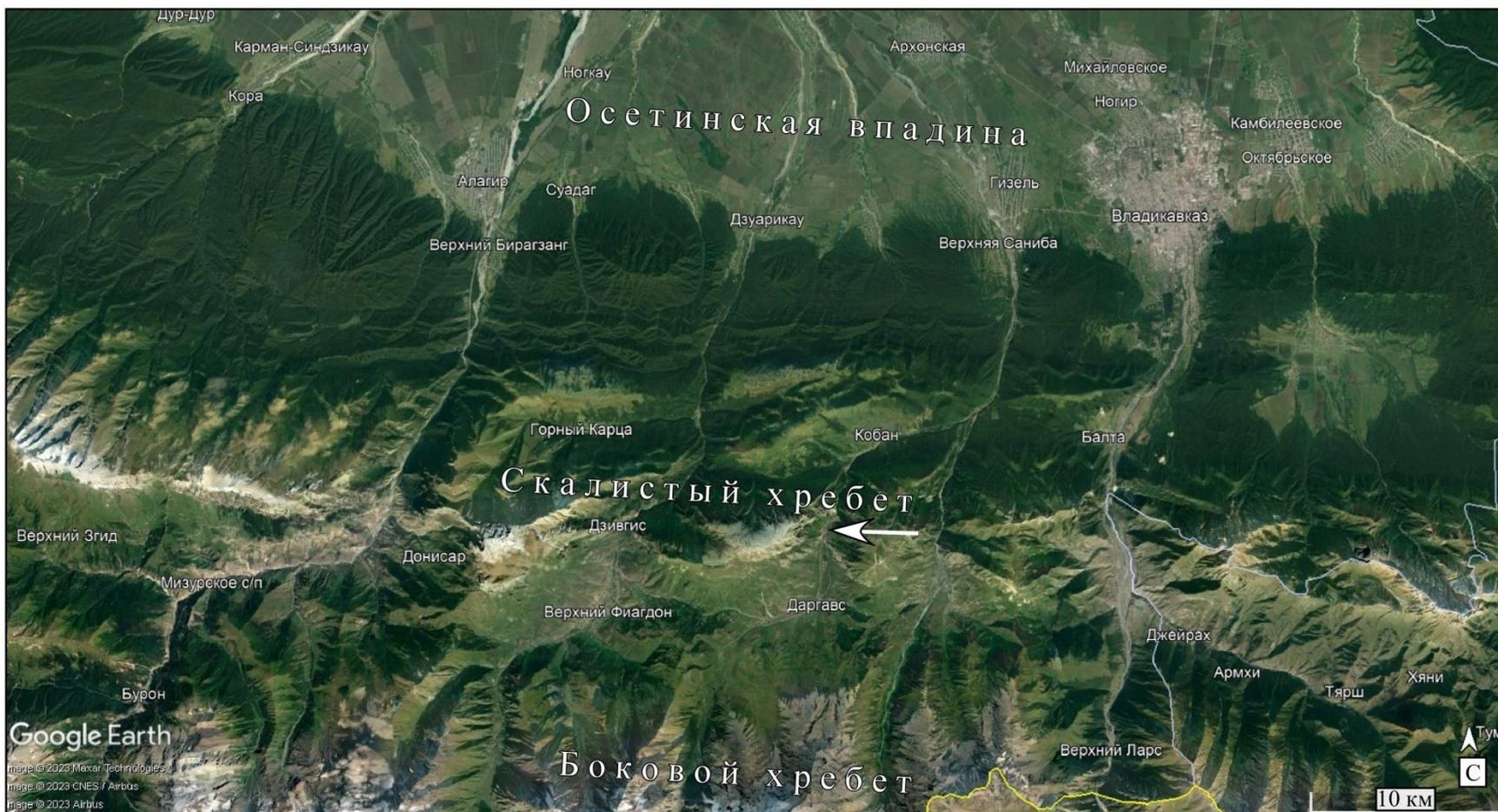


# Параметризация сильных исторических землетрясений по состоянию старинной застройки в горной части Северной Осетии (на примере поселения Цагат Хинцаг, долина реки Гизельдон)



