействие, направленное параллельно к простиранию стен или перпендикулярно к стенам, приведет к обрушению, смещению или наклону без вращения. Вращение будет наблюдаться в местах, где главные напряжения приложены под углом к элементу конструкции и результирующие сдвиговые напряжения высоки. Таким образом, развернутые элементы, находящиеся на перпендикулярно ориентированных стенах, должны иметь противоположное направление вращения, если сейсмический толчок прошел вдоль биссектрисы угла между двумя стенами.

Сквозные трещины (joints), пробивающие несколько блоков подряд. Трещины, пробивающие насквозь несколько соседних строительных блоков (рис. 12) или даже целую стену, свидетельствуют о сильном землетрясении, так как для преодоления пространства между соседними блоками трещине необходима значительная энергия [Korjenkov et al., 2005]. Конечно, подобные трещины образуются и при взрывах и воздействии таранов, но практически никогда со временем при статической нагрузке. Трещины, распространяющиеся по границам строительных блоков или кирпичей, возникают и при землетрясениях, однако они могут проявиться в стенах и при статических нагрузках и просадках грунта.

Использование антисейсмических приемов при строительстве. Любопытно, что средневековые строители знали о возможности возникновения сильных землетрясений в регионе, поскольку при строительстве медресе они применили антисейсмические приемы. Для усиления конструкции против сейсмических воздействий древние мастера использовали деревянные брусы в качестве дверных и оконных перекрывающих балок и вставку слоев плинфы между горизонтальными рядами каменной кладки (рис. 13).



Рис. 12. Сквозные трещины в архитектурном комплексе мечети-медресе Узбека

а – вход в мечеть Узбека. Видны сквозная трещина длиной более 2 м слева (восточнее) входа и деформация арки над входом; *б* – сквозная трещина длиной 50 см в южной стене комнаты 15 (см. рис. 3) медресе. Трещина пробила насквозь шесть больших и малых блоков подряд

