

**ЭКСПЕДИЦИЯ НА ВУЛКАНЫ АЛАИД И ЭБЕКО
(КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА) ЛЕТОМ 2023 ГОДА**

© 2023 И.Е. Большаков¹, А.А. Нуждаев², Р.А. Кузнецов², Л.П. Аникин²,
К.А. Кудряшова^{2,3}, Е.С. Житова²

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, 119991;
e-mail: bolshakov.ilya.210@yandex.ru, nuzhdaev@gmail.com

²Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия, 683006

³Санкт-Петербургский Горный университет, Санкт-Петербург, Россия, 199106

Поступила в редакцию 23.08.2023 г.; после доработки 18.11.2023 г.; принята в печать 25.12.2023 г.

Приводится описание результатов полевых работ на активных вулканах Алаид и Эбеко, расположенных в северной части Курильской островной дуги, выполненных в июне–июле 2023 г. На вулкане Алаид проведено первое опробование лавовых потоков и продуктов фумарольной минерализации извержения 2022 г. на различных высотах, включая вершину, а также проводилось геологическое опробование конуса Такетоми и изверженных пород восточного побережья о. Атласова. На вершине вулкана Алаид выполнена аэрофото и площадная температурная съемка области, занятой продуктами извержения 2022 г., с использованием высокоточного квадрокоптера, оснащенного тепловизионной камерой. На вулкане Эбеко отобраны минеральные пробы с фумарольных площадок, расположенных на его восточном склоне, выполнена аэрофото и площадная температурная съемка.

Ключевые слова: экспедиция, Алаид, Эбеко, вулкан, извержение, минерал, Курильские острова.

Вулканы Алаид и Эбеко находятся в северной части Курильской островной дуги. Оба вулкана являются активными: последнее извержение вулкана Алаид завершилось 1 декабря 2022 г. (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/volc?name=Alaid>), а вулкан Эбеко проявляет практически непрерывную активность последние 6 лет (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/volc?name=Ebeko>).

Изверженные породы вулкана Алаид существенно отличаются от вулканитов остальных островов Курильской островной дуги петрографически и геохимически. Так для Алаида характерны высококальциевые субщелочные глиноземистые базальты, на этом основании вулкан относят к Западной вулканической зоне Курильских островов (Горшков, 1954). Другой нетипичной особенностью вулкана Алаид является множество побочных конусов, наличие которых не характерно для других вулканов Курильской островной дуги (Абдурахманов и др., 1978;).

Последнее извержение вулкана Алаид сопровождалось постэруптивной стадией с интен-

сивной фумарольной деятельностью (результат полевых наблюдений), которая наиболее продуктивна в вопросе образования разнообразных минералов, в том числе редких и новых. Изучение процессов минералообразования в подобных обстановках вызывает интерес многих минералогов (Данченко и др., 1999; Bortnikova et al., 2005; Inostroza et al., 2020; Pekov et al., 2018, 2023; Shablinskii et al., 2022; Shevko et al., 2018). Наиболее полное описание фумарольных минералов для вулкана Алаид приведено Л.П. Вергасовой (1977) по результатам исследования материала прорыва Олимпийский извержения 1972 г., где были обнаружены редкие и только что открытые, на тот момент минеральные виды. Интерес к изучению минерального разнообразия вулкана Алаид возобновился в ходе анализа каменного материала, отобранного в рамках комплексных геолого-геофизических исследований прошлых лет (Петрова и др., 2020; Рашидов, Аникин, 2014, 2018; Силаев и др., 2021). Внимание исследователей привлекло широкое распространение в различных частях вулкана Алаид, зеленых

и бирюзовых минералов на поверхности изверженных пород среди которых встречались желтые прожилки. Впоследствии данные минералы были определены как атакамит $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ (Рашидов и Аникин, 2016) и фольбортит $\text{Cu}_3\text{V}_2\text{O}_7(\text{OH})_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ соответственно (Житова и др., 2020). Находка фольбортита на острове Алаид является нетипичной, поскольку образование минерала в данном случае связано со свежими вулканическими породами, хотя для фольбортита характерен гипергенный генезис в зоне окисления Cu-V месторождений. На основании этого было предположено, что образование фольбортита на вулкане Алаид могло происходить за счет первичных Cu-V или Cu/V фумарольных минералов (Житова и др., 2020), что может свидетельствовать о присутствии на вулкане палеофумарольной минерализации или/и гипергенных минералов развивающихся по ним.

