

Эксплозивные извержения вулканов Большого Кавказа на рубеже плиоцена и плейстоцена: вулканическая летопись свиты Рухс-Дзуар (Северная Осетия)
*Горбач Н.В.¹, Пономарева В.В.¹, Портнягин М.В.², Данишик М.³, Плечова А.А.⁴,
Рогозин А.Н.¹*

Explosive eruptions in the Greater Caucasus at the Pliocene-Pleistocene boundary: volcanic record of the Rukhs-Dzuar deposits

Gorbach N.V., Ponomareva V.V., Portnyagin M.V., Danišik M., Plechova A.A., Rogozin A.N.

¹ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;
e-mail: n_gorbach@mail.ru*

² *GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research, г. Киль, Германия*

³ *John de Laeter Centre/School of Earth and Planetary Sciences, Curtin University, г. Перт, Австралия*

⁴ *Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва*

Исследования пирокластических отложений, захороненных в осадочных отложениях свиты Рухс-Дзуар (Северная Осетия), позволили нам впервые выявить крупные эксплозивные извержения в восточной части Центрального Кавказа (2-3 млн лет назад) и установить региональное распространение пирокластике кальдеры Чегем (2.9 млн лет назад).

Осадочные отложения в северных предгорьях Большого Кавказского хребта хранят свидетельства массового перемещения обломочного материала с воздымающихся гор на равнины. Среди этих отложений встречаются пачки вулканического материала, попавшего сюда как в составе эруптивных туч (тефра и материал пирокластических потоков), так и с помощью обвальных и флювиальных процессов (отложения обломочных лавин и селей). В частности, в предгорьях Северной Осетии, вдоль долин рек Терек, Ардон, Гизельдон и Сунжа, вулканический материал был неоднократно описан в составе грубообломочных отложений свиты Рухс-Дзуар как в естественных обнажениях, так и в скважинах [1-3, 6]. В подавляющем количестве случаев вулканы описывались как переотложенные, и только в одной работе было упомянуто присутствие непереотложенного пирокластического материала [2]. Вулканы-источники этого материала не были установлены. Были предложены варианты как неизвестных вулканов в пределах Большого Кавказского хребта, так и вулканов, погребенных в пределах Осетинской впадины [2, 3].

Реки, транспортирующие обломочный материал, берут начало от ледников Хохского хребта на склонах и вершинах гор Майлихох, Джимара и Тепли, а также от эруптивного центра Казбек. В пределах Хохского хребта В.А. Лебедев описал интрузивные и субвулканические тела нескольких фаз внедрения и заключил, что на рубеже плиоцена и плейстоцена (3.3-1.9 млн лет) здесь имел место интрузивный этап магматизма [4]. Этот магматизм предшествовал образованию Казбекского вулканического центра в юго-восточной части этого же хребта около 0.45 млн лет назад [5].

Наши исследования в районе г. Владикавказ (рис. 1) позволили обнаружить здесь несколько мощных пачек пирокластического материала, а также многочисленные прослой грубообломочных отложений флювиального и, возможно, ледникового происхождения. Примером образования ледово-грязекаменных отложений является печально знаменитое событие 20 сентября 2002 г., когда глыба висячего ледника объемом около 8 млн м³ сорвалась с восточного отрога горы Джимара на высоте 4350 м, что привело к дальнейшему обрушению ледника Колка и образованию ледово-грязекаменного потока, пронесшегося по долинам рек Геналдон и Гизельдон через Кармадонское ущелье на расстояние более 30 км и послужившего причиной гибели более ста человек. Судя по отложениям этой и соседних долин, аналогичные

грязекаменные потоки сходили по ним неоднократно и могли быть вызваны как метеорологическими причинами, так и сейсмической и вулканической активностью.