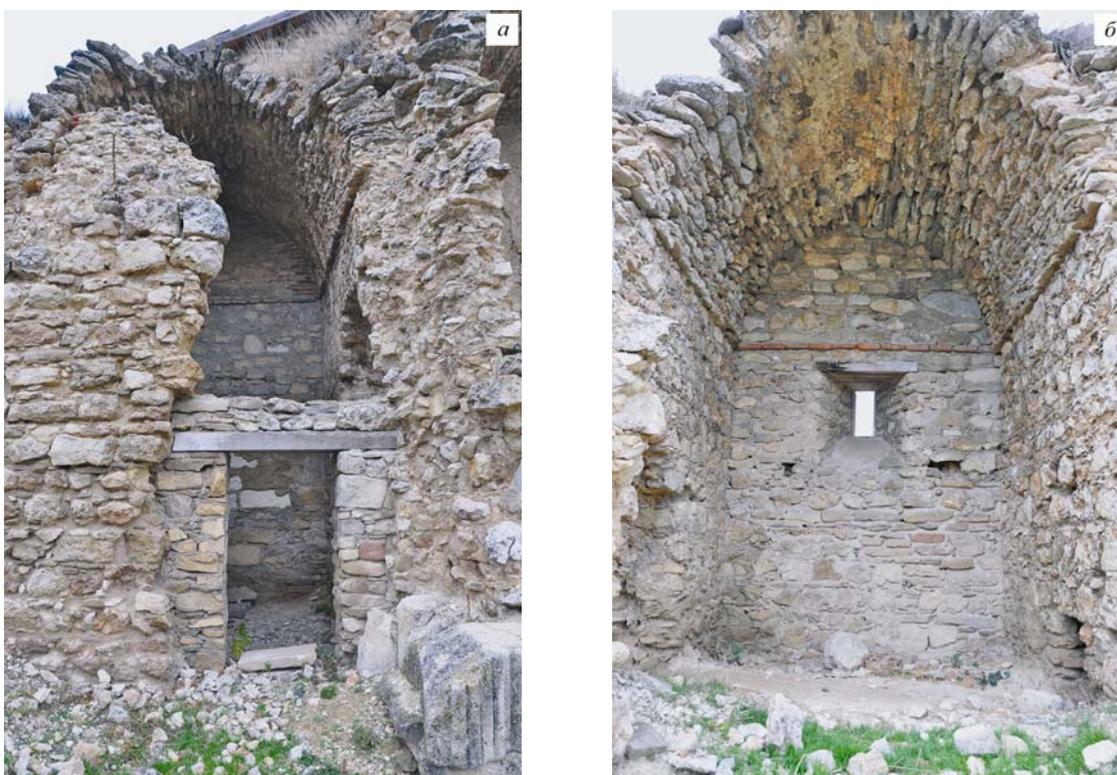


Рис. 13. Приемы антисейсмического дизайна в медресе Инджи-бей-хатун

а – деревянная балка над входом в помещение 22 (см. рис. 3) медресе – худжру для средней группы учеников (мутавассит); *б* – деревянная балка над окном и слой плинфы во всех стенах помещения выше окна в помещении 21 (см. рис. 3) медресе – худжры для средней группы учеников (мутавассит)

Обсуждение результатов

Исследованный комплекс деформаций в мечети Узбека и медресе Инджи-бей-хатун в г. Старый Крым однозначно указывает на их сейсмический характер. Местная сейсмическая интенсивность землетрясений, по всей видимости, достигала $VIII \leq I \leq IX$ баллов по шкале MSK-64. Судя по полученным материалам, здесь имеются следы по крайней мере двух значительных сейсмических событий. Первое, исходя из результатов археологических исследований [Северова, 1990; Крамаровский, 1994], имело место в начале XV в. В.П. Кирилко [2005, 2015] связывает его с Ялтинским землетрясением 1423 г.

Второе сильное землетрясение произошло позже. Судя по сохранившимся рисункам, это землетрясение имело место в XIX в.: в период с 1797 г. (восточная анфилада комнат медресе еще в сравнительно хорошем состоянии (рис. 14, 15)) по 1888–1889(?) гг. (восточная анфилада полностью разрушена (рис. 16)).

Судя по практически полному обрушению восточной и западной анфилад помещений медресе и учитывая повороты стен широтной ориентировки против часовой стрелки, максимальное суммарное сейсмическое воздействие при более позднем землетрясении было направлено по оси ЗСЗ–ВЮВ.

Максимальное суммарное сейсмическое воздействие при землетрясении 1423 г. было направлено вдоль субмеридиональной оси. Об этом свидетельствуют отремонтированные подоконники, а также арки и своды этого же простирания. Кинематические особенности деформаций показаны на рис. 17, 18.



Рис. 14. М.М. Иванов. В Старом Крыму. Остатки школы. 1783 г. Акварель. Государственный Русский музей, г. Санкт-Петербург, № Р 30073. (Внутренний двор медресе. Вид с юга)



Рис. 15. М.М. Иванов. Город Старый Крым. 1797 г. Акварель. Государственный Русский музей, г. Санкт-Петербург, № Р 5876. (Площадь перед порталом медресе. Вид с юго-востока)



Рис. 16. Мечеть Узбека. На заднем плане – южный айван медресе Инджи-бей-хатун. Вид с северо-востока. Фото И.Ф. Барщевского. 1888–1889(?) гг. (по: [Кирилко, 2015. С. 516])

Судя по сохранившимся рисункам и фотографиям, землетрясение 1927 г. не оставило значительных повреждений ни в мечети, ни в медресе (см. рис. 16, рис. 19, 20).