**А.М. Корженков, А.А. Аверин, Ю. Бутанаев, Д.Е. Едемский,  
В.Б. Заалишвили, Н. Кошевой, А.С. Ларьков, А.Н. Овсюченко и В.Т. Чшиев**

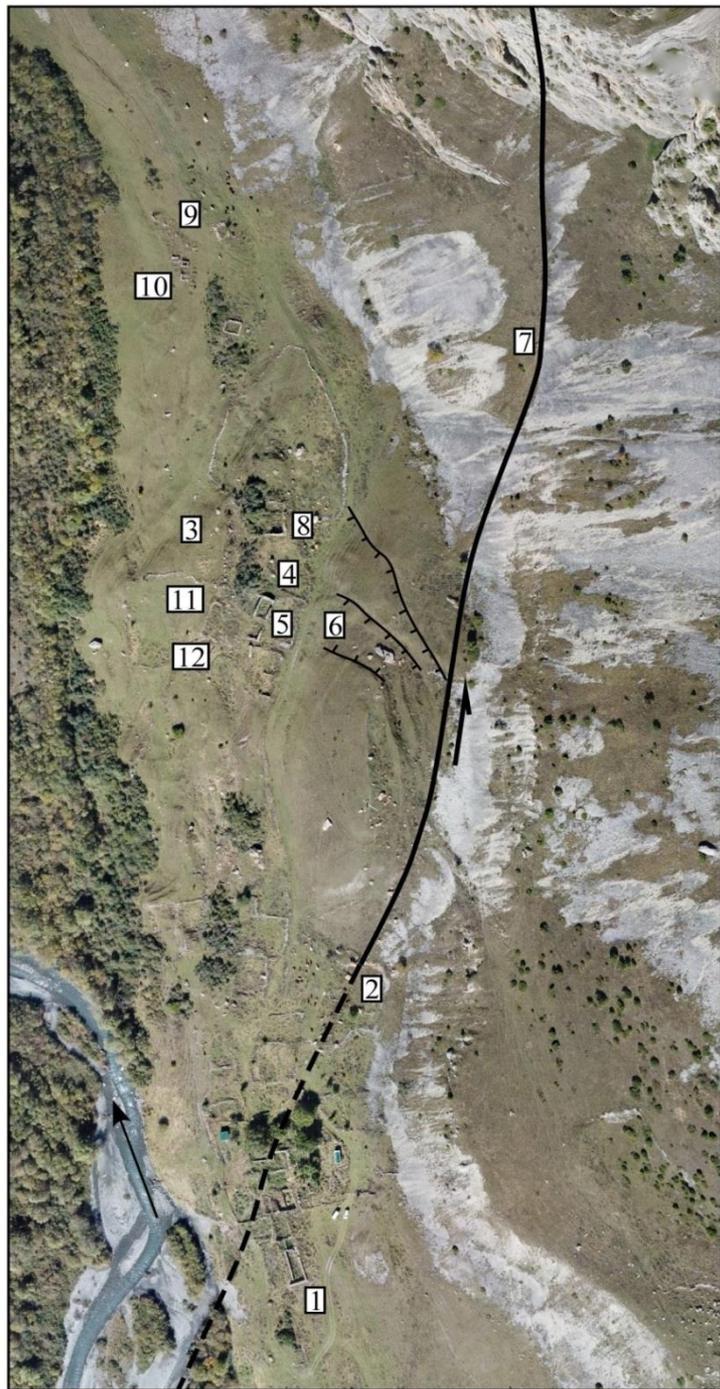
Мелкомасштабный космический снимок места расположения древнего села Хуссар-Хинцаг. Снимки из открытого доступа в Интернете. Стрелка показывает место расположения древнего поселения



Космический снимок места расположения древнего села Хуссар-Хинцаг. Снимки из открытого доступа в Интернете. Стрелка показывает место расположения древнего поселения. Деталь предыдущего изображения.



Цагат Хинцаг («Северное село Хинцаговых» – *осет.*) - расположено на правом склоне долины названной реки (рис. 1) перед ее входом в ущелистый – antecedentный участок долины, пропиленный через Скалистый хребет.



