

Научная статья
УДК 94/902/904
DOI 10.46698/VNC.2026.62.92.001aиП

Историко-макросейсмическое исследование средневекового селения Тиб, Республика Северная Осетия-Алания

Андрей Михайлович Корженков

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Лаборатория палеосейсмологии и палеогеодинамики, заведующий, доктор геолого-минералогических наук, Москва, korzhenkov@ifz.ru

Александр Николаевич Овсяченко

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Лаборатория сейсмотектоники и сейсмического микрорайонирования, заведующий, кандидат геолого-минералогических наук, Москва, ovs@ifz.ru

Владимир Таймуразович Чшиев

Владикавказский научный центр Российской академии наук, Центр скифо-аланских исследований, ведущий научный сотрудник, кандидат исторических наук, Владикавказ, PCO-A, hacht@mail.ru

Александр Сергеевич Ларьков

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Лаборатория методов прогноза землетрясений, заведующий, кандидат геолого-минералогических наук, Москва, las@ifz.ru

Дмитрий Евгеньевич Едемский

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН, ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, Москва, deedemsky@gmail.com

Владислав Борисович Заалишвили

Владикавказский научный центр Российской академии наук, научный руководитель Геофизического института – филиала Владикавказского научного центра РАН, профессор, доктор физико-математических наук, vzaal@mail.ru

Ольга Юрьевна Кашицына

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Лаборатория методов прогноза землетрясений, научный сотрудник, кандидат культурологии, Москва, kashitsina@ifz.ru

Любовь Андреевна Корженкова

Геофизический институт Владикавказского научного центра Российской академии наук, научный сотрудник, korjenkova2404@mail.ru

Александр Анатольевич Аверин

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН, научный сотрудник, Москва, a_averin@mail.ru

Аннотация. Наши археосейсмологические исследования в селении Тиб выявили небольшие латеральные разрывы в стенах, а также следы значительных сейсмо-инерционных деформаций: наклоны, выдвигания, обрушения и развороты частей построек, латеральные изгибы протяженных стен и также значительные межблоковые трещины. Нам не удалось выявить систематику (приуроченность тех или иных типов деформаций к стенам определенных ориентировок) в руинах башенного комплекса Тиб. Это обстоятельство может быть вызвано нижеследующими причинами: 1) недостаточное количество исследованных объектов для выявления систематического характера сейсмических деформаций; 2) различный возраст построек; 3) расположение замка в эпицентральной зоне древнего землетрясения, где преобладающие вертикальные подвижки приводят к разрушениям и повреждениям, но не формируют систематическую картину распределения определенных типов деформаций. Возраст сейсмического события, по всей видимости, можно датировать временем после начала XVIII в. Строительные комплексы в Тибе получили значительные повреждения и разрушения. Местная сейсмическая интенсивность в Тиб оценивается нами как $I_1 = VIII-IX$ баллов. Дополнительные полевые и камеральные исследования необходимы для более полной параметризации древних сейсмических событий, а также локализации древних эпицентральных зон в определенных структурах земной коры региона. Необходимо также определение возраста исторических сейсмокатастроф.

Ключевые слова: Тиб, Уэлта, река Ардон, позднее средневековье, башни, сейсмические деформации, кинематические индикаторы, Северная Осетия, Северный Кавказ, сильные землетрясения

Для цитирования: Корженков А.М., Овсяченко А.Н., Чшиев В.Т., Ларьков А.С., Едемский Д.Е., Заалишвили В.Б., Кашицына О.Ю., Корженкова Л.А., Аверин А.А. Историко-макросейсмическое исследование средневекового селения Тиб, Республика Северная Осетия-Алания // Вестник Владикавказского научного центра РАН. 2026. Т. 26. № 3. С. 5–22. DOI 10.46698/VNC.2026.62.92.001

Historical and macroseismic study of the medieval village of Tib, Republic of North Ossetia-Alania

Andrey Mikhailovich Korzhenkov

Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory of

Paleoseismology and Paleogeodynamics, Dr., Moscow, korzhenkov@ifz.ru

Alexander Nikolaevich Ovsichenko

Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Head of the Laboratory of Seismotectonics and Seismic Microzoning, PhD, Moscow, ovs@ifz.ru

Vladimir Taimurazovich Chshiev

Center for Scytho-Alanic Studies of VSC RAS, Senior Researcher, Ph.D., Russia, Vladikavkaz, hacht@mail.ru

Alexander Sergeevich Larkov

Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Head, of the Laboratory of Earthquake Forecasting Methods, PhD, Moscow, las@ifz.ru

Dmitry Evgenievich Edemsky

Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere, and Radio Wave Propagation of the Russian Academy of Sciences (IZMIRAN), Leading Researcher, PhD, Moscow, deedemsky@gmail.com

Vladislav Borisovich Zaalishvili

Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Scientific Director of the Geophysical Institute, Professor, Dr, vzaal@mail.ru.

Olga Yuryevna Kashitsyna

Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Laboratory of Earthquake Forecasting Methods, Researcher, PhD, Moscow, kashitsina@ifz.ru

Lyubov Andreevna Korzhenkova

Geophysical Institute of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Researcher, korzhenkova2404@mail.ru

Alexander Anatolyevich Averin

N.V. Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere, and Radio Wave Propagation, Russian Academy of Sciences, Researcher, Moscow, a_averin@mail.ru

Abstract. Our archaeoseismological studies in the village of Tib revealed small lateral ruptures in the walls, as well as traces of significant seismic-inertial deformations: tilting, displacement, collapse, and rotation of parts of buildings, lateral bends of extended walls and also significant interblock fissures. Unfortunately we could not reveal a systematic pattern in the occurrence of particular types of deformation in walls of specific orientations in the ruins of the Tib tower complex. This circumstance may be caused by the following reasons: 1) an insufficient number of studied structures to identify systematic patterns of seismic deformation; 2) the different ages of the buildings; 3) the location of the fortified complex in the epicentral zone of an ancient earthquake, where predominant vertical movements lead to destruction and damage but do not produce a systematic pattern in the distribution of particular types of deformation. The seismic event probably occurred after the beginning of the 18th century. The building complexes at Tib suffered significant damage and destruction. The local seismic intensity at Tib is estimated at $I_L = VIII-IX$. Additional field and laboratory-based studies are necessary for a more complete characterization of ancient seismic events, as well as for the localization of ancient epicentral zones within specific crustal structures of the region. It is also necessary to determine the age of historical seismic disasters.

Keywords: Tib, Welta, Ardon River, late Middle Ages, towers, seismic deformations, kinematic indicators, North Ossetia, North Caucasus, strong earthquakes

For citation: Korzhenkov A.M., Ovsichenko A.N., Chshiev V.T., Larkov A.S., Edemsky D.E., Zaalishvili V.B., Kashitsyna O.Y., Korzhenkova L.A., Averin A.A. Historical and macroseismic study of the medieval village of Tib, Republic of North Ossetia-Alania // *Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center of RAS*. 2026. Vol. 26. No.3. P. 5–22. DOI 10.46698/VNC.2026.62.92.001

ВВЕДЕНИЕ

Кавказское горное сооружение всегда служило естественной границей в цивилизационном развитии народов. На протяжении тысяч лет к югу от горного пояса располагались развитые сельскохозяйственные цивилизации, а к северу — кочевали «варвары». Горный рельеф был естественной непроходимой границей, а немногочисленные горные проходы-перевалы было удобно охранять.

Узкие и труднодоступные ущелья Кавказа были также и удобным укрытием в случае опасности.

Великие миграции народов — гуннов и татаро-монголов на запад — уничтожили или разметали в стороны автохтонное население. Одним из таких народов, живших к северу от Кавказского хребта, были аланы. Потерпев поражение от монголов, они начали отступать на юг по скалистым ущельям, поселившись в XIII–XIV вв. в верховьях горных рек Терек, Ардон, Фиагдон, Гизельдон и др. Дальше отступать было некуда: за водоразделом Кавказа находилось Грузинское царство.

На новых территориях аланы встретились с суровыми климатическими условиями, а также

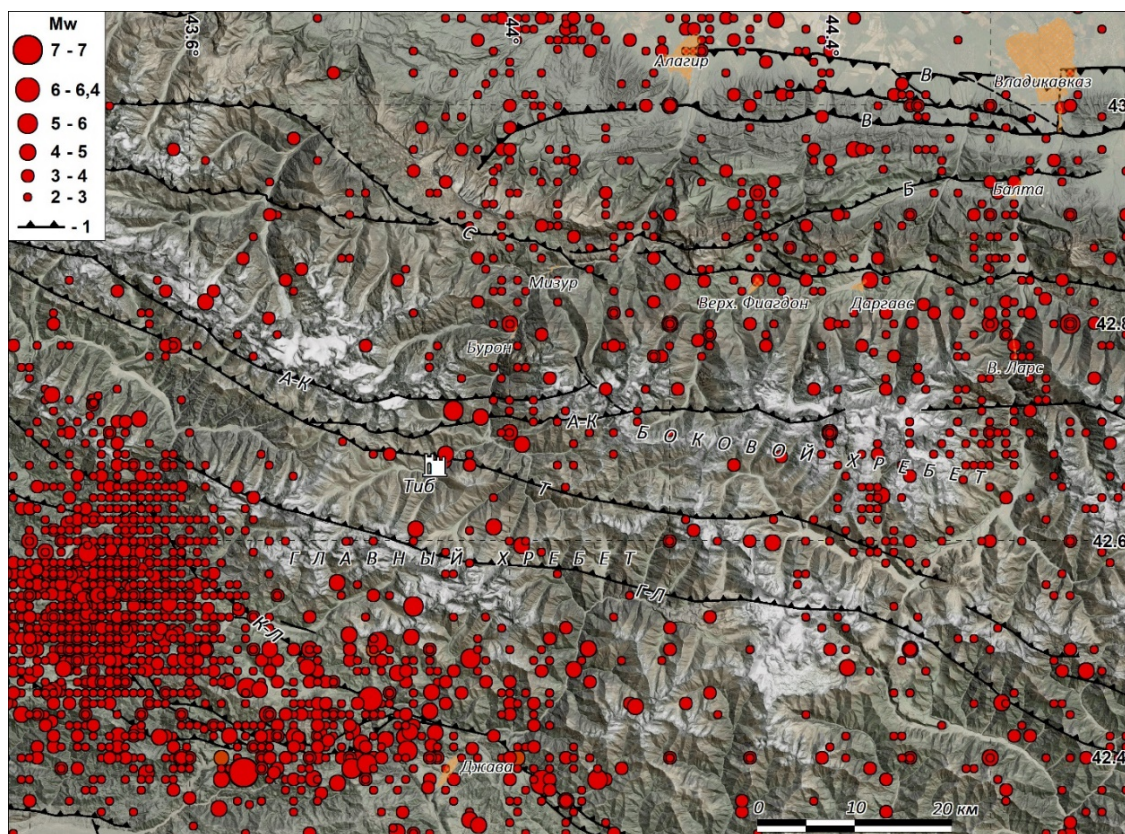


Рис. 1. Сейсмотектоническая схема Горной Осетии с положением селения

Тиб. Эпицентры землетрясений по данным [Vorobieva et al. 2023]:

1 – основные взбросо-надвины, активные в новейшую геологическую эпоху (К-Л – Кахетинско-Лечхумский; Г-Л – Гебско-Лагодехский; Т – Тибский; А-К – Адаком-Казбекский; С – Скалистый (Пуйский); Б – Балтинский; В – Владикавказский) с использованием данных: [Ольховский, Тибилов, 1998; Гамквелидзе, Гуджабидзе, 2004; Письменный и др., 2002; Лаврищев и др., 2011 и др.]