Для более точного определения параметров древних землетрясений и, соответственно, более точной оценки сейсмической опасности региона необходимы дополнительные исследования средневековых сооружений г. Старый Крым и древних памятников

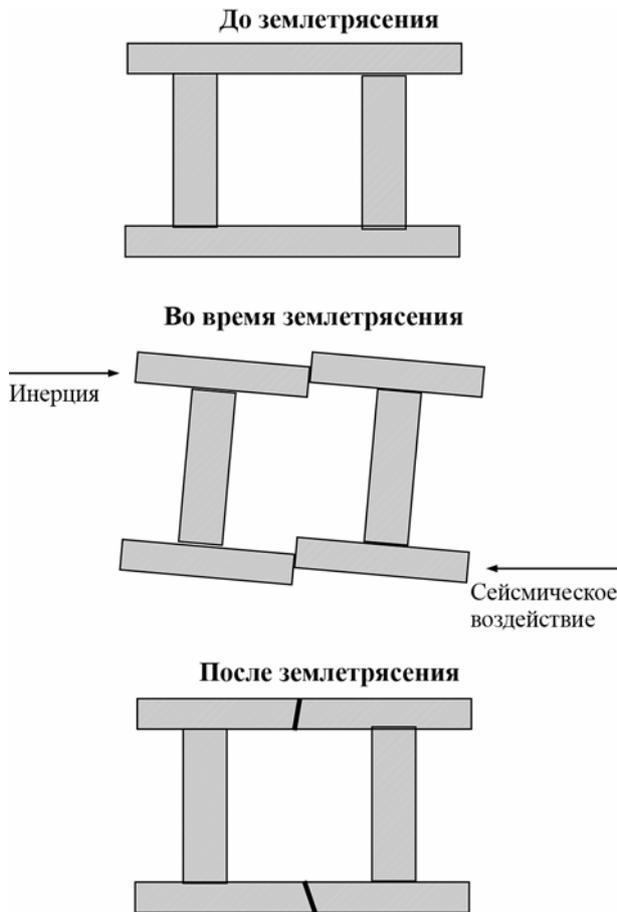


Рис. 17. Модель образования трещин в каменных балках оконных перекрытий и подоконников зданий при сильных сейсмических воздействиях (по [Korjenkov, Mazor, 2005] с изм.)

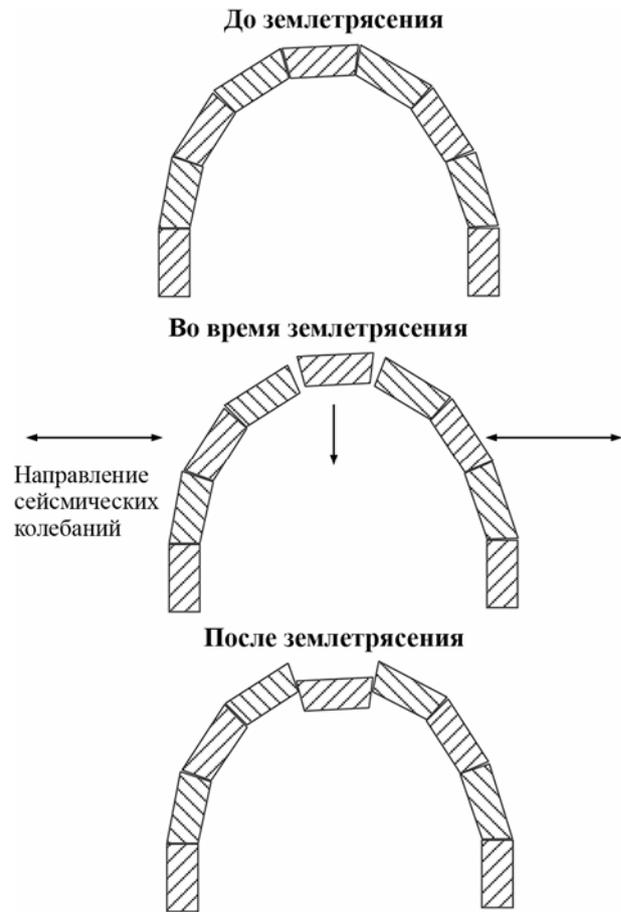


Рис. 18. Схематическое изображение модели деформации арочных и сводовых конструкций зданий во время сильных землетрясений (по [Korjenkov, Mazor, 2003] с изм.)



