ДОКЛАДЫ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК. НАУКИ О ЗЕМЛЕ, 2020, том 493, № 1, с. 63–67

ГЕОФИЗИКА

УДК 551:550.34

О СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ РАННЕСРЕДНЕВЕКОВОЙ КРЕПОСТНОЙ СТЕНЫ Г. ДЕРБЕНТ (ДАГЕСТАН)

© 2020 г. А. Н. Овсюченко[1,*], А. М. Корженков[1], М. С. Гаджиев[2], А. С. Ларьков[1], Е. А. Рогожин[1]

Представлено академиком РАН С.А. Федотовым 20.02.2019 г.
Поступило 22.02.2019 г.
После доработки 20.04.2020 г.
Принято к публикации 25.04.2020 г.

Освещены результаты новейших исследований активных разломов Южного Дагестана в районе г. Дербент с использованием методов палео- и археосейсмологии. Выявлена зона сейсмогенерирующего разлома – Дербентский сегмент региональной тектонической границы между горным сооружением Большого Кавказа и Предкавказским прогибом. Последняя сейсмотектоническая подвижка в результате сильного землетрясения по разлому привела к смещению раннесредневековой городской стены Дербента. Магнитуда этого события составила $M \approx 7$ и, следовательно, сейсмическая интенсивность колебаний $I_o \geq$ IX баллов. Возраст сейсмического события вероятнее всего – X в.

Ключевые слова: активная тектоника, сейсмические деформации, фортификация, исторические землетрясения, средневековье, Дербент, Дагестан

DOI: 10.31857/S2686739720070130

Территория Дагестана является одной из наиболее активных в сейсмическом отношении областей Кавказа. Так, только в одном из районов Приморского Дагестана – г. Дербенте, за XX-е столетие ощущалось 10 землетрясений с интенсивностью 5–6 баллов и одно 7-балльное в 1913 г. [1].

При детальном картировании сейсмической опасности всегда возникают вопросы о положении сейсмогенерирующих структур, их сейсмическом потенциале и повторяемости сильных землетрясений. Используя только сейсмологические каталоги на эти вопросы далеко не всегда можно найти правильные ответы. Это связано с неполнотой каталогов для доинструментального периода сейсмической истории и большим периодом повторяемости сильных землетрясений, достигающим сотен и тысяч лет. Такие пробелы можно восполнить с использованием методов палео- и археосейсмологии. Изучение сейсмогенных деформаций по независимым источникам информации – в рельефе и молодых отложениях, археологических и исторических памятниках – дает возможность продления сейсмической "летописи" на сотни и тысячи лет и точной локализации очагов сильных землетрясений. Такой комплексный подход активно развивается в мире, а в последние годы успешно зарекомендовал себя в Крыму ([2] и др.).

Наиболее бесспорный и информативный случай представляет выход очага сильного исторического землетрясения на поверхность с разрывом и смещением древних строительных конструкций ([4–6] и др.). По величине и направлению смещения строительных элементов (например, городских стен или акведуков) можно определить кинематику подвижке в очаге и рассчитать параметры исторического сейсмического события. Время события определяется по возрасту археологических артефактов и данным определения абсолютного возраста.

В 2018 г. нами проведены палео- и археосейсмологические исследования в районе древнего города Дербент. В настоящее время здесь можно наблюдать остатки разновозрастных сооружений, основа которых была возведена в конце 560-х гг. в правление самого могущественного иранского шаха из династии Сасанидов Хосрова I Ануширвана (531–579) [3].

В районе г. Дербент нами была выявлена зона сейсмогенерирующего разлома, вытянутая вдоль подножия Джалганского хребта (рис. 1). Она представляет собой сегмент региональной текто-

[1] *Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук, Москва, Россия*
[2] *Институт истории, археологии и этнографии Дагестанского Научного Центра Российской академии наук, Махачкала, Россия*
**E-mail: ovs@ifz.ru*