многочисленными природными опасностями: грязекаменными потоками и снежными лавинами, оползнями и землетрясениями. Изучению последних и посвящена данная работа.

Следы сейсмических катастроф сравнительно недолго сохраняются в рельефе из-за значительной интенсивности эрозионных процессов в горах. Подспорьем в изучении сильных землетрясений является исследование деформаций древних памятников. Таковые, выложенные из местного камня, часто встречаются в горных долинах Северной Осетии – это жилые дома и сельскохозяйственные постройки, оборонительные башни и крепости.

Сейсмические подвижки и колебания приводят к наклонам, выдвиганиям и последующим обрушениям строительных конструкций. В эпицентральных зонах образуются значительные сквозные и межблоковые трещины, встречаются также развороты строительных элементов вокруг вертикальной или горизонтальной оси. Используя особенности и направления повреждений и разрушений (кинематические индикаторы), а также их систематические проявления в стенах определенных ориентировок [30, 3 и мн. другие], можно ответить на главные вопросы сейсмологической науки:

1) являются ли наблюдаемые деформации

сейсмически наведенными:

2) откуда пришли сейсмические подвижки или колебания (направление на эпицентральную зону);

3) какова местная интенсивность сейсмических колебаний:

4) определение времени сильного землетрясения с помощью радиоизотопных методов или методов определения возраста, используемых в археологии.

Именно эти данные требуются для достоверной оценки сейсмической опасности.

Все эти методологические вопросы неоднократно обсуждались в наших предыдущих работах, опубликованных за последние 25 лет. Чтобы не прибегать к многочисленным повторениям и не увеличивать объем данной работы, мы просим читателей обратиться к нашим ранним статьям [30; 3 и мн. другие].

В 2022–2023 гг. мы исследовали старинные памятники в горной части Северной Осетии: в долинах рек Фиагдон, Гизельдон и Ардон. Одна работа по древнему поселению Дзивгис уже опубликована [4], другие находятся в печати или на рассмотрении у рецензентов. Данная статья посвящена исследованию деформаций в архитектурном комплексе селения Тиб (рис. 1).

СЕЙСМОТЕКТОНИКА РАЙОНА

Селение Тиб расположено в Осевой, высокогорной части Большого Кавказа, которая в новейшую геологическую эпоху демонстрирует блоковые движения с масштабными вертикальными перемещениями. Плиоцен-четвертичные тектонические движения привели к образованию протяженных цепочек внутригорных впадин и поднятий общекавказского простирания, вытянутых вдоль Главного Кавказского хребта [9]. В рельефе впадины редко имеют разломные ограничения и объединяются в цепочки депрессионных понижений, обрамляющих поднятия, представленные высокогорными хребтами – Главным и Боковым [21; 6]. В разрезе впадины имеют вид рампов или грабенов [26]. Впадины заложены в осевых частях наиболее сжатых антиклиналей, сопровождающих зоны Адайком-Казбекского, Тибского и Гебско-Лагодехского разломов.

Разломная структура первого порядка в рассматриваемом районе – Главный Кавказский разлом, протягивающийся вдоль Осевой зоны Большого Кавказа. Зона Главного Кавказского разлома выступает в качестве краевого шва, отделяющего складчато-глыбовые поднятия Главного хребта от складчатых зон Южного склона. Здесь он выражен ветвями Адайком-Казбекского разлома [19]. Разломы имеют в целом крутое ($50\text{--}80^\circ$) падение в северном направлении. Адайком-Казбекский разлом отделяет с юга выступы кристаллического фундамента, представленные протерозойскими, глубокометаморфизованными образованиями, прорванными палеозойскими, триасовыми, юрскими и плиоцен-четвертичными интрузиями. По разлому они взброшены на смятые в интенсивную линейную складчатость песчано-сланцевые толщи нижней юры. Расположенный в непосредственной близости от рассматриваемого селения, Тибский разлом также имеет крутое ($60\text{--}70^\circ$) падение на север и образует южную границу зоны Главного хребта, отделяя её от флишевой зоны Южного склона преимущественного мелового возраста. Флишевая зона Южного склона имеет чешуйчато-надвиговое строение и смята в интенсивную линейную складчатость с общим опрокидыванием к югу.

Структура Большого Кавказа создана и продолжает формироваться в условиях горизонтального сжатия северо-восточной ориентировки, направленного в целом поперек простирания главных морфоструктурных элементов [25; 23; 31; 32]. Согласно ставшим классическими представлениям В.П. Рентгартена, Ш.А. Адамия, Ю.Д. Ажгирея, Н.Б. Вассоевича, И.П. Гамкрелидзе, Н.С. Шатского и др., кинематически этот процесс выражен прежде всего в форме пододвигания Закавказского массива, срыва его чехла и формирования южновергентных покровов и чешуй, а также складчатости продольного сжатия в ядре Большого Кавказа. Эта тенденция была реализована в очагах Рачинского (1991 г., $M_w = 7.0$, $I_o = 8\text{--}9$ баллов) и Барисахского (1992

г., $M_w = 6.4$, $I_o = 7\text{--}8$ баллов) сильных землетрясений [25]. Большинство продольных разломов в Осевой зоне имеет крутое падение и существенную сдвиговую компоненту; здесь широко развиты явления расплющивания и тектонического течения, свидетельствующие о существенном (нередко многократном) поперечном укорочении этих зон и их значительном продольном удлинении [22]. Этот же процесс привел к протрузивному выжиманию блоков фундамента, что обеспечило большую амплитуду их вертикальных перемещений [26].

По данным ГНСС-наблюдений на Осетинской геодезической сети, сжатие сопровождается горизонтальными сдвиговыми смещениями по разломам, а в Осевой зоне скорость поперечного сжатия заметно сокращается с $3\text{--}4$ мм/год на Южном склоне до $0\text{--}1$ мм/год, что может свидетельствовать о локальном относительном растяжении [10]. Новейшие структуры принципиально отличаются от более древних, формировавшихся в иной тектодинамической обстановке [11]. Понижение уровня вершинной поверхности и условия аккумуляции в речных долинах свидетельствуют об относительном новейшем погружении наиболее сжатых приразломных структур в условиях растяжения. В связи с признанием существования разнородных и разнотипных источников напряжений в земной коре не исключается, что рассматриваемый район находится под влиянием глубинных неотектонических напряжений сжатия и приповерхностного растяжения [8]. В этих условиях морфология активных структур на поверхности может сильно отличаться от таковой на уровне сейсмогенерирующего слоя в недрах.

За период инструментальных наблюдений в Осевой зоне Большого Кавказа произошло $8\text{--}9$ -балльное Чхалтинское землетрясение (1963 г., $M = 6.4$, $h = 5$ км) [15]. В Горной Осетии, по инструментальным данным, Главный и Боковой хребты, с разделяющей их депрессией, не отличаются повышенной сейсмической активностью. В рассматриваемом районе известны умеренные землетрясения: 30.08.1905 г. ($M = 4.2 \pm 0.5$, $I_o = 6\text{--}7 \pm 0.5$ балла в с. Ниж. Зарамаг, $h = 5\text{--}22$ км); 22.02.1917 г. ($M = 4.5 \pm 0.5$, $I_o = 6\text{--}7 \pm 1$ балл, $h = 4\text{--}16$ км); [1; 15]. При Рачинском землетрясении 1991 г. район селения Тиб попал в зону $5\text{--}6$ -балльных сейсмических сотрясений [18]. Также имеются сведения, полученные от местных жителей, о полном разрушении с. Гинат, примерно в 10 км к юго-востоку от селения Тиб, при землетрясении в 1911 г. [21]. В каталоги это событие не попало и требует проверки в периодической печати и архивных источниках. Кроме того, по сведениям из летописей и других исторических источников, А.А. Никоновым [13] в район Крестового перевала помещен эпицентр землетрясения 742 г. с $M = 7.5 \pm 0.5$. При землетрясении этот участок был потрясен с интенсивностью не менее $8\text{--}9$ баллов. Точность локации эпицентра невысока – ± 10 . По данным «внерегионального» сейсмотек-

тонического метода прогнозная $M_{\text{макс}}$ для Осовой зоны в районе Главного хребта составляет 6.0–6.2 [25]. С учетом историко- и палеосейсмологических данных, оценки сейсмического потенциала района выше – $M_{\text{макс}} = 6.9–7.5$ [14].