Рис. 19. Сооружения северной части медресе Инджи-бей-хатун и мечеть Узбека. Вид с юго-востока. 1925 г. (по [Бороздин, 1926. С. 23])



Рис. 20. Медресе Инджи-бей-хатун. Современное фото

на прилегающих территориях, таких, например, как армянский монастырь Сурб Хач, православная церковь Святого Знамения иконы Божьей Матери (армянская церковь Святой Богородицы) в с. Грушевка и др.

Заключение

Характер повреждений и обрушений, выявленных нами в мечети Узбека и медресе Инджи-бей-хатун (комплекс медресе-мечеть Узбека) в г. Старый Крым, однозначно свидетельствует об их сейсмогенной природе. По всей видимости, нам удалось установить следы двух значительных сейсмических событий. Первое, судя по материалам археологических раскопок, имело место в начале XV в. Возможно, это Ялтинское землетрясение 1423 г. Максимальное суммарное сейсмическое воздействие при этом землетрясении было направлено вдоль субмеридиональной оси.

Второе землетрясение, судя по сохранившимся рисункам и фотографиям, произошло в XIX в.: в период с 1797 г. по 1888–1889(?) гг. Для этого периода известны два сейсмических события, сопровождавшихся 6–7-балльными эффектами в районе г. Старый Крым – 11.10.1869 г. и 08.08.1875 г. [Никонов, Пономарева, 1991]. Сведения о проявлении этих событий в самом г. Старый Крым отсутствуют. Максимальное суммарное сейсмическое воздействие при втором событии было направлено по оси ЗСЗ–ВЮВ. В результате землетрясения серьезно пострадали восточная и западная анфилады медресе. Возможно, в дальнейшем эти помещения, как наиболее пострадавшие и сильно разрушенные, были разобраны для своих нужд местными жителями. Факты истребления населением старокрымских памятников бесспорны, что неоднократно подтверждено источниками. Причем зачастую это делалось с разрешения местных властей. Пик подобного мародерства приходился на XIX – начало XX в.

Землетрясения 1927 г. не оставили следов значительных повреждений ни в мечети, ни в медресе.

Благодарности

Исследования проводились при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-05-06197).