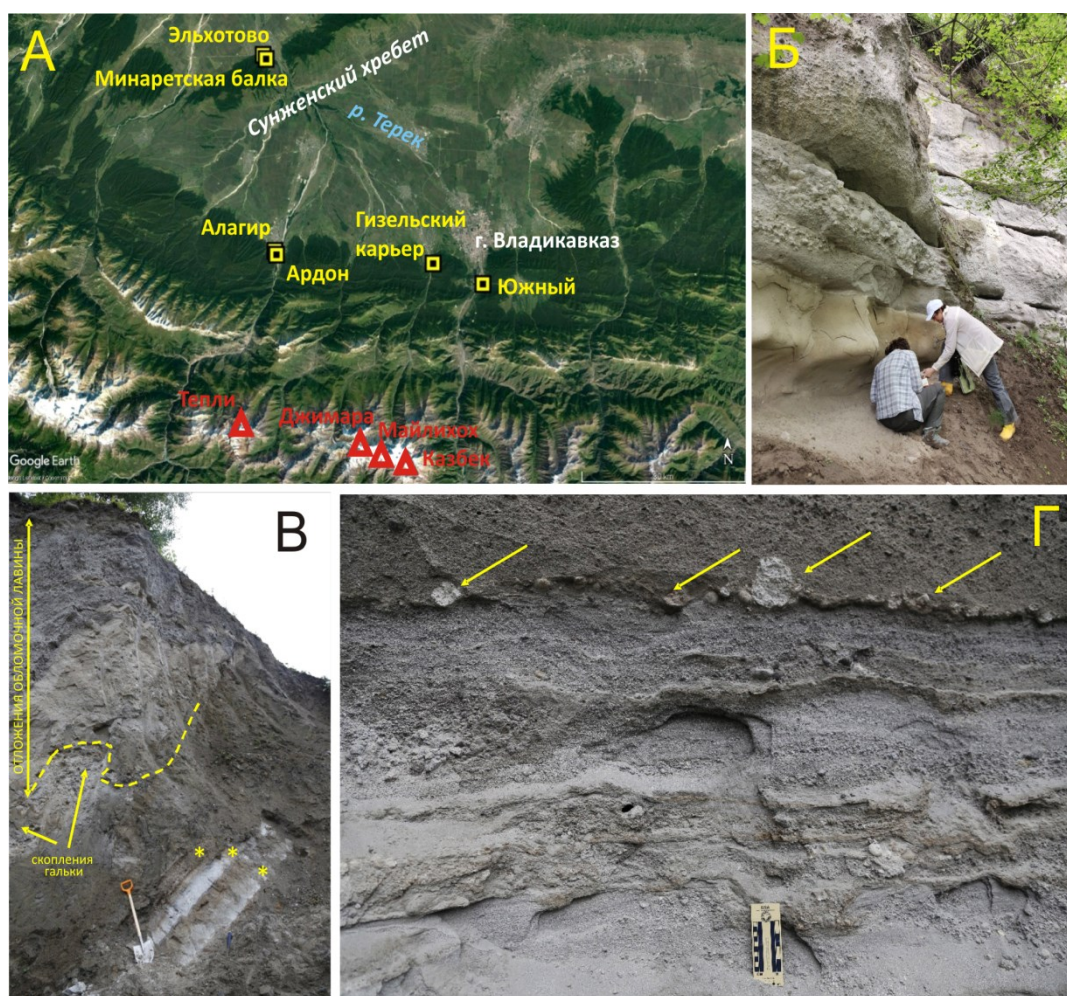


Рис. 1. Положение изученных разрезов (А) и отдельные обнажения отложений свиты Рухс-Дзуар (Б-Г): Б – отложения пирокластического потока, Эльхотовские ворота; В – отложения обломочной лавины, Гизельский карьер; Г – переотложенные пемзы в Гизельском карьере.

Материалы и методы

Мы исследовали вулканический материал из разрезов осадочной толщи Рухс-Дзуар в Гизельском карьере, в балке вблизи пос. Алагир (долина р. Ардон), а также в Сунженском хребте в районе Эльхотовских ворот (рис. 1А). Нами были выполнены описания разрезов отложений, а также отбор образцов пироклаستيку на геохимический анализ и датирование. Геохимические исследования индивидуальных частиц стекол из пирокластических отложений с определением содержания главных и редких элементов проводились с использованием электронного микрозонда и масс-спектрометрии индукционно-связанной плазмы с лазерной абляцией (LA-ICP-MS) в Гельмгольц Центре исследования океана ГЕОМАР и Университете г. Киль (Германия). Возраст трех пирокластических пачек был определен U/Pb и (U-Th)/He (double zircon dating) методами в Университете Кертина (г. Перт, Австралия).