Ранее в зоне Тибского разлома была выявлена Нарская зона сеймотектонических палеосейсмодислокаций, тяготеющая к одноименной неотектонической депрессии [12]. Протяженность системы рвов, уступов и обрывов высотой от 0.5 м до 10–15 м составляет около 50 км при ширине 5–7 км. По оценкам авторов [12], сейсмический эффект, вызвавший такие нарушения, должен был составить не менее 9 баллов, что, по-видимому, может отвечать неглубоким ($h = 5–15$ км) землетрясениям с магнитудой 6.0–7.0. К югу от Главного Кавказского хребта в зоне Гебско-Лагодехского разлома был изучен активный в голоцене сбросо-сдвиг со следами сеймотектонических смещений при умеренной магнитуде ($M = 6.0–6.2$) и небольшой глубине очага (порядка 5 км) [16]. Разрыв приурочен к ограничению тектонической депрессии, вытянутой вдоль Главного Кавказского хребта [21].

В морфотектоническом отношении Тибский разлом представляет собой южное ограничение поднятия Бокового хребта. Поднятие Бокового хребта существенно моложе Главного хребта, опережает его в росте, а разделяющая их впадина испытывает относительное опускание, что находит отражение в распределении деформаций речных террас [21]. По дистанционным данным, предположительно активные разрывы в зоне Тибского разлома выделяются вдоль подножий приподнятого блока субширотного простирания, объединяющего отрезок Главного хребта в районе Рокского перевала, горный массив г. Техта и отрезок Главного хребта в районе Мамисонского перевала. В северном подножии горного массива г. Техта прослеживается серия прямолинейных уступов, отсекающих гребни водоразделов и днища долин (рис. 2а, 2б). Уступ прослеживается в днище долины р. Мамисондон и далее на запад, в подножии отрезка Главного хребта в районе Мамисонского перевала. На всем протяжении, в разных геоморфологических условиях, у уступов поднято южное крыло. В левом борту долины р. Мамисондон предполагаемые молодые тектонические деформации наиболее определенно устанавливаются по молодому перехвату речной сети и уступам на поверхности голоценовой морены (рис. 2в). Перехват стока долины ручья, по всей видимости, произошел в результате подрастания южного крыла разлома с образованием тектонической дамбы. Брошенное русло оказалось изогнуто и приняло неестественный продольный профиль, препятствующий стоку в прежнем направлении (профиль 1–2 на рис. 2а и рис. 2в).

Таким образом, имеющиеся данные указывают на высокую современную тектоническую активность района в целом и на активность зоны Тибского разлома в частности. При этом конкретные параметры очагов сильных землетрясений не изучены.

ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНЫЙ ОЧЕРК с. ТИБ

Селение Тиб находится в горной части Алагирского района РСО-А, в исторической области Осетии – Туалгом, в Мамисонском ущелье, на левом берегу р. Мамисондон, на высоте 1902 м над у. м. (рис. 1). Из исторических сооружений сохранились архитектурные комплексы позднего средневековья и Нового времени. Состоит из нескольких отселков или кварталов – Верхний Тиб, Боцитыхъау (или Боцита – Нижний Тиб) и Уелта (рис. 3, 4). Согласно сведениям К.П. Попова, к отселкам Тиба относится и местность Тимцна [20, с. 249]. К архитектурным комплексам Верхнего Тиба относятся 6 жилых башен фамилии Кучиевых и фамилий Багаевых и Гергаевых (по одной). Особенный интерес представляет трехъярусный ганах (жилище-башня) Кучиевых, расположенный в центре села [27, с. 160]. Здесь же фиксируются 5 сильно разрушенных боевых башен фамилии Кучиевых и три святилища – Аларды, Мады Майрам, Таранжелос. В отселке Уелта – галуан Кадзовых (Кадзаевых), состоящий из боевой и жилой башни и прочих строений, две боевые башни фамилии Тедеевых, массивные, разной степени сохранности 4 жилые башни Тедеевых и Кадзовых. Здесь же находятся жилая и боевая башня Гоцоевых и сильно разрушенная боевая башня фамилии Айларовых [27, с. 160].

Башня № 1 в отселке Уелта. Башня расположена на правом берегу ручья, на северной окраине отселка с. Тиб – Уелта (рис. 4а). Координаты: $42^{\circ}40'14.6''$, $N 43^{\circ}54'28.7''E$. Оборонительная башня с прилегающей усадьбой, датировка – вероятно, XVII–XVIII вв. «Башня построена на пологом откосе между крутым берегом ручья. Сохранился западный фасад без верхней части с прилегающими углами. Башня подквадратная в плане, кверху постепенно сужается, линии углов ровные, входными проемами ориентирована на юг, вниз по склону. В верхней части западного фасада расположено небольшое ложноарочное световое окно, смещенное к СЗ углу. Входные проемы ложноарочные, расположены в 1,40 м один над другим, на уровне 1 и 2 ярусов, со смещением к ЮВ углу башни. С юга к башне, на ширину фасада пристроено двухэтажное здание, закрывавшее оба входных проема. В южной стене башни сохранились три прямоугольных окна: два на уровне первого и одно – на уровне второго этажа. В восточном фасаде, со смещением к ЮВ углу устроен ложноарочный дверной проем, нижняя часть проема завалена камнями из кладки. Габариты: 7,70 x 8,20 м; выс. – 10 м; ширина и высота верхнего и нижнего входных проемов – 0,80 x 1,45 и 0,80 x 0,80 x 1,10 м; толщина стен – 1,30 м» [7, с. 178].

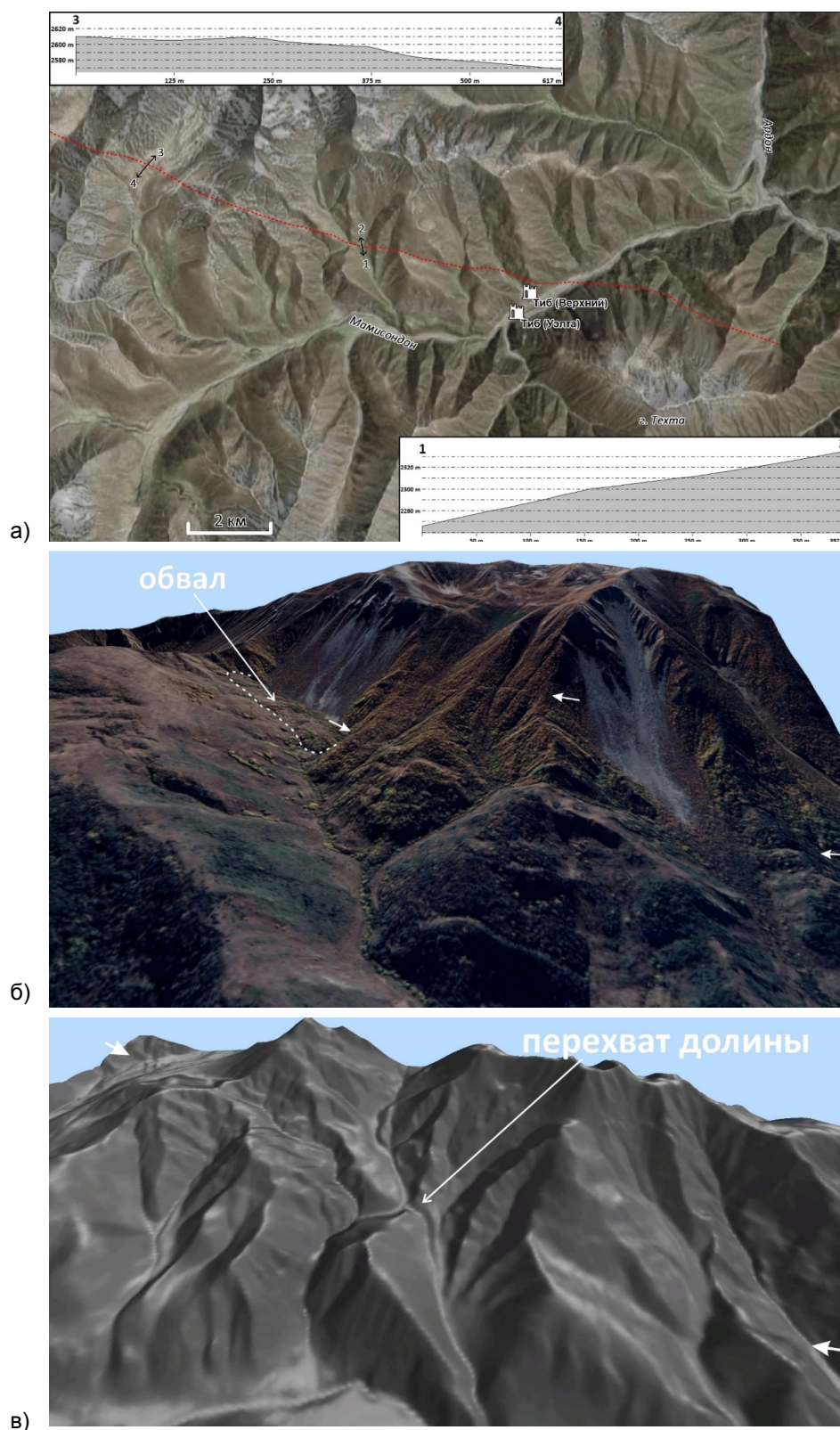


Рис. 2. Рельеф района селения Ти́б:

а) схема района селения Ти́б (красная линия – предполагаемый активный разрыв по дистанционным данным, на врезках – гипсометрические профили по поверхности надпойменной террасы брошенной долины в районе перехвата речной долины (1-2) и по поверхности морены последнего (позднеплейстоцен-голоценового) мощного оледенения (3-4)); б) объемная схема северного подножия горного массива Тихта (стрелками показаны предполагаемые голоценовые тектонические уступы); в) объемная схема левого борта долины р. Мамисондон (стрелками показан предполагаемый голоценовый тектонический уступ)

а)



б)



Рис. 3. Фотографии поселения Тиб (Уелта):

а) вид на ЮВ: видны Высокая (5-я, справа) и Северная (4-я) башни; б) вид на СЗ (все фотографии здесь и ниже 2022 г.)