Литература

- Акчокраклы О.[-Н. А.]* Старокрымские и отузские надписи XIII–XV веков // ИТОИАЭ. 1927. Т. 1(28). С. 5–17.
- Башикиров А.С.* Сельджукизм в древнем татарском искусстве // Крым. 1926. № 2. С. 109–125.
- Башикиров А.С.* Художественные памятники Солхата // Крым. 1927. № 1. С. 122–144.
- Белик Ю.Л., Корженков А.М., Куликов А.В., Ларьков А.С., Мараханов А.Н., Овсяченко А.Н., Рогожин Е.А.* Сейсмогенные деформации в стенах позднесредневековой крепости Ени-Кале в Восточном Крыму // Вопросы инженерной сейсмологии. 2016. Т. 43, № 2. С. 17–35.
- 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.: ОИФЗ РАН, 1995. 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 году / Науч. ассоц. востоковедения при ЦИК СССР. М.: Искра революции, 1926. 32 с.
- 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.
- Гаврилов А.В., Майко В.В.* Средневековое городище Солхат-Крым: Материалы к археологической карте города Старый Крым. Симферополь: Бизнес-Информ, 2014. 212 с.
- Геология и геодинамика района Крымской АЭС / Отв. ред. Н.М. Гавриленко, А.В. Чекунов. Киев: Наук. думка, 1992. 188 с.
- Герасимов М.Е.* Тектоника мезозойских отложений и диапировые структуры Керченского полуострова // Геология нефти и газа. 1992. № 2. С. 9–12.
- Горшков Г.П., Левицкая А.Я.* Некоторые данные по сеймотектонике Крыма // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1947. Т. 22, вып. 3. С. 31–40.
- Засыпкин Б.Н.* Памятники архитектуры крымских татар // Крым. 1927. № 2. С. 113–168.
- Золотоордынская экспедиция // Сообщ. Гос. Эрмитажа. Л.: Искусство, 1982. № 47. С. 92.
- Золотоордынская экспедиция // Сообщ. Гос. Эрмитажа. Л.: Искусство, 1986. № 51. С. 73.
- Зуммер В.М.* Тюрко-татарская секция Конференции археологов в Керчи // ИАЗГУ. 1926. Т. 6–7. С. 247–262.
- Кемаль Я.* Надписи на портале «Мечети Узбека» в г. Старый Крым // ИТОИАЭ. 1927. Т. 1 (28). С. 202–204.
- Кирилко В.П.* К вопросу о времени строительства так называемой мечети Узбека в Старом Крыму // Проблемы истории Крыма: Тез. докл. науч. конф., г. Симферополь, 23–28 сентября 1991 г. / Под ред. Л.Н. Миронец. Симферополь, 1991. Вып. 2. С. 32–34.
- Кирилко В.П.* Архітектура, мозаїки та монументальний живопис // Історія української культури. Київ: Наук. думка, 2001. Т. 1. С. 1078–1099.
- Кирилко В.П.* Крепостной ансамбль Фуны (1423–1475 гг.). Киев: Стилос, 2005. 269 с.

- Кирилко В.П.* Строительная история крымской мечети Узбека: По материалам реставрационных исследований // Донские древности. Азов, 2009. Вып. 10. Матер. IV Междунар. конф., посв. памяти проф. МГУ Г.А. Федорова-Давыдова «Диалог городской и степной культур на евразийском пространстве». С. 187–200.
- Кирилко В.П.* Солхатское медресе // *Stratum plus*. 2011. № 6. С. 125–210.
- Кирилко В.П.* Золотоордынская архитектура Крыма: Общее и особенное // Археология евразийских степей. Казань, 2013. Вып. 17: Матер. II Междунар. болгарского форума «Средневековая Евразия: Симбиоз городов и степи», г. Казань, 21–23 мая 2011 г. С. 84–99.
- Кирилко В.П.* Строительная периодизация т. н. мечети Узбека в Старом Крыму // Генуэзская Газария и Золотая Орда / Под ред. С.Г. Бочарова, А.Г. Ситдикова. Казань–Симферополь–Кишинев: *Stratum Publ. House*, 2015. С. 509–558. (Сер. «Археологические источники Восточной Европы»).
- Корженков А.М., Мазор Э.* Структурная реконструкция сейсмических событий: Руины древних городов как окаменевшие сейсмографы // Изв. МОН РК, НАН РК. Сер. общ. наук. 2001. № 1. С. 108–125.
- Корженков А.М., Мусеев Д.А., Овсяченко А.Н., Ларьков А.С., Мараханов А.В., Рогожин Е.А., Эмруллаев Ш.А.* Археосейсмологические исследования в древней столице крымских ханов Салачике // Вопросы инженерной сейсмологии. 2016. Т. 43, № 3. С. 30–47.
- Книга путешествия. Турецкий автор Эвлия Челеби о Крыме: 1666–1667 гг. / Крым. отд. Ин-та востоковедения НАН Украины; пер. и ком. Е.В. Бахревского. Симферополь: Дар, 1999. 144 с.
- Крамаровский М.Г.* Работы на городище средневекового Солхата // Археологические открытия 1979 года / Под ред. Б.А. Рыбакова. М.: Наука, 1980. С. 290–291.
- Крамаровский М.Г.* Работы на городище средневекового Солхата // Археологические открытия 1982 года / Под ред. Б.А. Рыбакова. М.: Наука, 1984. С. 281.
- Крамаровский М.Г.* Солхат-Крым: К вопросу о населении и топографии города в XIII–XIV вв. // Итоги работ археологических экспедиций Гос. Эрмитажа: Сб. науч. трудов / Под ред. Г.И. Смирнова. Л.: Изд-во Гос. Эрмитажа, 1989. С. 141–157.
- Крамаровский М.Г.* Солхат и Амасья в XIV в. К итогам археологического изучения комплекса медресе и мечети Узбека в г. Крым (Старый Крым) // Проблемы истории архитектуры: Тез. докл. Всесоюзн. науч. конф. Суздаль, 1991. С. 124–127.
- Крамаровский М.Г.* Исследования средневекового Солхата // АИК 1993 г. 1994. С. 163–166.
- Крамаровский М.Г.* Религиозные общины в истории и культуре Солхата XIII–XIV вв. // *Archeologia abrahamica*: Исследования в области археологии и художественной традиции иудаизма, христианства и ислама / Под ред. Л.А. Беляева. М.: Индрик, 2009. С. 395–428.
- Морозова Р.М., Шебалин Н.В.* О землетрясениях Крыма 1800–1967 гг.: Опыт критического каталога // Геофиз. сб. АН УССР. 1968. Вып. 26. С. 13–41.
- Мурзакевич Н.* Эски-Крымская арабская надпись // ЗООИД. 1848. Т. 2. С. 529–531.
- Мыц В.Л.* Кафа и Феодоро в XV в.: Контакты и конфликты. Симферополь: Универсум, 2009. 528 с.
- Никонов А.А.* Землетрясения XVII века в Восточном Крыму // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1986. № 6. С. 79–85.
- Никонов А.А.* Признаки молодой тектонической активности в зонах Южно-Азовского и Керченского разломов // Геотектоника. 1994. № 5. С. 16–28.
- 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.