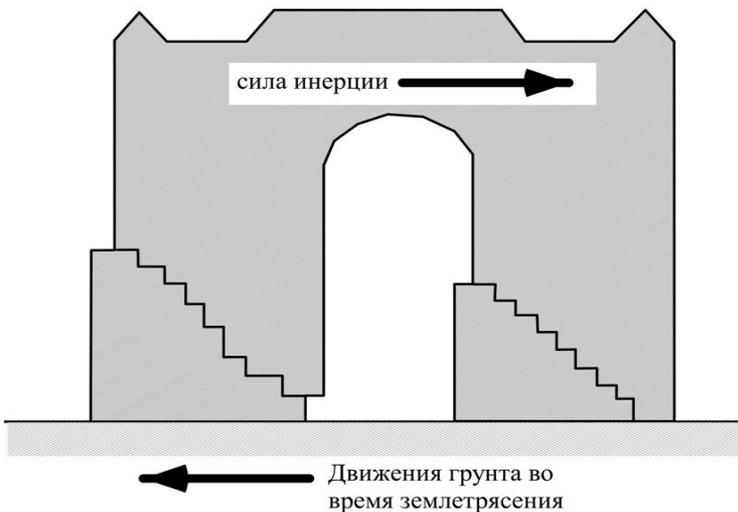
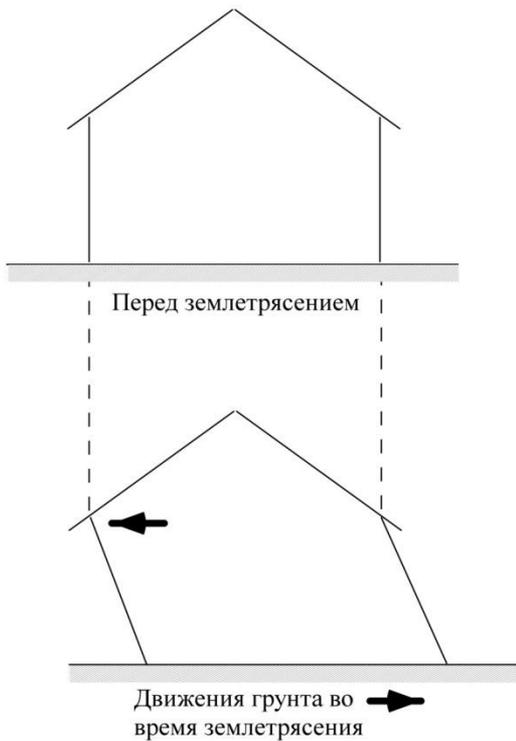
## Снимок с БПЛА поселения Цагат Хинцаг на правом склоне реки Гизельдон

(направление течения реки показано черной стрелкой).

Толстая черная линия – разлом; прерывистая – предполагаемая линия разлома, проходящая через постройки. Линии со штришками – сбросы, образующие грабен в теле древнего скального оползня; штришки показывают падение сместителя. Цифры в прямоугольничках – нумерация наших точек наблюдения.

В статье И.Т. Марзоева [2020] приводятся следующие цифры по переписи мужского населения в Осетии, проведенного в **1863 г.** В выселке Цагат Хинцаг проживало 17 семей общей численностью 83 человека. Однако уже через 23 года в этом селении проживало **более 200 человек**; возможно в это число были включены лица женского пола. Так, Интернет сайт «Потерянная Осетия» сообщает, что в «Посемейных списках населенных пунктов Владикавказского округа Терской области на **1886 год**» (том 1) в селе Цагат Хинцаг проживали представители трех осетинских родов: Албеговы - 128 чел., Беджисовы - 59 чел., Дауровы - 46 чел. До 1886 года в селе Цагат Хинцаг числилось 12 окладных дымов (отдельных домов), при произведенной фактической проверке оказалось таковых 20, с какого времени образовались новые дымы - сведения не имеются.