АРХИТЕКТУРНЫЙ КОМПЛЕКС ИЗ 4 БАШЕН В ОТСЁЛКЕ УЕЛТА

Объект культурного наследия федерального значения. Регистрационный номер 151620443160046. Комплекс, включающий четыре башни, расположен на правом берегу ручья, в 30 м к югу от Башни № 1, Уелта, с. Тиб (рис. 4). Координаты: башня № 1 – $42^{\circ}40'11.9''\text{N}$ $43^{\circ}54'27.8''\text{E}$; башня № 2 – $42^{\circ}40'12.1''\text{N}$ $43^{\circ}54'29.1''\text{E}$; башня № 3 – $42^{\circ}40'12.7''\text{N}$; $43^{\circ}54'27.9''\text{E}$; Башня № 4 – $42^{\circ}40'12.9''\text{N}$. $43^{\circ}54'28.4''\text{E}$.

«Башенный комплекс площадью около 0,3 га представляет собой четыре компактно располо-

женные усадьбы, каждая из которых была укреплена жилой или оборонительной башней. Башни построены в XVII – нач. XVIII в. Народная традиция относит владельцев башен к фамилии Тедеевых (Тедетæ).

Башня № 2, ганах (башня-жилище), образует юго-западный, наиболее пониженный, угол комплекса. Сохранилась на уровне второго этажа. Башня с широким основанием, подквадратная в плане, к верху незначительно сужается, линии углов ровные, входным проемом ориентирована на СВ, внутрь усадьбы. Кладка, порядная нерегулярная, выполнена насухо из тщательно подогнанных разноразмерных, грубо обработанных плиточных камней, постепенно уменьшающихся от основания к верху. Верх не реконструируется. На уровне второго этажа в центральной части ЮВ фасада устроен оконный проем с несохранившейся перемычкой. Входной проем, ложноарочный с архитравным перекрытием, смещен к восточному углу башни, расположен в 3,30 м от земли.

С северо-восточной стороны к ганаху пристроено подпрямоугольное в плане жилое здание, нижняя часть стен которого уцелела. В СВ фасаде фиксируется прямоугольный оконный проем с несохранившейся перемычкой, смещенный к восточному углу башни. Во дворике фиксируется мощение каменными плитами. Габариты – 7,20 х 7,25 м; высота – около 7,0 м; толщина стен на уровне входного проема – 1,30 м.

Башня № 3, оборонительная. Расположена в 18 м к северо-северо-востоку от башни № 2. Юго-восточный угол обрушен, верхняя часть сохранившихся стен утрачена. Башня подквадратная в плане, к верху плавно сужается, линии углов ровные, не вполне симметричные, входным проемом ориентирована на север, внутрь усадьбы. Кладка, порядная нерегулярная, выполнена из разноразмерных, грубо обработанных плиточных камней, постепенно уменьшающихся от основания к верху. Входной проем, ложноарочный с архитравным перекрытием, смещен к северо-восточному углу башни, расположен в 2,30 м от земли. Со всех сторон, кроме южного фасада, башня окружена фундаментами и основаниями стен разновременных жилых и хозяйствен-



Рис. 4. Плановое изображение поселения Тиб (Уелта):

а) космосхема (цифры в прямоугольниках – нумерация башен); б) план комплекса оборонительных, жилых и хозяйственных сооружений Кадзоевых и Тедеевых (по [Тменову, 1984] с изменениями и дополнениями) (черные стены – башни, серые – жилые помещения, белые стены – хозяйственные постройки)

ных построек прилежавшей к ней усадьбы. Лучшая сохранность – у рунированного двухэтажного здания, пристроенного к западному фасаду башни. Габариты 5,40 x 5,60 м; высота – около 8,0 м; ширина и высота входного проема – 0,80 и 1,50 м; толщина стен на уровне входного проема – 1,20 м.

Башня № 4, оборонительная. Расположена в 25 м к СЗ от башни № 3. Верх частично разрушен. Башня подпрямоугольная в плане, кверху постепенно сужается, линии углов ровные, тщательно выложены, входными проемами башня ориентирована на ЮВ, внутрь пристройки. Кладка, порядная нерегулярная, выполнена насухо из тщательно подогнанных некрупных, разноразмерных, грубо обработанных плиточных камней, незначительно уменьшающихся от основания кверху. Верх башни имел невысокий парапет, отделенный сплошным карнизом из небольших сланцевых плит, ниже которого расположены машикули. В стенах устроены бойницы для ружейного боя. Входной проем, ложно-арочный, с архитравным верхом, расположен в 2,10 м от земли. К юго-восточному фасаду башни

пристроено жилое здание, закрывавшее ее входной проем. К ЮЗ стене указанного здания и южному углу башни пристроено еще одно аналогичное сооружение меньшей площади. Здания сообщались через входной проем. Наружные входы устроены в ЮВ и СЗ торцевых фасадах меньшей постройки. Верхняя часть стен пристроек не сохранилась. С ЮЗ стороны комплекса фиксируется фундамент каменной ограды. Габариты 5,60 x 6,35 м; высота – около 12,0 м; ширина и высота входного проема – 0,80 x 1,50 м; толщи на стен на уровне входного проема 1,70 м.

Башня № 5, ганах. Расположена в 10 м к северо-востоку от башни № 4. Верхняя часть разрушена. Башня с широким основанием, подпрямоугольная в плане, кверху незначительно сужается, линии углов ровные, входными проемами ориентирована на ЮВ, внутрь усадьбы. Кладка, порядная нерегулярная, выполнена насухо из тщательно подогнанных разноразмерных, грубо обработанных плиточных камней, постепенно уменьшающихся от основания кверху. Судя по уцелевшей верхушке

восточного угла, верх башни был обведен карнизом из сланцевых плит. В верхней части СЗ, наиболее сохранившегося, фасада, находится машикуль. Входные проемы прямоугольные, устроены на уровне первого и второго этажей. Нижний – на уровне земли, смещен к южному углу, верхний – на 0,5 м выше, смещен к восточному углу башни. Со всех сторон, кроме СЗ фасада, к ганаху примыкают фундаменты и основания жилых и хозяйственных строений окружавшей его усадьбы. У восточного угла башни фиксируется наиболее сохранившийся участок стены с входным проемом – часть пристроенного к северо-восточному фасаду жилого здания. Габариты 6,90 x 8,0 м; высота – около 8,0 м; ширина и высота верхнего и нижнего входных проемов – 0,90 x 1,95 и 0,70 x 1,50 м; толщина стен – 1,10 м» [7, с. 180].

В целом, прежде Тиб был одним из наиболее плотно населённых сел Мамисонского ущелья и, пожалуй, всего Туалгома. «Так, в 1783 г. в девяти Мамисонских селениях было 1304 двора. Из них 210 в с. Тиб» [20, с. 249].

Описывая с. Тиб, следует несколько слов сказать и о целебных минеральных источниках, расположенных в его окрестностях. Источники находятся у с. Нижний Тиб (Боцита) по правому берегу р. Мамисондон, на высоте 1 750–1 850 м над у. м. «Площадь месторождения сложена известковистыми песчаниками, известняками, мергелями и аргиллитами верхней юры – нижнего мела. Выходы минеральных вод и газа связаны с Тибским разломом (взбросом) и приурочены к глубокому эрозионному врезу долины р. Мамисондон... Гидрокарбонатные натриево-кальциевые воды отнесены к типу «Боржоми». Они называются «Тиб 1»... Гидрокарбонатные кальциево-магнєвые воды источника «Тиб 2», расположены ниже по течению р. Мамисондон, отнесены к типу «Нарзан» [20, с. 248].

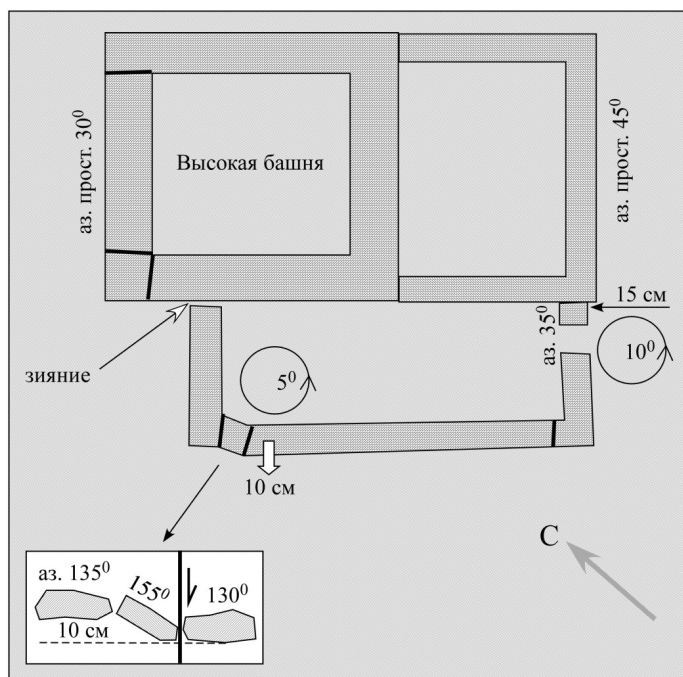
МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РУИН

В отселке Уелта сразу бросается в глаза – Высокая (5-я) башня высотой в 15 м, довольно хорошо сохранившаяся до сих пор (рис. 5а). В башне имеются лишь небольшие косые приугловые межблоковые трещины длиной в несколько метров, связанные с разнонаправленным раскачиванием стен во время землетрясения. Азимуты простираения стены фортификационного сооружения 30° и 120° . Башня имеет небольшие изгибы вовнутрь лишь в своей верхней части.