- Никонов А.А.* Древние разрушительные землетрясения в Херсонесе и их значение в оценке долговременной сейсмической опасности Юго-Западного Крыма // Вопросы инженерной сейсмологии. 2015. Т. 42, № 2. С. 17–50.
- Никонов А.А., Пономарева О.Н.* Сильные землетрясения Крыма во второй половине XIX в. // Вопросы инженерной сейсмологии. 1991. Вып. 32. С. 59–76.
- Овсяченко А.Н., Шварев С.В., Ларьков А.С., Мараханов А.В.* Следы сильных землетрясений Керченско-Таманского региона по геологическим данным // Вопросы инженерной сейсмологии. 2015. Т. 42, № 3. С. 33–54.
- Овсяченко А.Н., Корженков А.М., Ларьков А.С., Мараханов А.Н., Рогожин Е.А.* Новые сведения об очагах сильных землетрясений в районе Керченского полуострова // Доклады РАН. 2017а. Т. 472, № 1. С. 89–92.
- Овсяченко А.Н., Корженков А.М., Ларьков А.С., Рогожин Е.А., Мараханов А.Н.* Оценка сейсмической опасности низкоактивных областей на примере Керченско-Таманского региона // Наука и технологические разработки. 2017б. Т. 96, № 1. С. 5–18.
- Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В.* Землетрясения Крымско-Черноморского региона. Киев: Наук. думка, 1989. 190 с.
- Северова М.Б.* Пополнение фонда джучидских монет Эрмитажа (по материалам Старокрымской археологической экспедиции) // СГЭ. 1990. Т. LIV. С. 43–46.
- Смирнов В.Д.* Археологическая экскурсия в Крым летом 1886 г. // ЗВОИРАО. 1887. Т. 1. С. 273–302.
- Терехов А.А., Шимкус К.М.* Молодые осадки и надвиговые структуры в Прикрымской и Прикавказской зонах Черноморской впадины // Геотектоника. 1989. № 1. С. 72–79.
- Ханаев В.В.* Письменные источники по истории Крымских землетрясений античного и средневекового периодов // Уч. зап. Таврич. нац. ун-та. Сер. «История». 2008. Т. 21 (60), № 1. С. 3–8.
- Юдин В.В.* Геодинамика Крыма. Симферополь: ДИАЙПИ, 2011. 336 с.
- Korjenkov A.M., Mazor E.* Archeoseimology in Mamshit (Southern Israel): Cracking a millennia code of earthquakes preserved in ancient ruins // *Archaeologischer Anzeiger*. 2003. N 2. P. 51–82.
- Korjenkov A.M., Mazor E.* Diversity of earthquakes destruction patterns: The Roman-Byzantine ruins of Haluza, Negev desert, Israel // *Archaeologischer Anzeiger*. 2005. N 2. P. 1–15.
- Korjenkov A.M., Kaiser D., Groupner S.* Preliminary analysis of damages of possible seismic origin to historical monuments in North-Eastern Germany // *Archeosismicite & Vulnerabilite. Patrimoine bati ouvert au public. Actes des Vie et VIIe Recontres du Groupe APS*. 2005. P. 199–215.
- Korzhenkov A.M., Mazor E.* Structural reconstruction of seismic events: Ruins of ancient buildings as fossil seismographs // *Sci. and New Tech*. 1999. N 1. P. 62–74.
- Shebalin N.V., Leydecker G.* Earthquake catalogue for the former Soviet Union and borders up to 1988. Luxembourg: Off. for Off. Publ. of the Europ. Com., 1997. 135 p. (Europ. Coms. Rep. N EUR 17245 EN, Nuclear Sci. and Tech. Ser.)