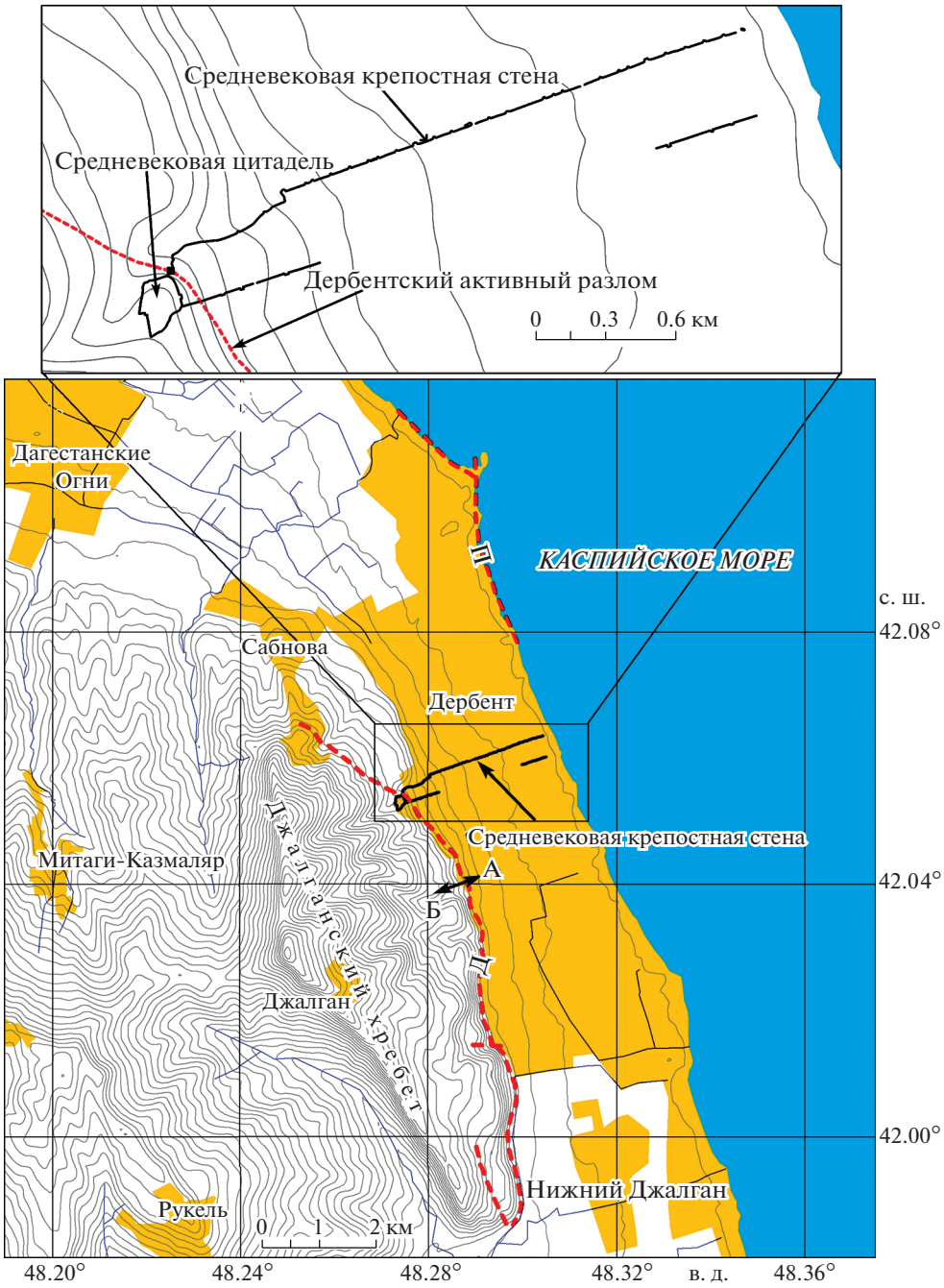

Рис. 1. Вверху – план сохранившихся участков средневековой крепостной стены г. Дербент с положением Дербентского активного разлома и местом детального изучения смещённой стены (квадрат). Внизу – общая карта района г. Дербент с положением прослеженных Дербентского (Д) и Приморского (П) активных разломов. Линия А–Б – положение разреза на рис. 2.

нической границы между горным сооружением Большого Кавказа и Прикаспийской низменностью. Дербентский сегмент представлен выразительным литолого-тектоническим уступом высотой до 100 м, на всем протяжении которого прослежен разрез позднемиоценовых карбонатных отложений, смятых в приразломную антиклинальную складку, подорванную системой листрических взбросо-надвигов по которым произошло разлинзование и трехкратное совмещение в разрезе слоя прочных известняков (рис. 2). Внутренняя структура разломной зоны конформна рельефу поверхности уступа. В подножии уступа выходит пологий надвиг, с глубиной принимающий более крутое падение (до 20°) в западном направлении. В позднеголоценовых пролювиаль-