В смысле степени развития дислокаций более



а)



б)

Рис. 5. Высокая (5-я) башня и пристройка к ней в селе Тиб, на левом склоне долины реки Ардон:

а) фотография, вид на север (стрелки показывают приугловые трещины в стенах («+» выпуклая центральная часть стены в пристройке, «-» угловая часть); б) схематическая внемасштабная зарисовка, план (черные жирные линии – трещины / разрывы в стенах)

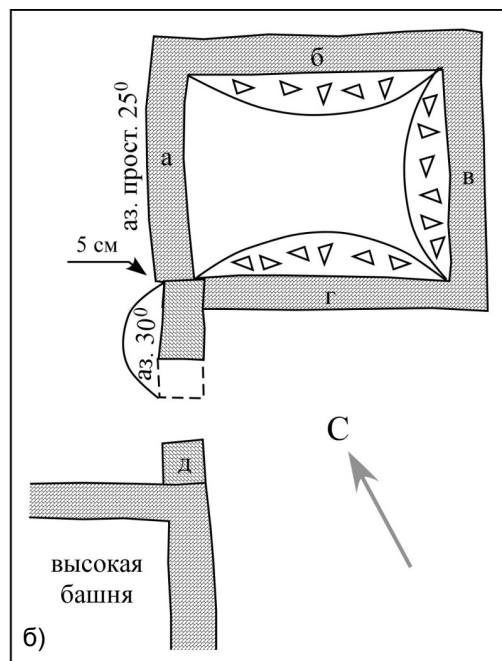
информативным является прямоугольное в плане сооружение, пристроенное к указанной башне с юга. Любопытным является несовпадение простираний параллельных смежных стен двух пристроек, вышеуказанной и еще одной, расположенной к северу (рис. 5б). Северную часть СВ стены южной пристройки во время землетрясения развернуло против часовой стрелки на 10° , в результате чего между двумя стенами образовался уступ величиной до 15 см. Плиты-перекрытия над располо-



а)

Рис. 6. Деформации Северной (4-й) башни и порталного простенка между ней и Высокой (5-й) башней:

а) схематическая зарисовка, план; б) фотография, вид на юг (штриховой линией показано место портала, овалом – повернутый фрагмент каменной кладки)



б)

женным здесь порталом сохранились, кроме внутренней – второй каменной балки. Она треснула и частично обрушилась.

Западная часть ЮЗ стены южной пристройки в своей центральной части имеет выпучивание на юго-запад на величину в 10 см, что привело к ее разрыву в пригловой части. Разрыв идет от грунта вверх и прослеживается до высоты 2 м. Таким образом, западная часть стены испытала разворот против часовой стрелки на 5° . В зоне разворота имеется волочение (drag) – рис. 5б (врезка в левом нижнем углу рисунка). Межблоковая субвертикаль-

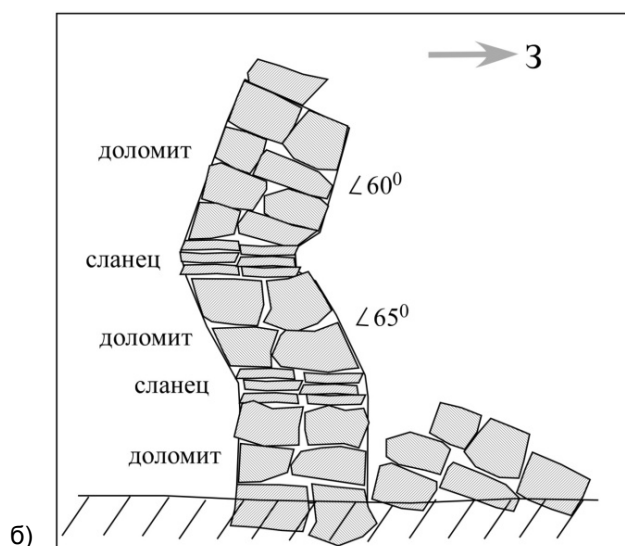
ная пригловая трещина, расположенная рядом, начинается в центральной части стены и доходит до верха (до остаточной высоты пристройки в 6 м).

По всей видимости, можно суммировать, что вся ЮВ часть южной пристройки развернулась против часовой стрелки как единое целое. Если же учесть раскрытие (зияние) между западной стеной южной пристройки и южной стеной башни (рис. 4), то имел место разворот всей южной пристройки против часовой стрелки вокруг вертикальной оси.

К западу от вышеописанной имеются руины еще одной – Северной (4-й) башни (рис. 4 и 6а). Ее



а)



б)

Рис. 7. Значительные изломы в восточной стене пристройки к Северной (4-й) башне поселения Тиб:

а) на фотографии изображен западный фас стены, вид на юг (штриховые линии показывают значительные наклоны среднего и верхнего уцелевших фрагментов стены, длина рулетки 0.5 м); б) схематическая внемасштабная зарисовка, разрез

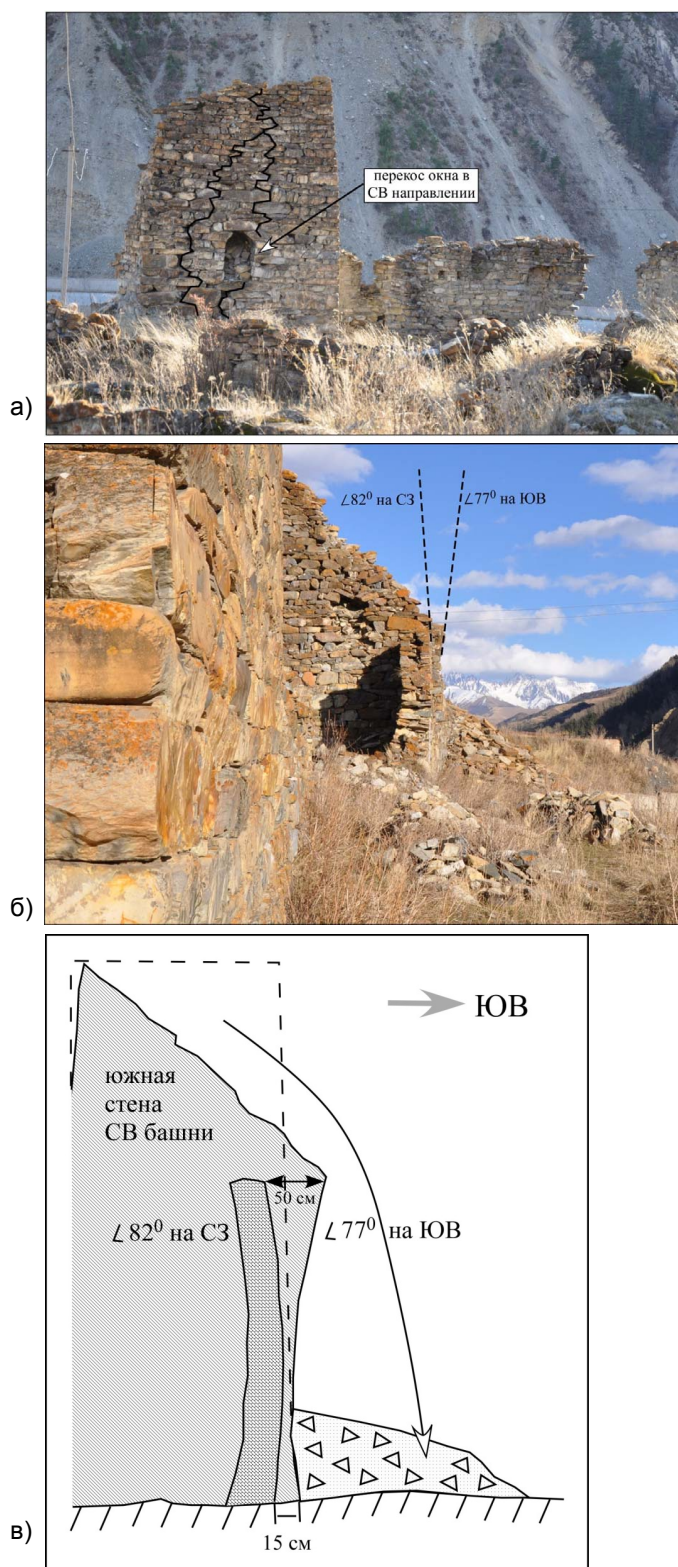


Рис. 8. Деформации в Восточной (3-й) башне Тиба:

а) фотография северной стены башни, вид на юг (ломанные линии показывают протяженные межблоковые трещины); б) фотография, вид на восток (видно обрушение верхней части южной стороны башни на юг и ее наклон в том же направлении); в) то же, схематическая зарисовка (на рис. «б» и «в» на переднем плане видна южная стена пристройки, расположенной к западу от ЮВ башни)

стены сильно повреждены. Неожиданно верхние части стен в центральной своей части обрушились вовнутрь башни (обычно во время землетрясений стены построек вываливаются наружу). Северная (а) стена при этом имеет в плане выпуклость на север. В целом её азимут простираения 25° . Интересным является разворот вокруг вертикальной оси фрагмента каменной кладки в нижней части СВ угла башни и западной части смежного простенка: в поворот вовлечены хоть и смежные, но разные строительные элементы. Длина повернутого фрагмента 1 м. Верхняя часть порталного простенка между Высокой и Северной башней выпала на север.

Интенсивность горизонтальных сейсмических колебаний можно оценить по сильной деформации стены СВ простираения (азимут 35°) ЮВ пристройки к Северной башне (рис. 7). Эта стена очень сложно надломилась по горизонтам сланцев, перемежаемых каменной кладкой из сравнительно крупных доломитовых блоков. Чередование прямоугольных блоков и плоских сланцевых плит – хороший антисейсмический прием против вертикальных сейсмических колебаний. Однако он не работает при сильных горизонтальных сейсмических подвижках. Верхняя часть стены тем не менее наклонилась на СЗ, туда же произошло обрушение и основной части обломков.

Сильные деформации получила Восточная (3-я) башня Тиба (рис. 3). Хотя ее северная стена сохранилась, получив лишь протяженные межблоковые трещины (рис. 8а), южная сторона постройки полностью разрушена в своей верхней части (рис. 8б). Разрушенная каменная кладка упала на юг. Здесь также имеется значительный наклон нижней – сохранившейся части южной стены на юг (рис. 8в) под углом в 77° .

К западу от Восточной башни имеется сильно разрушенная двухэтажная пристройка (рис. 8). Кроме обрушения верхней части ее южной стены на юг (рис. 8б, в), наблюдается также поворот западной части стены по часовой стрелке вокруг вертикальной оси (рис. 8). Эта стена также имеет выгиб на юг в своей средней части (рис. 8в). Общий азимут простираения этой стены 55° , азимут простираения ее повернутого фрагмента 65° . Имело место выпадение ЮЗ угла пристройки вместе с западной стеной наружу – на ЮЗ и запад, соответственно (рис. 9).