Вулкан Эбеко (Северные Курилы, о. Парамушир) является одним из наиболее доступных регулярно извергающихся вулканов в мире и расположен в непосредственной близости от Северо-Курильска, для него характерно извержение продуктов андезитового и андезитобазальтового состава (Belousov et al., 2021). В кратерной части вулкана Эбеко расположены сольфатары и фумарольные поля, минералообразующие растворы которых обогащены магматической компонентой, что приводит к образованию минералов-концентраторов рудных элементов и фаз необычного состава (Bortnikova et al., 2005).

На обоих исследованных вулканах проводился отбор каменного материала с привязкой и фотофиксацией, описание вулканической и ландшафтной обстановки, замер температур. В процессе полевых работ применялся квадрокоптер DJI Mavic 3T. Указанный квадрокоптер оснащен тепловизором, что позволило с высокой точностью выделить области аномалий теплового поля, а также произвести определение температуры интересующих участков вулканических построек. Обработка изображений с тепловизионной камеры производилась с помощью программного обеспечения DJI Thermal Analysis Tool 3. Замер температур в точках отбора производился при помощи стандартной термопары типа K.

Исторические терминальные извержения вулкана Алаид фиксируются с 1790 г. до 15 сентября 2022 г. Последнее, зарегистрированное, на данный момент, для вулкана Алаид извержение продлилось с 15 сентября по 1 декабря 2022 года (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/volc?name=Alaid>; Дегтярев и др., 2023). Извержение имело умеренный эффузивно-эксплозивный характер и привело к значительному изменению облика

кратерной части вулкана (рис. 1), образованию на его южном склоне двух крупных лавовых потоков, а также к сходу лахаров, отложения которых покрыли мыс Девятка (рис. 2), частично увеличив площадь суши в этом районе (Котенко, 2022; Дегтярев и др., 2023).

На вулкане Алаид была выполнена серия геологических маршрутов вдоль восточного побережья, в процессе которых отбирались образцы лав различных извержений и проводилось опробование материала конуса Такетоми (рис. 3). В том числе были отобраны образцы горных пород с зелено-бирюзовыми минералами, развивающимися вдоль трещин в массивных лавовых глыбах, осыпавшихся из привершинной части конуса Такетоми. Также от лагеря, располагавшегося на побережье бухты Баклан, было совершено два продолжительных маршрута: к фронтальной части восточного лавового потока и на вершину вулкана (рис. 2). Вершинный кратер вулкана, как и часть южного склона, по которой спустились лавовые потоки, были сняты при помощи квадрокоптера.

В результате двухдневного маршрута на вершину вулкана Алаид было выяснено, что в настоящее время лава заполнила весь кратер (рис. 1, 4) и сформировала субгоризонтальную поверхность с высотой над уровнем моря около 2200 м. Изменение строения кратерной области вулкана за последние 16 лет представлено на рис. 4. Во время извержения 2022 г. лава, заполнив кратер, перелилась через его край и образовала два потока на южном склоне вулкана (рис. 5), наиболее длинный из которых (западный) спустился до отметок порядка 800 м над уровнем моря. К первой половине июля 2023 г. лавовые потоки все еще были в достаточной степени нагреты и в условиях высокой влажности воздуха активно парили. В то же время самой прогретой частью вулканической постройки являлся шлаковый конус, по местоположению приблизительно совпадавший с кратером терминального извержения 1981 г. (рис. 4). Сам конус возник еще в 2015–2016 гг. (www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/index?name=Alaid), однако в результате последнего извержения его морфология значительно изменилась.