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 (916) 226-90-92. E-mail: amkor61@yandex.ru

ЛОМАКИН Дмитрий Анатольевич – кандидат исторических наук, научный сотрудник, Научно-исследовательский центр истории и археологии Крыма Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Республика Крым, г. Симферополь, просп. Вернадского, д. 4. Тел.: +7 (978) 708-80-54. E-mail: LomakinDA@mail.ru

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

ON TRACES OF STRONG LATE-MEDIEVAL EARTHQUAKES AT UZBEK MADRASAH-MOSQUE COMPLEX (STARYI KRYM TOWN)

**A.M. Korzhenkov¹, D.A. Lomakin², A.N. Ovsyuchenko¹, A.S. Lar'kov¹,
A.V. Marakhanov¹, E.A. Rogozhin¹**

¹ Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

² Research Center on History and Archeology of Crimea, Vernadskii Crimean Federal University, Simferopol, Republic of Crimea, Russia

Abstract. The results are presented of archaeoseismological investigations of medieval architectural monuments – the Uzbek Mosque and the Indzhi-Bey-Khatun Madrasah (Uzbek Madrasah-Mosque Complex) – in Saryi Krym Town in the east of the Crimean Peninsula. The character of revealed destructions and collapses unambiguously indicates their seismic origin. Local seismic intensity was apparently $VIII \leq I \leq IX$ by MSK-64 scale. Using the obtained data, we revealed traces of at least two significant seismic events. According to the results of archaeological study, the first one occurred at the beginning of the XV century. Possibly, this was the Yalta earthquake of 1423. The maximum summary seismic effect was then directed along the sub-meridional axis. The second strong earthquake occurred later. According to the preserved illustrations and photographs, it occurred in the XIX century, in the period from 1797 to 1888–1889(?). The maximum summary seismic effect of the later earthquake was directed along WNW-ESE axis. The Yalta earthquakes of 1927 did not cause any significant damages either in the mosque or in the madrasah.

Keywords: Uzbek madrasah-mosque, medieval ages, seismic deformations, kinematic indicators, Saryi Krym town, Solkhat, Crimean Peninsula.