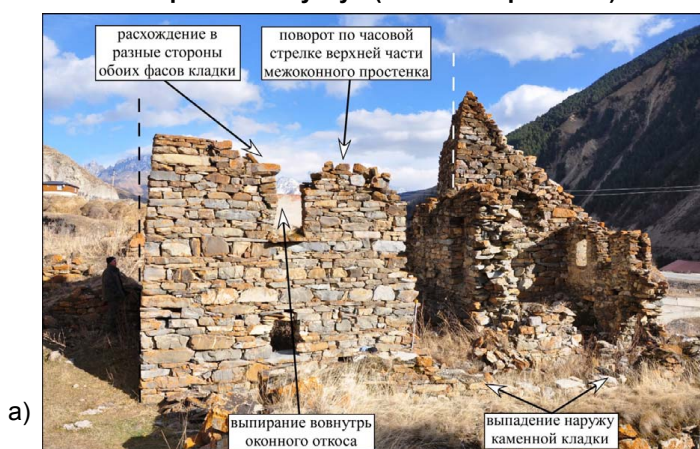
Вызывает вопрос значительное несовпадение откосов каменной кладки ЮВ угла Южной (2-й) башни и смежной стены пристройки, находящейся к востоку от башни (рис. 10). Совершенно очевидно, что изначально так плохо построено быть не должно. Башня – крепкое фортификационное сооружение, ее стены сохранились лучше. Таким образом, имел место



Рис. 9. Деформации южной стены пристройки к Восточной башне, фотография, вид на север
(черная ломаная линия слева – край сохранившейся южной стены пристройки; белая ломаная линия в центре и черные стрелки на ее концах – излом в стене, а также ось поворота западной части южной стены по часовой стрелке; черная ломаная линия справа – граница между пристройкой и Восточной башней)



Рис. 10. Наклон и разворот по часовой стрелке южной стены пристройки к Южной (2-й) башне, в связи с этими деформациями между смежными стенами образовался уступ (показан стрелками)



наклон на первые градусы на север и небольшой разворот южной стены пристройки по часовой стрелке. Азимут простирания южной стены башни 55° , а смежной стены пристройки – 60° . В месте отрыва стены пристройки от башни образовался выступ шириной до 15 см.

ЮЗ стена Южной башни поселения Тиб имеет простирание 140° . Ее верхняя часть обрушилась вовнутрь здания (на СВ). Нижняя часть этой стены сохранилась до уровня окна (рис. 11а). Толщина ЮЗ стены 75 см, остаточная высота 5 м. ЮВ каменный обклад окна разошелся в разные стороны: наружу и вовнутрь (рис. 11б). Плита подоконника расколота, она наклонилась в восточном направлении. Имеются случаи отстреливания блоков каменной кладки наружу (на ЮЗ). В восточной части описываемой стены имел место ее вывал вместе с южным углом здания наружу на всю высоту сооружения. Ширина вывала до 2 м. При вываливании верхняя смежная часть уцелевшего простенка развернулась по часовой стрелке на первые градусы. СВ стена башни сохранилась на небольшую высоту. В ее западной части имеется разрыв на 10 см с горизонтальным смещением по правилу левого сдвига (рис. 11б). СВ стена не сохранилась.

Вывалилась наружу и ЮЗ стена (рис. 11а)

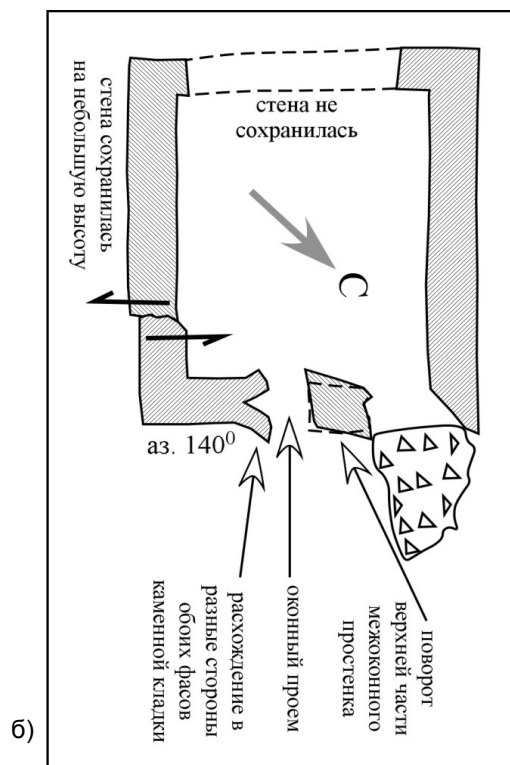
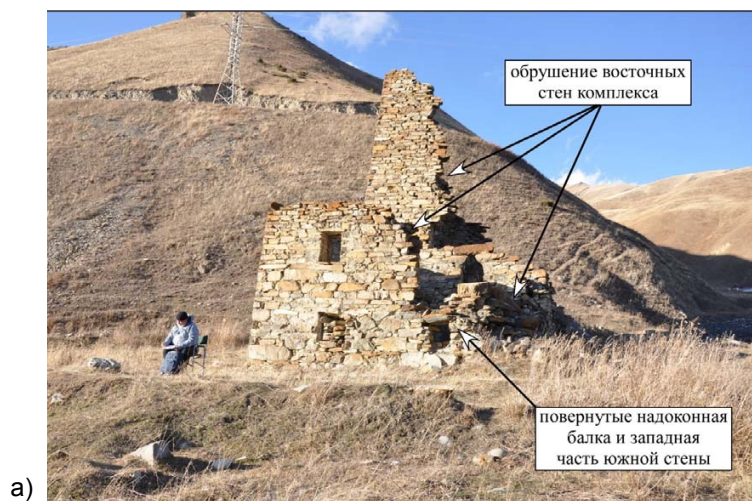


Рис. 11. Деформации в Южной (2-й) башне поселения Тиб:

а) фотография, вид на СВ;

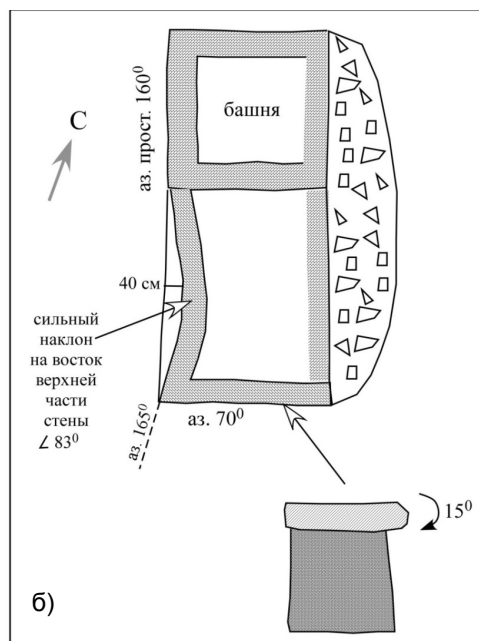
б) схематическая зарисовка, план (описание в тексте)



а)

Рис. 12. Сильные разрушения восточных частей строительного комплекса «1-я башня с пристройкой» к северу от основного массива зданий поселения Ти́б:

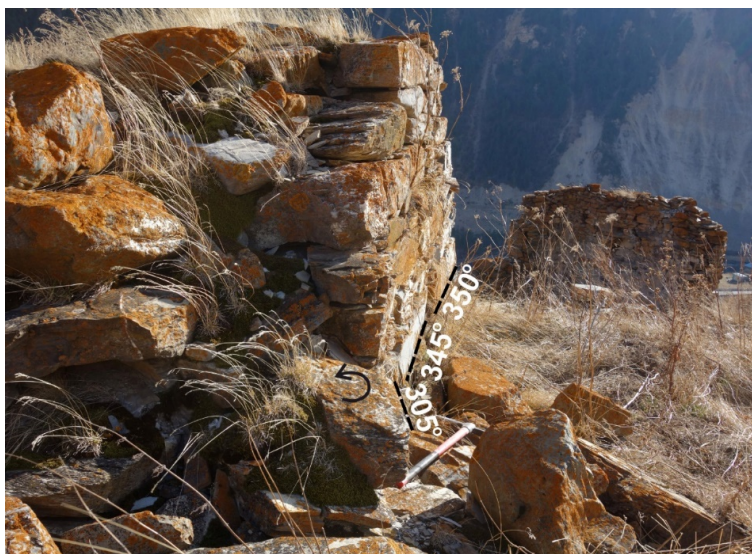
а) фотография, вид на север; б) схематическая зарисовка комплекса: сверху – план, снизу – окно в восточной части южной стены пристройки, вид на север (описание в тексте)



б)



Рис. 13. План изученных построек в Верхнем Ти́бе (цифрами обозначены объекты, описываемые в тексте)



ЮЗ пристройки Южной башни поселения Ти́б.

Значительные обрушения стен являются типичными разрушениями для поселения Ти́б и его окрестностей. Таковые демонстрирует 1-я башня с пристройкой, отдельно стоящая к северу от замка (рис. 4, 12). Ее GPS-координаты: N 420 40' 14.3", E 430 54' 29.5", h 1853 м над у. м., точность определения координат ± 5 м. Восточные стены этого комплекса практически утрачены. Западные стены (с простираем 160° – 165°) сохранились сравнительно хорошо, хотя западная стена пристройки имеет сильный изгиб (выпучивание) на восток. Верхняя часть этой стены в ее верхней части отошла от своего первоначального положения на 40 см. Интересно, что плита-перекрытие над окном в южной части пристройки (окно, заложенное камнем на рис. 12а) испытала значительный поворот по часовой стрелке на 15° . Простираение стены с окном 70° , балка-перекрытие имеет азимут простираения 85° .

В Верхнем Ти́бе, расположенном на гребне отрога водораздела, разрушения оказались гораздо сильнее (рис. 13). Здесь нет ни одной целой постройки со всеми стенами за исключением свящи-

Рис. 14. Вывал северо-западного угла и последовательный разворот блоков в западной стене святыща (1 на рис. 13) (подписаны азимуты простираения фрагментов стены)



Рис. 15. Изгиб и надлом юго-восточной стены ганаха (жилища-башни) в южной части верхнего квартала Тиба (2 на рис. 13)

лица в центре квартала (1 на рис. 13), у которого отмечено выпадение северо-западного угла. Вывал произошел вверх по склону в результате последовательного разворота блоков против часовой стрелки, который достиг максимума (до 45°) в углу здания (рис. 14).