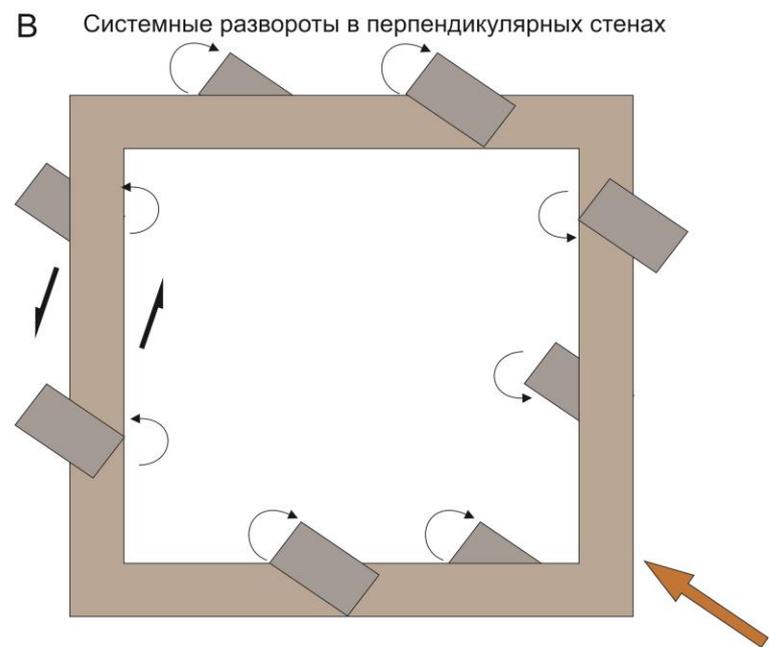
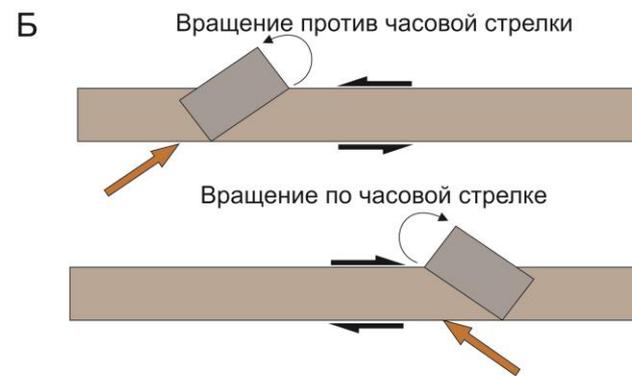
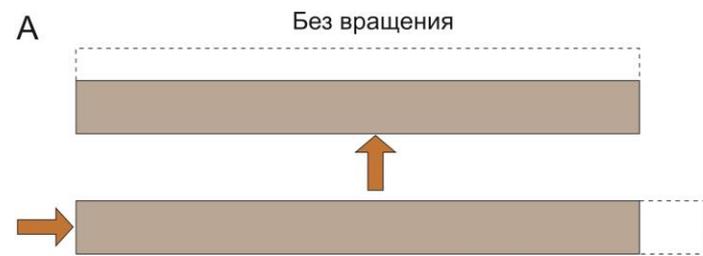
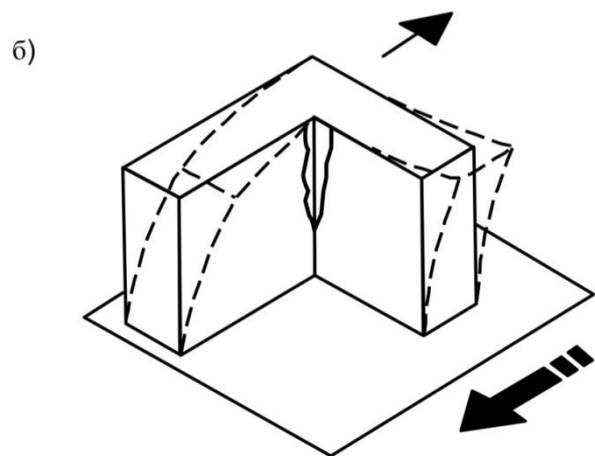
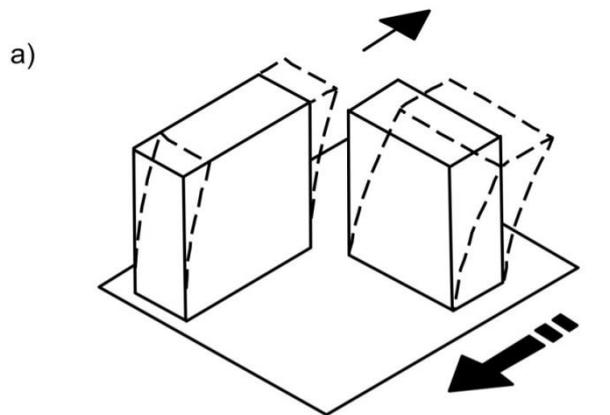
- Остатки каменных стен – свидетельства жилых и сельскохозяйственных построек **поселения Цагат Хинцаг** расположены преимущественно на невысокой (ранне-голоценовой?) аллювиальной террасе. Все стены могут быть подразделены на несколько групп:
  - - Стены жилых и хозяйственных (дворовых) построек, башен;
  - - Нижние части стен – загонов для скота; верхние части стен были глиняные или представляли собой переплетения, связки прутьев,
  - - Стены-запруды, дамбы в долине сухого ручья, закрывающие поселение от весенних паводков и селевых выплесков,
  - - Стены склепов, наземных и полуподземных.
- -----
- Наука археосейсмология имеет свою методологию [Archaeoseismology, 1996], которая позволяет отличать сейсмические деформации в строительных конструкциях от других, вызванных
  - - военными действиями,
  - - статической нагрузкой со временем верхних частей сооружений на нижние,
  - - просадками подстилающего грунта,
  - - склоновыми процессами