Результаты и обсуждение

Главным результатом наших исследований стало обнаружение практически во всех разрезах района горизонтов не переотложенных, а первичных отложений тефры и пирокластических потоков (рис. 1Б). Кроме того, во всех разрезах мы обнаружили горизонты однородных по составу пемзовых лапилли и бомб, которые были переотложены водными потоками предположительно синхронно их извержению

(рис. 1Г). В Гизельском карьере обнаружены грубообломочные отложения, связанные с обрушением вулканической постройки (рис. 1В). Эти отложения представлены неокатанными глыбами дацитов до 1.5-2 м в поперечнике, погруженными в песчано-гравийный заполнитель аналогичного состава. Отдельные глыбы эродировали нижележащий аллювиальный галечник и окружены «рубашкой» из галек. Такие особенности отложений могут объясняться транспортировкой обвальная каменной массы по руслу древней реки. Возможно, обрушение вулканической постройки произошло вскоре после извержения ювенильной пироклаستيку, представленной здесь тремя горизонтами пемзовой тефры и переотложенной пемзовой пирокластикой. Однообразие состава и крупность материала обвалных отложений указывают на то, что источником обрушения могла быть единая вулканическая постройка, а присутствие крупных обломков пемзы, отличающейся очень слабой устойчивостью при транспортировке, можно рассматривать как свидетельство относительно близкого расстояния до источника сноса. (U-Th)/He дата ~2 млн лет для нижней из тефр, подстилающих отложения обломочной лавины, позволяет отнести описанную серию извержений к раннему плейстоцену.

Для вулканического стекла из отложений свиты Рухс-Дзуар получено ~500 анализов главных и 120 анализов микроэлементов, ряд валовых химических анализов обломков пород и пемз, а также проведен минералогический анализ образцов тефры, отложений пирокластических потоков и переотложенной пемзы. На основании этих данных вулканы удалось разделить на две группы, различающиеся как по составу стекла, так и по минеральному составу (рис. 2). Первая группа включает преимущественно обогащенные амфиболом дациты (долины рек Гизельдон и Ардон), а вторая группа представлена биотитовыми риодацитами-риолитами (район Эльхотовских ворот, Минаретская балка).

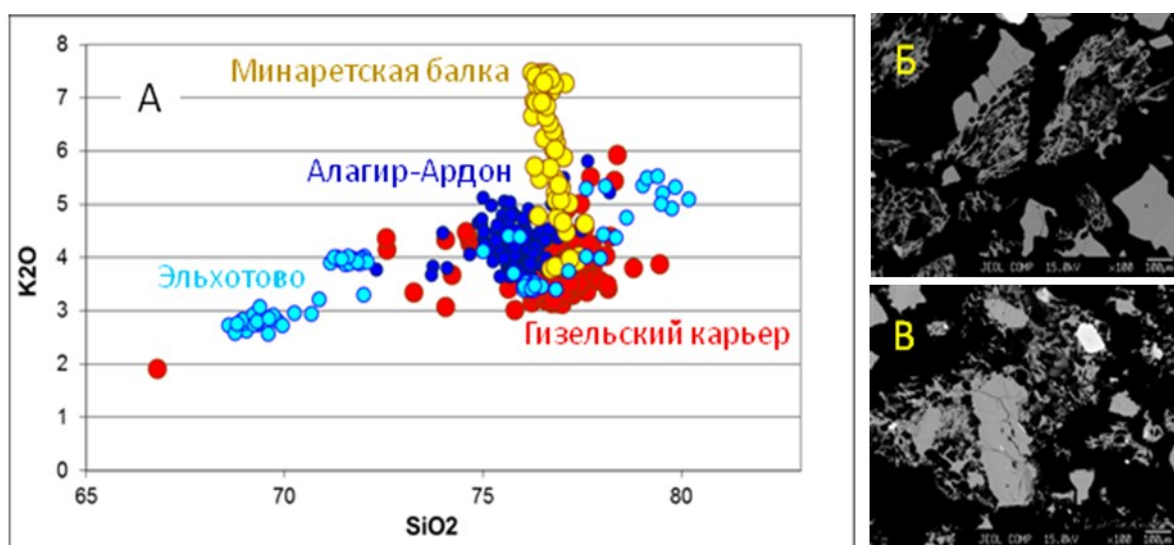


Рис. 2. Составы стекол из изученных отложений пирокластических потоков и тефры (А) и облик частиц пемз в режиме отраженных электронов (Б, В): Б – пемзовые частицы из лапилли в кровле пачки переотложенных пемз в Гизельском карьере; В – из отложений пирокластических потоков.