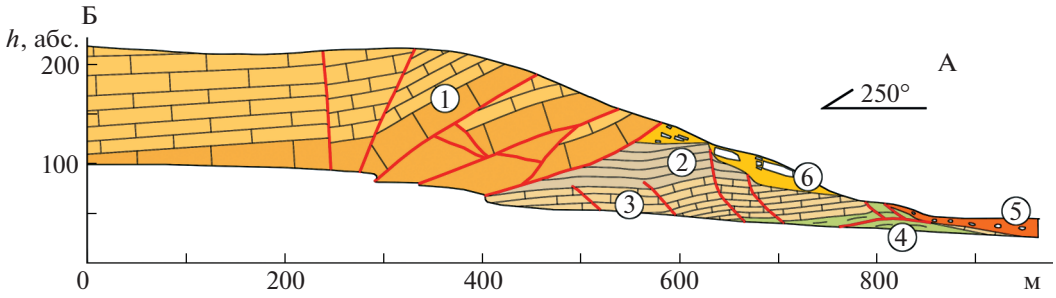

Рис. 2. Схематический геологический разрез Дербентской разломной зоны по линии А–Б (положение см. на рис. 1). Красные линии – разрывы. 1 – массивные, толстослоистые известняки-ракушечники (поздний миоцен, верхний сармат); 2 – тонкое переслаивание глин, алевролитов, известняков и песчаников (поздний миоцен, средний сармат); 3 – тонкое переслаивание известняков, песчаников и алевролитов (поздний миоцен, средний сармат); 4 – глины; 5 – лёссовидные супеси с линзами и прослоями грубообломочного пролювия (поздний голоцен); 6 – коллювиально-оползневые образования.

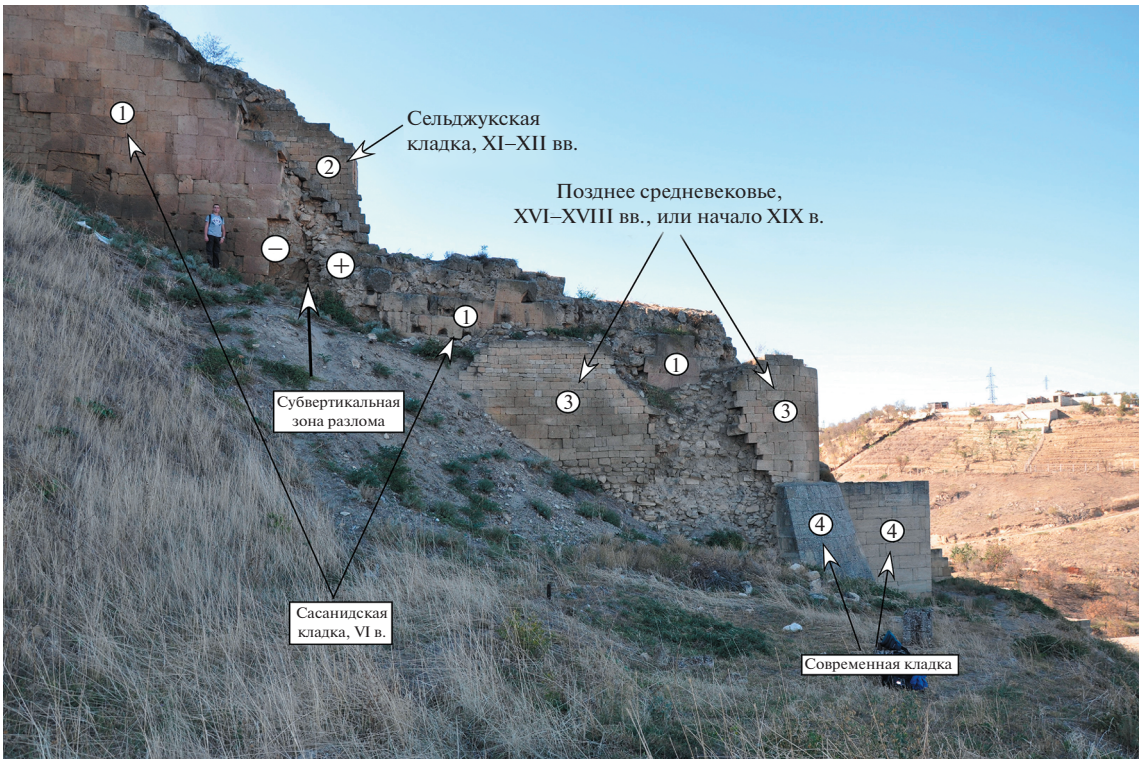

Рис. 3. Южный фас северной оборонительной стены города Дербента, разорванной сейсмотектоническим разрывом. 1 – Сасанидская кладка, VI в.; 2 – Сельджукская кладка, XI–XII вв.; 3 – кладка позднего средневековья, XVI–XVIII вв. или нач. XIX в., 4 – современная реставрационная кладка. “+” выдвинутое к югу крыло разлома, “–” сместившееся к северу крыло разлома. Вид на север.