**Наклоны, обрушения и выдвигания верхних частей зданий во время сильных землетрясений.** (а) Схема наклона здания при сильных землетрясениях по [Rapp, 1986], с изменениями. (б) Эпицентральная зона Измитского (Турция, 1999 г.,  $M_w = 7.6$ ) землетрясения. Сейсмический разрыв показан белой прерывистой линией, а направление смещения (правый сдвиг) белыми стрелками. Серые стрелки показывают направление обрушения зданий. Большинство из них (90 %) обрушились в направлении противоположном сеймотектоническим подвижкам. Фото проф. Эрхана Алтунеля. (в) Схематическое изображение смещения верхней части современного памятника на кладбище в селе Бель-Алды в направлении эпицентра Суусамырского ( $M_s = 7.3$ ,  $I_0 = IX-X$ ) землетрясения в Кыргызстане в 1992 г.

## Модель деформации углов здания во время сильного землетрясения по [Arnold, 1989] с изменениями

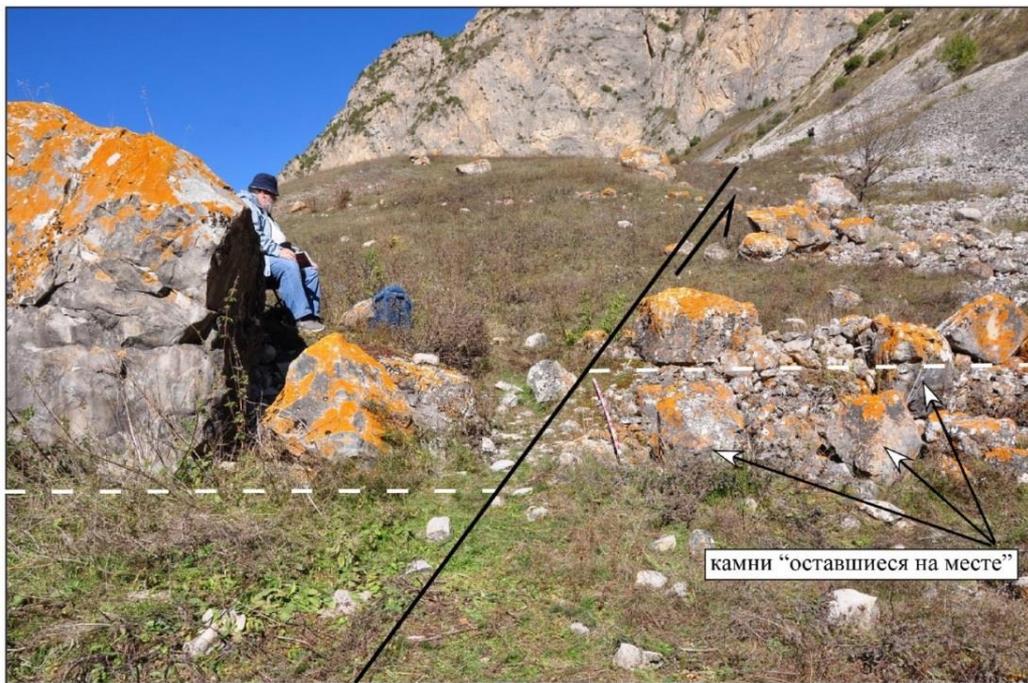
**Вращение элементов здания** [после Корженков, Мазор, 2001, с изменениями]: А – сейсмические колебания перпендикулярные к стене не вызывают вращения; В – сейсмические колебания, направленные под углом к стене, приводят к вращению элементов здания; С – сейсмические колебания, действующие вдоль биссектрисы между перпендикулярными стенами здания, вызывает противоположное вращение в этих стенах