Шлаковый конус, расположенный в кратерной части вулкана Алаид, имеет вытянутую в субмеридианальном направлении форму и размеры (по предварительной оценке) 300×400 м в плане. Наиболее высокотемпературные аномалии располагаются на краях этого конуса в южной (рис. 6) и северо-западных частях (рис. 6), где наблюдается самая интенсивная фумарольная деятельность. Максимальной зафиксированной температурой поверхности в кратере была $\sim 520^\circ\text{C}$, однако, так как температура фиксировалась при

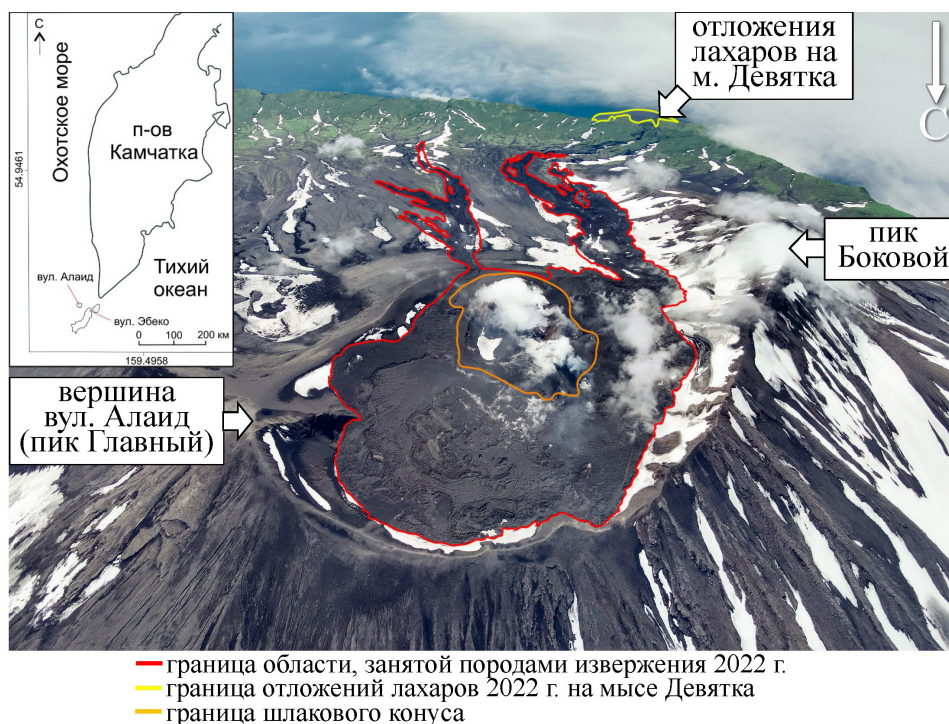


Рис. 1. Общий вид вершины и южного склона вулкана Алаид с высоты 3700 м (на врезке в левом верхнем углу показано расположение вулканов Алаид и Эбеко).

Fig. 1. General view of the summit and southern slope of the Alaid volcano from an altitude of 3700 m (the inset in the top left corner shows the location of Alaid and Ebeko volcanoes).



Рис. 2. Отложения лахаров на мысе Девятка, образовавшиеся после извержения 2022 г. вулкана Алаид (на врезке в левом верхнем углу показано схематическое изображение маршрутов, точек опробования, а также, некоторых ключевых объектов острова: 1 — прорыв Олимпийский 2 — мыс Девятка; 3 — мыс Лава; 4 — бухта Баклан; 5 — побочный конус Такетоми).

Fig. 2. Lahar deposits at Devyatka cape, formed after the 2022 eruption of the Alaid volcano (the inset in the upper left corner shows a schematic representation of routes, sampling points, and some key sites on the island: 1 — Olympic breakthrough 2 — Cape Devyatka; 3 — Cape Lava; 4 — Baklan Bay; 5 — Taketomi side cone).



Рис. 3. Бирюзовые минеральные образования на базальтовых лавах побочного конуса Такетомии вулкана Алаид.

Fig. 3. Turquoise mineral formations on basaltic lavas of the Taktetomi side cone of Alaid volcano.

помощи тепловизора, находящегося на квадрокоптере, на некотором удалении от поверхности, справедливо предположить, что действительная температура превышает зафиксированные значения. При этом в центральной части кратера продолжали лежать небольшие снежки, что свидетельствует об отсутствии подогрева данной части. Наиболее прогретые области активно дегазируют и отчетливо выделяются по обилию пара и пестрому окрасу пород, через которые выходит разогретый газ. В одном из таких выходов в юго-восточной части кратера были отобраны пробы минералов и горных пород. Температура, зафиксированная в месте отбора при помощи квадрокоптера, составила $\sim 170^\circ\text{C}$, однако, можно предположить, что действительная температура несколько выше (замер температур термопарой в данном месте был невозможен).