но-склоновых осадках деформация рассеяна в виде широкой (до 50 м) зоны флексурно-складчатых деформаций. Можно полагать, что в позднем голоцене интенсивное сжатие во фронтальной части надвига приобретало импульсный характер, о чем свидетельствуют горизонты погребенных палеопочв. Резкие правосторонние изгибы долин временных водотоков вдоль подножия уступа на отрезках СЗ-ориентировки свидетельствуют о правосдвиговой компоненте смещений.

Последняя подвижка по разрыву СЗ ориентировки привела к смещению северной городской стены Дербента. В позднемиоценовых породах разрыв прослеживается в сухой долине в 170 м к СЗ от стены. В результате этой подвижки была разорвана и смещена в горизонтальном направ-

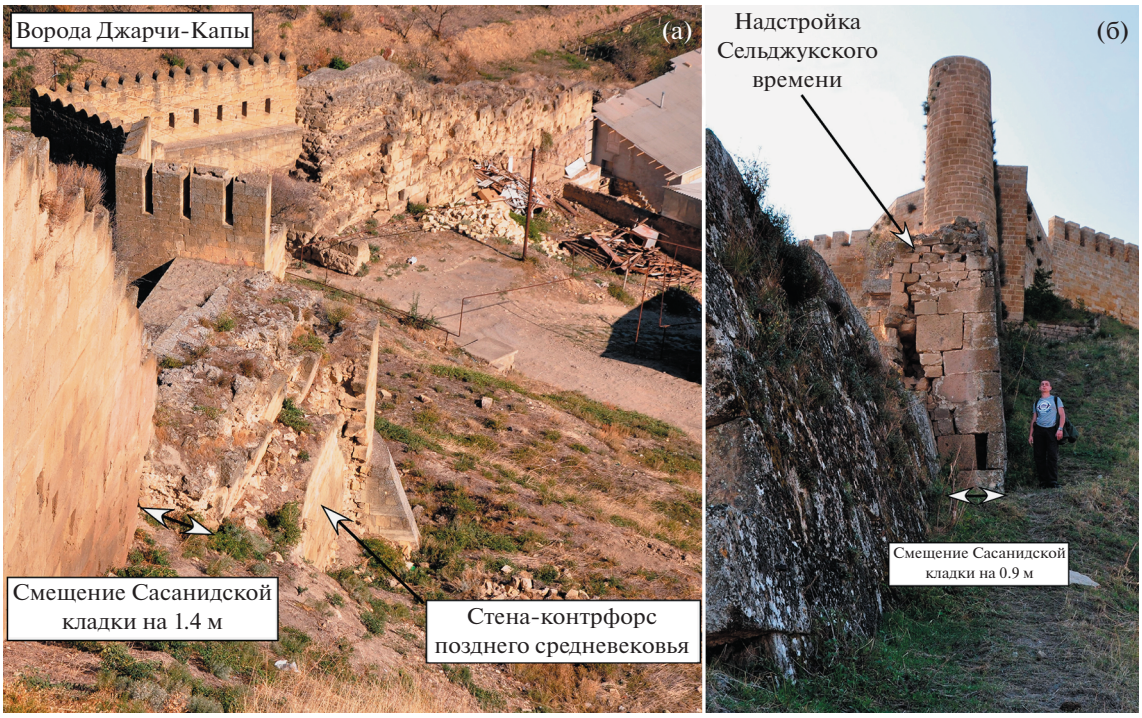

Рис. 4. Смещение северной оборонительной стены Дербента по сейсмотектоническому разрыву. а – вид на СЗ – на южный фас северной оборонительной стены Дербента, разорванной по разлому на 1.4 м. б – смещение стены на 0.9 м. Виден сильный наклон восточной части стены к востоку, а также раскрытие в Сасанидской каменной кладке. Вид на ЮВ.