Крутой правый склон долины реки Гизельдон с коллювиальными шлейфами, смещенными по разлому (штриховая линия). Вид на СВ. Здесь и далее наши фотографии 2023 года.

Односторонняя стрелка показывает смещение вдоль разломной плоскости. Цифры нумеруют верхние части осыпей, оканчивающихся в разломной зоне. 3' – верхняя часть значительной осыпи, 3'' – её нижнее продолжение. Наклонные стрелки показывают остатки стены загона для скота. Наша точка наблюдения № 7 на рис. 1.





а)



б)

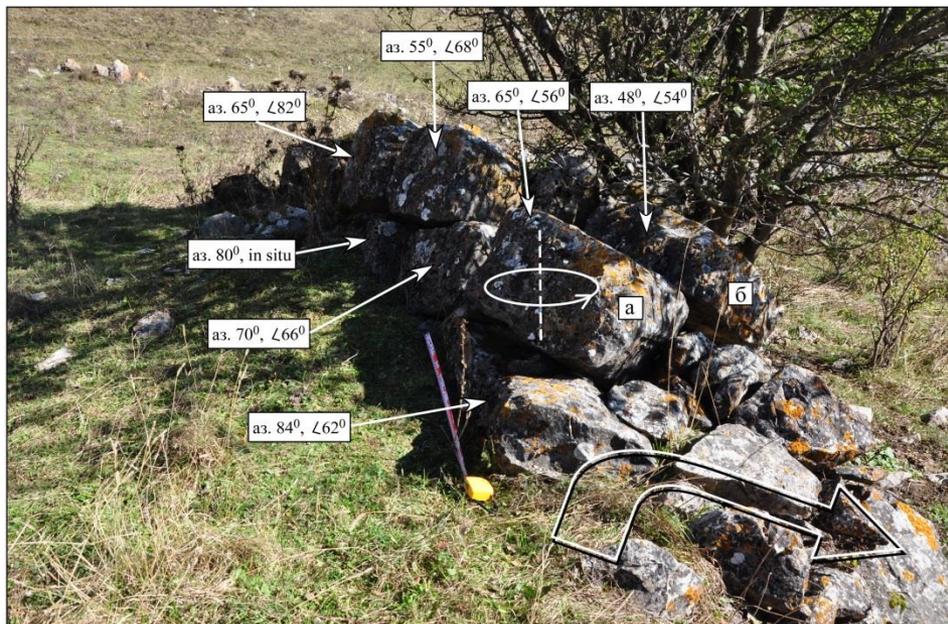
**Каменная дамба-уловитель, построенная поперек сухой ложбины, спускающейся к поселку Цагат Хинцаг. Тело дамбы смещено по разрыву (черная толстая линия). Односторонняя стрелка показывает направление смещения по дизъюнктиву. а) Вид на ССВ. Белая штриховая линия маркирует низ южного фаса дамбы. Мерная лента вытянута на 2 м. б) Вид на запад. Белая штриховая линия показывает северный фас дамбы.**

**Грабен СЗ простирания в центральной части оползня. Сопряженные сбросовые плоскости показаны стрелками. Вид на ЮВ.**



**Заколы (показаны штриховыми линиями) – плоскости отрыва будущих оползней в прибровочной части террасы на правом (восточном) склоне долины реки Гизельдон. Стрелками указаны руины средневековых построек (сельскохозяйственных стен, башен и склепов). Вид на ССЗ**