Степень разрушений наиболее ярко демонстрируется руинами ганаха (жилища-башни) в южной части верхнего квартала (2 на рис. 13). У этого здания сохранился только юго-западный угол с заложенным окном. Юго-восточная стена северо-восточного простираения (45°) испытала изгиб и надлом в вертикальной плоскости (рис. 15). Верхняя часть стены оторвалась и наклонилась в северо-западном направлении на 12° . Туда же произошло обрушение основной части стены и всей постройки.

У расположенной рядом постройки (3 на рис. 13) на полную высоту сохранился только небольшой фрагмент южной стены. Эта стена испытала пропеллерный разворот против часовой стрелки. В результате простираение стены изменилось с 80° у основания до 65° в верхней части (рис. 16).

На северо-западной окраине верхнего квартала ганах (жилище-башня, 4 на рис. 13), у которого лучше сохранилась юго-западная часть, испытал обрушение преимущественно в северо-восточном направлении. Сейсмическая природа разрушения этого здания наглядно демонстрируется необычным разворотом части юго-восточной стены. Верхняя часть стены оторвалась вдоль субвертикальной трещины и испытала поворот по часовой стрелке на 5° . Простираение стены изменилось с 60° у основания до 65° в оторванном фрагменте (рис. 17).

У соседнего здания, на северо-восточной окраине верхнего квартала (5 на рис. 13), также сохранилась только юго-западная часть в результате обрушения преимущественно в северо-восточном направлении. При этом юго-западная стена северо-западной ориентировки (330°) испытала разрыв и наклон её северной половины на юго-запад на 6° (рис. 18).

В целом в Верхнем Тибе можно отметить относительно лучшую сохранность западных частей построек, их обрушение в северных румбах, развороты стен северо-восточной ориентировки против часовой стрелки и практически повсеместное обрушение восточных частей построек.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наши археосейсмологические исследования в селении Тиб выявили небольшие латеральные разрывы в стенах, а также следы значительных сейсмо-инерционных деформаций: наклоны, вы-



Рис. 16. Пропеллерный изгиб с разворотом против часовой стрелки и сквозные трещины во фрагменте южной стены постройки в юго-западной части верхнего квартала Тиба (3 на рис. 13); подписаны азимуты простираения фрагментов стены на разных гипсометрических уровнях



Рис. 17. Обрушение северо-восточной части ганаха (жилища-башни) на северной окраине верхнего квартала Тиба (4 на рис. 13); подписаны азимуты простираения разных фрагментов стены



Рис. 18. Разрыв и наклон северной половины стены на юго-запад на северной окраине верхнего квартала Тиба (5 на рис. 13)

движения, обрушения и развороты частей построек, латеральные изгибы протяженных стен и также значительные межблоковые трещины.

Нам не удалось выявить систематику (приуроченность тех или иных типов деформаций к стенам определенных ориентировок) в руинах башенного комплекса Тиба. Это обстоятельство может быть вы-

звано нижеследующими причинами:

1) недостаточное количество исследованных объектов для выявления систематического характера сейсмических деформаций;

2) различный возраст построек;

3) расположение замка в эпицентральной зоне древнего землетрясения, где преобладающие вертикальные подвижки приводят к разрушениям и повреждениям, но не формируют систематическую картину распределения определенных типов деформаций.

Строительные комплексы в Тибе получили значительные повреждения и разрушения. Местная сейсмическая интенсивность в Тибе оценивается нами как $I_1 = 7-8$ баллов, в Верхнем Тибе за счет положения на гребне водораздела она достигла 9 баллов. Башни построены в XVII – нач. XVIII в. [7, с. 178], следовательно, землетрясение можно датировать временем после начала XVIII в. Привлечение письменных источников – периодической печати и архивных материалов – позволит более точно датировать это событие. Очаг землетрясения мог располагаться в непосредственной близости от селения Тиба. На это указывают молодые, вероятнее всего, тектонические деформации в зоне Тибского разлома, установленные по дистанционным данным.

Дополнительные полевые и камеральные исследования необходимы для более полной параметризации древних сейсмических событий, а также локализации древних эпицентральных зон в определенных структурах земной коры региона. Необходимо также определение возраста исторических сейсмокатастроф. Эта задача будет решаться с участием местных археологов, историков и краеведов, а также с использованием опубликованных и архивных источников.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Полевые и камеральные работы были проведены при финансовой поддержке Государственной программы исследований Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН и в рамках гранта Российского научного фонда № 22-28-01363.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьин И.В. Сейсмичность Северного Кавказа. – М.: Наука, 1977. 149 с.
2. Гамкредидзе И.П., Гуджабидзе Г.Е. Геологическая карта Грузии. Масштаб 1:500000 с объяснительной запиской. – Тбилиси: АО «Картография», 2004.
3. Корженков А.М., Минчев А., Тенекджиев В., Овсяченко, А.Н., Димитров О., Ларьков А.С., Рогожин Е.А., Рангелов Б., Стрельников А.А. Сейсмические деформации в раннех-

ристианском монастыре в местности Джанавава (Варна, Болгария). Часть 1: Методы исследований // Вопросы инженерной сейсмологии. 2020. Т. 47. № 4. С. 72–91. <https://doi.org/10.21455/VIS2020.4-5>.

4. Корженков А.М., Чилиев В.Т., Ларьков А.С., Овсяченко А.Н., Едемский Д.Е., Аверин А.А., Андреева Н.В. Высокая историческая сейсмичность в Северной Осетии по данным археосейсмологии (на примере поселения Дзивгис) // Вопро-

- сы инженерной сейсмологии. 2023. Т. 50. № 2. С. 76–110. <https://doi.org/10.21455/VIS2023.2-4>.
5. Лавришчев В.А., Шейков А.А., Андреев В.М., Семенов В.М. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Скифская. Лист К_37 (Сочи), К_38 (Махачкала), К_39. Объяснительная записка. – СПб: Карт. фабрика ВСЕГЕИ, 2011. 431 с.
 6. Лутков Д.А. Морфология внутригорных котловин Центрального Кавказа // География и природные ресурсы. 2009. № 3. С. 77–82.
 7. Мамиев М.Э. Тиб. Свод памятников истории и культуры Осетии – Алании. Сборник статей. – Владикавказ, 2021. С. 177–184.
 8. Макеев В.М., Ревазов М.О., Болотаева А.Г. Структурно-геодинамические исследования южного склона Большого Кавказа в районе Двалетского поднятия в связи с оценкой зон нарушений // Геология и геофизика Юга России. 2022. Т. 12. № 4. С. 31–46.
 9. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. – М.: Недра, 1968. 483 с.
 10. Милуков В.К., Миронов А.П., Овсяченко А.Н., Рогожин Е.А., Горбатилов А.В., Дробышев В.Н., Хубаев Х.М., Николаев А.В. Скорости современных горизонтальных движений в центральном секторе Большого Кавказа по данным GPS-наблюдений и их связь с тектоникой и глубинным строением земной коры // Доклады Академии наук. 2018. Т. 481. № 3. С. 291–295.
 11. Несмеянов С.А., Никитин М.Ю., Воейкова О.А., Комаревская М.Н. Неоструктурное районирование Российской части Кавказского сегмента мегасвода Большого Кавказа // Геозология. Инженерная геология. Гидрогеология. Гео-криология. 2023. № 3. С. 5–14.
 12. Никитин М.Ю., Никонов А.А., Болотов С.Н., Беляков Г.А. Палеосейсмодислокации в бассейне р. Ардон и их значение для оценки сейсмического потенциала Большого Кавказа // ДАН. 1993. Т. 330. № 6. С. 740–744.
 13. Никонов А.А. О сильных землетрясениях на Большом Кавказе в I тысячелетии н.э.: пересмотр исходных данных и каталога // Физика Земли. 1994. № 7–8. С. 107–112.
 14. Никонов А.А., Рейснер Г.И. Оценка сейсмического потенциала Кавказа с учетом палеосейсмических и сейсмоструктурных данных // Катастрофические процессы и их влияние на природную среду. Том 2. Сейсмичность. – М.: ИФЗ РАН, 2002. С. 381–401.
 15. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. / Отв. ред. Кондорская Н.В., Шебалов Н.В. – М.: Наука, 1977. 535 с.
 16. Овсяченко А.Н., Мараханов А.В., Новиков С.С., Ларьков А.С. Особенности сейсмоструктоники и древние землетрясения Южной Осетии (часть 2) // Вестник Владикавказского НЦ РАН. 2011. Т. 2. № 4. С. 57–63.
 17. Ольховский Г.П., Тибилев С.М. Составление специализированной геологической основы масштаба 1:50000 для про-гнозно-металлогенической карты Горной Осетии. – Владикавказ: ГПП «Севосгеологоразведка», 1998.
 18. Папалашвили В.Г., Варазанашвили О.Ш., Гогмачадзе С.А. и др. Рача-Джавское землетрясение 29 апреля 1991 г. // Землетрясения в СССР в 1991 г. – М.: ОИФЗ РАН, 1997. С. 18–25.
 19. Письменный А.Н., Терещенко В.В., Перфильев В.А., Марченко Р.В., Попов С.А., Терещенко Л.А., Прокуронов П.В. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1 : 200000. Изд. 2-е. Серия Кавказская. Листы К–38–VIII, XIV. – СПб: Изд-во картфабрики ВСЕГЕИ. 2002. 277 с.
 20. Попов К.П. Алагирское ущелье: Природное, историко-культурное и духовное наследие. – Владикавказ: Ир, 2008. 415 с. илл.
 21. Растворова В.А. Формирование рельефа гор (на примере Горной Осетии). – М.: Наука, 1973. 142 с.
 22. Расцветаев Л.М., Маринин А.В., Тверитинова Т.Ю. Позднеальпийские дизъюнктивные системы и геодинамика Большого Кавказа // Физика Земли. 2010. № 5. С. 31–40.
 23. Ребецкий Ю.Л. Современное напряженное состояние коры Кавказа по данным объединенного каталога механизмов очагов землетрясений // Геодинамика и тектонофизика. 2020. Т. 11. № 1. С. 17–29.
 24. Рогожин Е.А., Гурбанов А.Г., Мараханов А.В., Овсяченко А.Н., Спиридонов А.В., Бурканов Е.Е. О соотношении вулканизма и землетрясений на Северном Кавказе в голоцене // Физика Земли. 2005. № 3. С. 33–46.
 25. Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н., Лутиков А.И., Собисевич А.Л., Собисевич Л.Е., Горбатилов А.В. Эндогенные опасности Большого Кавказа. – М.: ИФЗ РАН, 2014. 256 с.
 26. Сомин М.Л. Альпийская деформация комплексов основания и тектонический стиль Большого Кавказа // Большой Кавказ в альпийскую эпоху / Под ред. Ю.Г. Леонова. – М.: ГЕОС, 2007. С. 111–140.
 27. Тменов В.Х. Средневековые историко-архитектурные памятники Северной Осетии. – Орджоникидзе: Ир, 1984. 344 с. илл.
 28. Цагаева А.Дз. Топонимия Северной Осетии. – Владикавказ: Ир, 2010. 623 с.
 29. Vorobieva I.A., Dzeboev B.A., Dzeranov B.V., Gvishiani A.D., Zaalishvili V.B., Sergeeva N.A., Nikitina I.M. Integrated Earthquake Catalog of the Ossetian Sector of the Greater Caucasus // Applied Sciences. 2023. Vol. 14, № 1. 172.
 30. Korzhenkov A.M., Mazar E. Structural reconstruction of seismic events: Ruins of ancient buildings as fossil seismographs // Sci. New Technol. 1999. № 1. P. 62–74.
 31. Ismail-Zadeh A., Adamia S., Chabukiani A., Chelidze T., Cloetingh S., Floyd M. et al. Geodynamics, seismicity, and seismic hazards of the Caucasus // Earth-Science Reviews. 2020. Vol. 207. 103222.
 32. Tibaldi A., Tsereteli N., Varazanashvili O., Babayev G., Barth A., Mumladze T. et al. Active stress field and fault kinematics of the Greater Caucasus // Journal of Asian Earth Sciences. 2020. Vol. 188. 104108.