лении стена, сложенная характерной Сасанидской кладкой (конец 560 гг.) (рис. 3). Судя по южному фасу стены горизонтальное смещение составило 1.4 м (правый сдвиг) (рис. 4а), однако если судить по смещению облицовочных каменных блоков северного фаса, величина подвижки – 0.9 м (рис. 4б). Разорванная стена по обе стороны от разлома расселась и наклонилась к ЮВ под углом до 74°. Для того, чтобы удержать эту сильно наклонившуюся стену в позднесредневековое время была возведена стена-контрфорс (рис. 4а).

Над зоной разрыва на руинах Сасанидской кладки была построена новая стена в Сельджукское время (XI–XII вв.). Землетрясение, сместившее стену, произошло до строительства новой стены. Возможно, что оно произошло на рубеже арабского (VIII–X вв.) и сельджукского периодов (мы не наблюдали следов ремонта арабского времени). Возможно, что мы нашли выход одного из сейсмических очагов на поверхность, имевших место в X в. Имеются исторические свидетельства, интерпретируемые как показания о двух землетрясениях X в.: 918 г. с $M = 6.1$ ($I_0 = 8$ баллов), при котором произошло “...опускание берега с крепостной стеной Дербента”, и 957 г. с $M = 5.5$ ($I_0 = 7$ баллов), когда “...воды Каспия были отодвинуты на 300 локтей” [1]. Возможно также, что мы имеем дело с очагом неизвестного землетрясения XI или XII вв., письменные сведения о котором отсутствуют.

На основе проведенных исследований можно сделать вывод о том, что непосредственно в Дербенте и его окрестностях найден сейсмический очаг (эпицентральная зона) сильного средневекового землетрясения. Магнитуда этого события составила $M \approx 7$ и, следовательно, сейсмическая интенсивность колебаний $I_0 \geq$ IX баллов. Возраст сейсмического события вероятнее всего – X в., хотя может быть и моложе – XI–XII вв. Его предстоит еще уточнить.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18–55–06007 Аз_а) и в рамках Государственного задания ИФЗ РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Общий каталог землетрясений на территории Дагестана. Макросейсмичсекие и инструментальные данные о землетрясениях за период с VII в н.э. до 2005 г. / отв. ред. Р.А. Левкович. Махачкала: Эпоха, 2007. 393 с.
2. *Овсюченко А.Н., Корженков А.М., Ларьков А.С., Мараханов А.В., Рогожин Е.А.* Новые сведения об оча-

гах сильных землетрясений в районе Керченского полуострова // ДАН. 2017. Т. 472. № 1. С. 89–92.

3. *Gadjiev M.* On the Construction Date of the Derbend Fortification Complex // Iran and the Caucasus. 2008. V. 12. № 1. P. 1–15.

4. *Klinger Y., Avouac J.P., Dorbath L., Abou Karaki N., Tisnerat N.* Seismic Behaviour of the Dead Sea Fault along Araba Valley, Jordan // Geophys. J. Int. 2000. V. 142. № 3. P. 769–782.

5. *Korjenkov A.M., Arrowsmith J.R., Crosby C., Mamyrov 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 Seismol. 2006. No 10. P. 431–442.

6. *Rukieh M., Trifonov V.G., Dodonov A.E., Minini H., Ammar O., Ivanova T.P., Zaza T., Yusef A., Al-Shara M., Jobaili Y.* Neotectonic Map of Syria and Some Aspects of Late Cenozoic Evolution of the Northwestern Boundary Zone of the Arabian Plate // J. of Geodynamics. 2005. V. 40. P. 235–256.

SEISMOTECTONIC DEFORMATION OF THE EARLY MEDIEVAL FORTRESS WALL OF DERBENT (DAGESTAN)

A. N. Ovsyuchenko[a,#], A. M. Korzhenkov[a], M. S. Gadjiev[b], A. S. Larkov[a], and E. A. Rogozhin[a]

[a] *Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

[b] *Institute of History, Archeology and Ethnography, Dagestan Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russian Federation*

[#]*E-mail: ovs@ifz.ru*

Presented by Academician of the RAS S. A. Fedotov February 20, 2019

The results of the latest research on active faults in Southern Dagestan in the region of Derbent using the methods of paleo- and archeoseismology are highlighted. The seismic-generating fault zone – the Derbent segment of the regional tectonic boundary between the Greater Caucasus and the North Caucasian foredeep, has been identified. The last strong earthquake along the fault led to the displacement of the early medieval city wall of Derbent. The magnitude of this event was $M \approx 7$ and, consequently, the seismic intensity $I_o \geq$ IX. The age of the seismic event is most likely – X century.

Keywords: active tectonics, seismic deformations, fortification, historical earthquakes, the Middle Ages, Derbent, Dagestan