Основываясь на вариациях состава вулканического стекла и различиях в составе минеральных ассоциаций пемзовых и пепловых отложений, мы предполагаем, что пирокластические отложения могли быть связаны минимум с двумя центрами извержений. Первый из них, по-видимому, был расположен в пределах Хохского хребта на довольно близком (30-40 км) расстоянии от изученных нами разрезов долины р. Ардон и Гизельского карьера. Извержения из этого центра происходили в два этапа между 3 и 2 млн лет назад. Вторым центром эксплозивных извержений, пирокластика

которого обнажается в Минаретской балке, была кальдера Чегем (2.9 млн лет [7]). Это заключение сделано нами на основе сравнения особенностей минерального и химического составов пирокластики и ее сходной возрастной оценки.

Геохимические характеристики и возраста тефр из свиты Рухс-Дзуар исключительно важны для стратиграфии и региональных корреляций отложений трансгрессий Палео-Каспия. Например, в нижней части отложений акчагыльской трансгрессии, обнажающихся на территории Азербайджана и Грузии, описано, но пока не проанализировано не менее 11 горизонтов вулканических пеплов, большая часть из которых укладывается в тот же временной интервал 3-2 млн лет, что и тефры свиты Рухс-Дзуар [8, 9]. Выполненные нами первые геохимические анализы тефр из акчагыльских отложений Дагестана позволяют предположить, что они могут быть аналогами тех же тефр. Получение геохимических характеристик для всех пеплов позволит провести транс-Кавказские корреляции разобренных разрезов наземных и морских отложений и объединить их в единую стратиграфическую последовательность.

Исследования выполнялись при поддержке проекта РФФИ-DFG № 20-55-12011/GA 1960/14-1. Авторы выражают глубокую благодарность сотрудникам Северо-Осетинского Университета Н.И. Гиджрати и М.Н. Кануковой за их гостеприимство и исчерпывающие консультации.

Список литературы

1. *Белуженко Е.В.* Верхнемиоцен-эоплейстоценовые грубообломочные отложения Западного и Центрального Предкавказья // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2011. № 19(5). С. 78-95.
2. *Газеев В.М., Гурбанов А.Г., Докучаев А.Я., Лексин А.Б.* Переотложенные вулканы свиты Рухс-Дзуар: проблема местоположения палеовулканического источника их сноса (Северная Осетия, Кавказ) // Геология и Геофизика Юга России. 2012. № 2(3). С. 21-28.
3. *Короновский Н.В., Демина Л.И.* Строение свиты Рухс-Дзуар и позднеплиоценовый вулканизм Казбекской области Кавказа. Бюллетень Московского общества испытателей природы, отдел геологический // 1994. Т. 69. Вып. 5. С. 26-33.
4. *Лебедев В.А., Бубнов С.Н., Чернышев И.В. и др.* Геохронология и петрогенезис молодых (плиоценовых) гранитоидов Большого Кавказа: Джимарский полифазный массив, Казбекская неовулканическая область // Геохимия. 2009. № 6. С. 582-602.
5. *Лебедев В.А., Парфенов А.В., Вашикидзе Г.Т. и др.* Хронология магматической активности и петролого-минералогические характеристики лав четвертичного вулкана Казбек (Большой Кавказ) // Петрология. 2018. Т. 26. № 1. С. 3-33.
6. *Ренгартен В.П.* Геологический очерк района Военно-Грузинской дороги. Труды Всесоюзного геолого-разведочного объединения ВСНХ СССР. 1932. Вып. 148. 70 с.
7. *Bindeman I.N., Colón D.P., Wotzlaw J.F. et al.* Young silicic magmatism of the greater Caucasus, Russia, with implication for its delamination origin based on zircon petrochronology and thermomechanical modeling // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2021. V. 412. Art. 107173. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107173>
8. *Lazarev S., Kuiper K.F., Oms O. et al.* Five-fold expansion of the Caspian Sea in the late Pliocene: New and revised magnetostratigraphic and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age constraints on the Akchagylian Stage // Global and Planetary Change. 2021. V. 206. Art. 103624. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2021.103624>
9. *vanBaak C.G., Grothe A., Richards K. et al.* Flooding of the Caspian Sea at the intensification of Northern Hemisphere Glaciations // Global and Planetary Change. 2019. V. 174. P. 153-163.