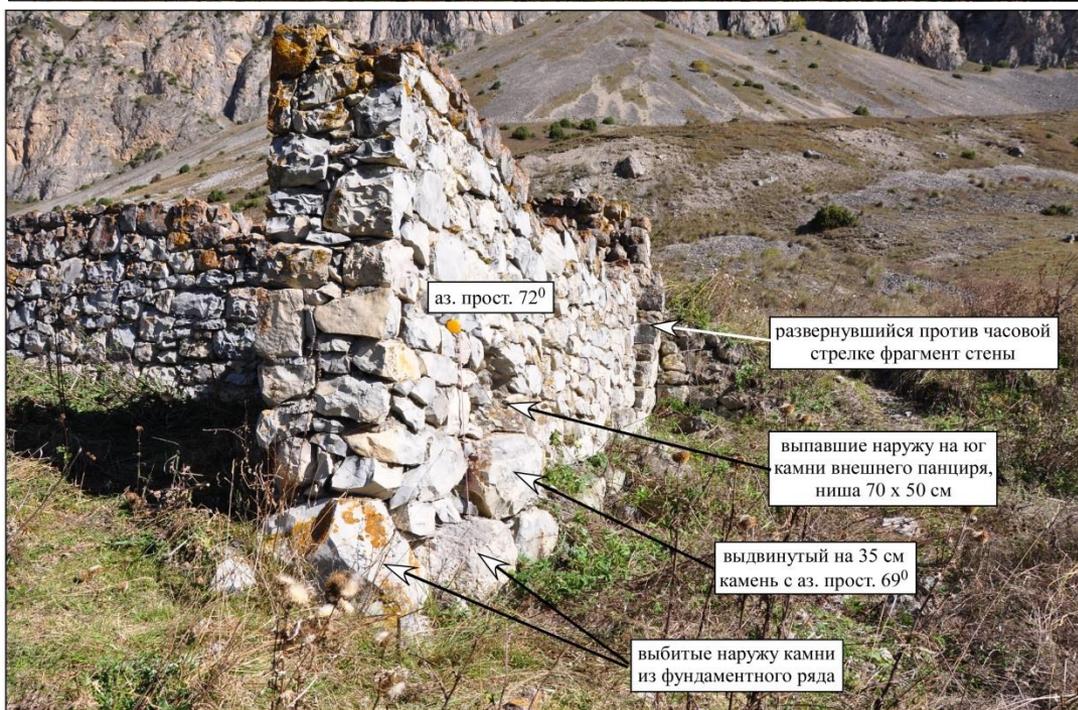


Повороты по часовой стрелке (вокруг вертикальной оси) верхних частей субширотных стен