REFERENCES

1. Ananyin I.V. Seismicity of the North Caucasus. Moscow: Nauka Publ., 1977. 149 p.
2. Gamkrelidze I.P., Gujabidze G.E. Geological map of Georgia. Scale 1:500000 with an explanatory note. Tbilisi: JSC "Cartography", 2004.
3. Korzhenkov A.M., Minchev A., Tenekedzhiev V., Ovsiuchenko, A.N., Dimitrov O., Larkov A.S., Rogozhin E.A., Rangelov B., Strelnikov A.A. Seismic deformations in an early Christian monastery in the area of Janavara (Varna, Bulgaria). Part 1: Research methods // Issues of engineering seismology. 2020. Vol. 47. No. 4. pp. 72-91. <https://doi.org/10.21455/VIS2020.4-5>.
4. Korzhenkov A.M., Chshiev V.T., Larkov A.S., Ovsiuchenko A.N., Edemsky D.E., Averin A.A., Andreeva N.V. High historical seismicity in North Ossetia according to archaeoseismology (on the example of the Dzivgis settlement) // Questions of engineering seismology. 2023. Vol. 50. No. 2. pp. 76-110. <https://doi.org/10.21455/VIS2023.2-4>.
5. Lavrishchev V.A., Sheikov A.A., Andreev V.M., Semenov V.M. and others. The State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1: 1,000,000 (third generation). The Scythian series. List K_37 (Sochi), K_38 (Makhachkala), K_39. An explanatory note. St. Petersburg: Map factory VSEGEI, 2011. 431 p.
6. Lutkov D.A. Morphology of the inner-mountain basins of the Central Caucasus // Geography and natural Resources. 2009. No. 3. pp. 77-82.

7. Mamiev M.E. *Tib. A collection of historical and cultural monuments of Ossetia – Alania. Collection of articles. Vladikavkaz. 2021. pp. 177-184.*
8. Makeev V.M., Revazov M.O., Bolotaeva A.G. *Structural and geodynamic studies of the southern slope of the Greater Caucasus in the Dvaleti uplift area in connection with the assessment of disturbance zones // Geology and geophysics of the South of Russia. 2022. Vol. 12. No. 4. pp. 31-46.*
9. Milanovsky E.E. *The latest tectonics of the Caucasus. Moscow: Nedra, 1968. 483 p.*
10. Milyukov V.K., Mironov A.P., Ovsiuchenko A.N., Rogozhin E.A., Gorbatikov A.V., Drobyshev V.N., Hubaev H.M., Nikolaev A.V. *The speeds of modern horizontal movements in the central sector of the Greater Caucasus according to GPS observations and their relationship to tectonics and the deep structure of the Earth's crust // Reports Academy of Sciences. 2018. Vol. 481. No. 3. pp. 291-295.*
11. Nesmeyanov S.A., Nikitin M.Yu., Voeikova O.A., Komarevskaya M.N. *Neostuctural zoning of the Russian part of the Kazbek segment of the megastore of the Greater Caucasus // Geoecology. Engineering geology. Hydrogeology. Geocryology. 2023. No. 3. pp. 5-14.*
12. Nikitin M.Yu., Nikonov A.A., Bolotov S.N., Belyakov G.A. *Paleoseismodislocations in the Ardon River basin and their significance for assessing the seismic potential of the Greater Caucasus // DAN. 1993. Vol. 330. № 6. pp. 740-744.*
13. Nikonov A.A. *On strong earthquakes in the Greater Caucasus in the 1st millennium A.D.: revision of the initial data and catalog // Physics of the Earth. 1994. No. 7-8. pp. 107-112.*
14. Nikonov A.A., Reisner G.I. *Assessment of the seismic potential of the Caucasus taking into account paleoseismic and seismotectonic data // Catastrophic processes and their impact on the natural environment. Volume 2. Seismicity. Moscow: IFZ RAS, 2002. pp. 381-401.*
15. *A new catalog of strong earthquakes on the territory of the USSR from ancient times to 1975 / Ed. Kondorskaya N.V., Shebalin N.V. M.: Nauka Publ., 1977. 535 p.*
16. Ovsiuchenko A.N., Marakhanov A.V., Novikov S.S., Larkov A.S. *Features of seismotectonics and ancient earthquakes of South Ossetia (part 2) // Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Research Center of the Russian Academy of Sciences. 2011. Vol. 2. No. 4. pp. 57-63.*
17. Olkhovsky G.P., Tibilov S.M. *Compilation of a specialized geological base on a scale of 1:50,000 for a forecast-metallogenic map of Mountainous Ossetia. Vladikavkaz: Sevostgeologorazvedka State Enterprise, 1998.*
18. Papalashvili V.G., Varazanashvili O.Sh., Gogmachadze S.A. and others. *Racha–Java earthquake of April 29, 1991 // Earthquakes in the USSR in 1991. Moscow: OIF RAS, 1997. pp. 18-25.*
19. Pisisny A.N., Tereshchenko V.V., Perfiliev V.A., Marchenko R.V., Popov S.A., Tereshchenko L.A., Prokuranov P.V. *State Geological Map of the Russian Federation scale 1 :200000. 2nd edition. The Caucasian series. Sheets K–38–VIII, XIV. St. Petersburg: Publishing house of kartfabrika VSEGEI. 2002. 277 p.*
20. Popov K.P. *Alagir gorge: Natural, historical, cultural and spiritual heritage. Vladikavkaz: I.I., 2008. 415 p. fig.*
21. Solvorova V.A. *Formation of the relief of mountains (on the example of Mountain Ossetia). Moscow: Nauka, 1973. 142 p.*
22. Rastsvetaev L.M., Marinin A.V., Tveritinova T.Y. *Late Alpine disjunctive systems and geodynamics of the Greater Caucasus // Physics of the Earth. 2010. No. 5. pp. 31-40.*
23. Rebetsky Yu.L. *The current stress state of the Caucasian crust according to the combined catalog of earthquake source mechanisms // Geodynamics and tectonophysics. 2020. Vol. 11. No. 1. pp. 17-29.*
24. Rogozhin E.A., Gurbanov A.G., Marakhanov A.V., Ovsiuchenko A.N., Spiridonov A.V., Burkanov E.E. *On the correlation of volcanism and earthquakes in the North Caucasus in the Holocene // Physics of the Earth. 2005. No. 3. pp. 33-46.*
25. Rogozhin E.A., Ovsiuchenko A.N., Lutikov A.I., Sobisevich A.L., Sobisevich L.E., Gorbatikov A.V. *Endogenous hazards of the Greater Caucasus. Moscow: IFZ RAS, 2014. 256 p.*
26. Somin M.L. *Alpine deformation of the basement complexes and the tectonic style of the Greater Caucasus // The Greater Caucasus in the Alpine epoch / Edited by Yu.G. Leonov. Moscow: GEOS, 2007. pp. 111-140.*
27. Tmenov V.H. *Medieval historical and architectural monuments of North Ossetia. Ordzhonikidze: I.R., 1984. 344 p. fig.*
28. Tsagaeva A.D. *Toponymy of North Ossetia – Vladikavkaz: Ir, 2010. 623 p.*
29. Vorobyeva I.A., Dzeboev B.A., Dzeranov B.V., Gvishiani A.D., Zaalishvili V.B., Sergeeva N.A., Nikitina I.M. *Integrated earthquake catalog of the Ossetian sector of the Greater Caucasus // Applied Sciences. 2023. Volume 14. No. 1. 172.*
30. Korzhenkov A.M., Mazor E. *Structural reconstruction of seismic events: ruins of ancient buildings as fossil seismographs // Science. New technologies. 1999. No. 1. pp. 62-74.*
31. Ismail-Zadeh A., Adamia S., Chabukiani A., Chelidze T., Clouting S., Floyd M. and others. *Geodynamics, seismicity and seismic of the Caucasus // Earth-Science Reviews. 2020. Volume 207. 103222.*
32. Tibaldi A., Tsereteli N., Varazanashvili O., Babaev G., Bart A., Mumladze T. et al. *The field of active stresses and kinematics of faults of the Greater Caucasus // Journal of Asian Geosciences. 2020. Volume 188. 104108.*