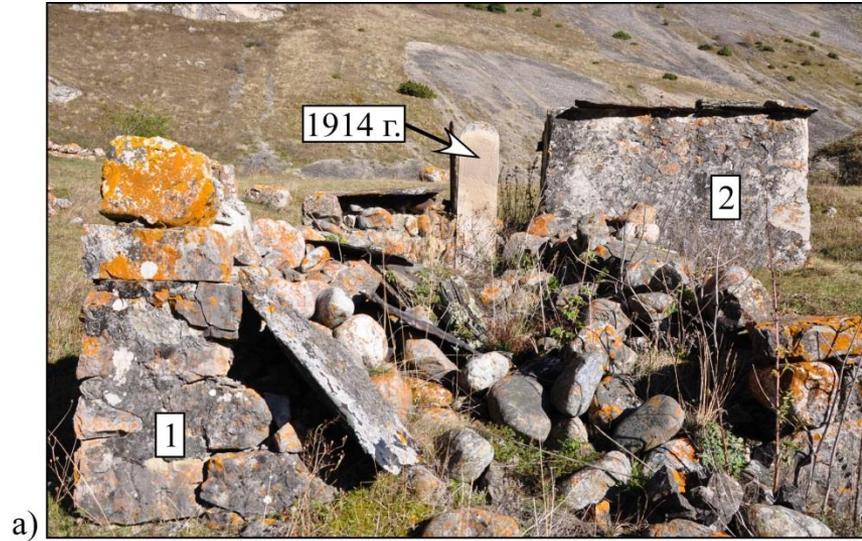




Деформации в углах субширотной стены

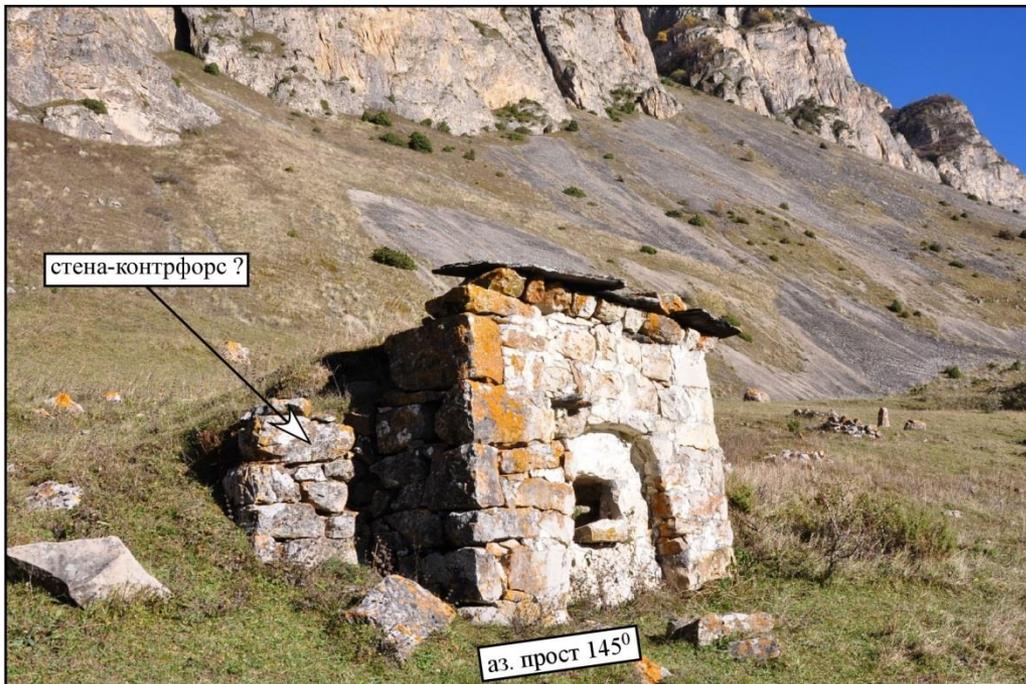


Деформации погребальных сооружений  
(склепов (1-3), стел, оградок). Стела 1914  
года не повреждена



## Деформации склепа 3





Деформация южного склепа



Наклоны и опрокидывание стел в восточном направлении. Деформации железных оградок



# Выводы

- Руины поселения Цагат Хинцаг являются свидетельствами сильных сейсмических событий.
- Нами были выявлены:
- разрыв селе-удерживающей дамбы и ее смещение на 2 м по правилу левого сдвига, что дает нам определение местоположения сейсмогенного разрыва и магнитуды сейсмического события  $M=7$ ;
- деформации углов зданий, повороты субширотных стен по часовой стрелке (вокруг вертикальной оси), повреждения и разрушения погребальных склепов, наклоны и опрокидывание каменных стел, повреждение железных оградок современного облика.
- Судя по результатам, полученным нами ранее, в расположенном рядом селах Ацонага, Даллагкау, Дзивгис в соседней к востоку долине реки Фиагдон, возраст этих сейсмических событий – XV–XVI вв. и XIX в. [Корженков и др., 2023; Овсяченко и др., 2024; Чшиев и др., 2024]
- Возможно, что одно из сильных землетрясений с интенсивностью в эпицентральной зоне 9–10 баллов, вероятнее всего, датируется 23 февраля 1785 г. В ближайшем крупном населенном пункте Моздок при событии 23 февраля 1785 г. были зафиксированы сотрясения интенсивностью 7–8 баллов.
- Дополнительные полевые и камеральные исследования необходимы также в других древних поселениях региона для более полной параметризации древних сейсмических событий, а также для локализации древних эпицентральных зон в определенных структурах земной коры региона.
- Необходимы, кроме того, более точные определения возраста исторических сейсмокатастроф.
- Таким образом, археосейсмологический метод является перспективным для уточнения оценки сейсмической опасности горных территорий и для продления каталога сильных землетрясений вглубь истории на сотни и тысячи лет.