Вулкан Эбеко является одним из наиболее активных вулканов Курильской островной дуги (Belousov et al., 2021). Последнее извержение вулкана Эбеко началось в 2022 г., всего через 7 месяцев после окончания предыдущего (2016–2021 гг.), и продолжается по настоящий момент (осень 2023 г.) (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/volc?name=Ebeko>). Привершинная часть вулкана Эбеко изобилует выходами на поверхность вулканических газов, в результате чего на поверхности образуется специфичная геохимическая обстановка (Kalacheva et al., 2016),

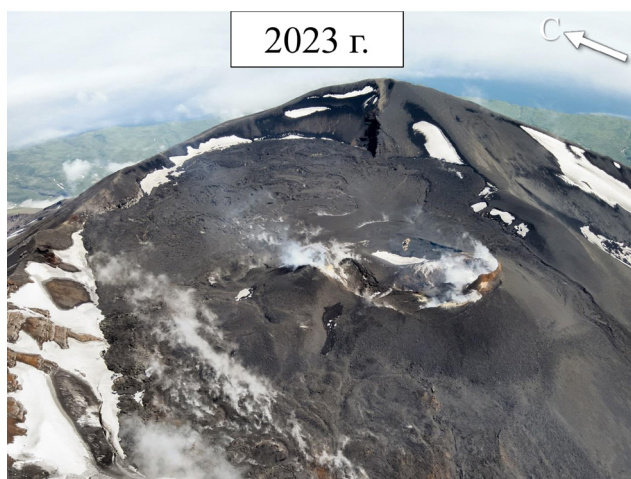


Рис. 4. Вид на вершинный кратер вулкана Алаид на юго-запад в 2007 г. (фото Лянника Ю.А. (http://www.kscnet.ru/ivs/grant/grant_05/kurily/grigorjev.html)) и 5 июля 2023 г.

Fig. 4. View of the summit crater of Alaid volcano to the southwest in 2007 (photo by Lyannik Yu.A. (http://www.kscnet.ru/ivs/grant/grant_05/kurily/grigorjev.html)) and July 5, 2023.

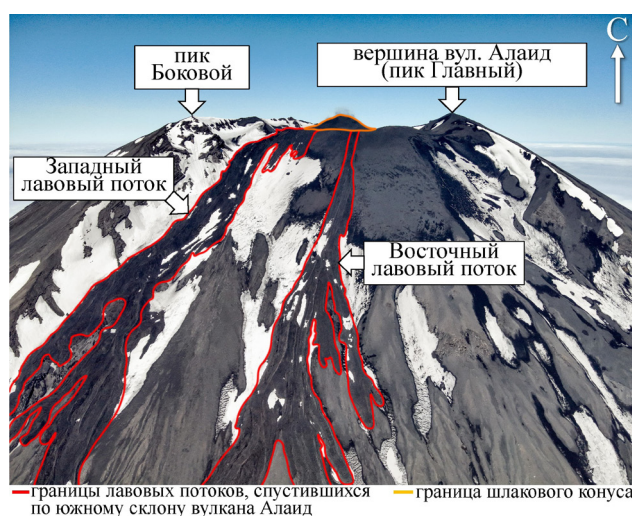


Рис. 5. Вид на привершинную часть вулкана Алаид с юга с высоты 2150 м.

Fig. 5. View of the summit part of Alaid volcano from the south at an altitude of 2150 m.

приводящая к образованию нетипичных минеральных ассоциаций.

На вулкане Эбеко производился отбор минеральных проб с Юго-Восточного фумарольного поля (рис. 7а) и замер температур в точках опробования. Прогретые участки отчетливо дешифрируются в виде ярких (наиболее теплых) пятен на снимках с тепловизионной камеры (рис. 7б). В пределах Юго-Восточного фумарольного поля

пробоотбор выполнен с поверхности прогретых грунтов, температура которых составляла от 44 до 102 °С на глубине 5 см, и из сольфатары, максимальная измеренная температура в которой составляла 123 °С. Макроскопически на прогретых площадках выделяется множество разновидностей солей/выцветов и сольфатарных минералов (рис. 8), причем наблюдается визуальная зональность минерального состава,

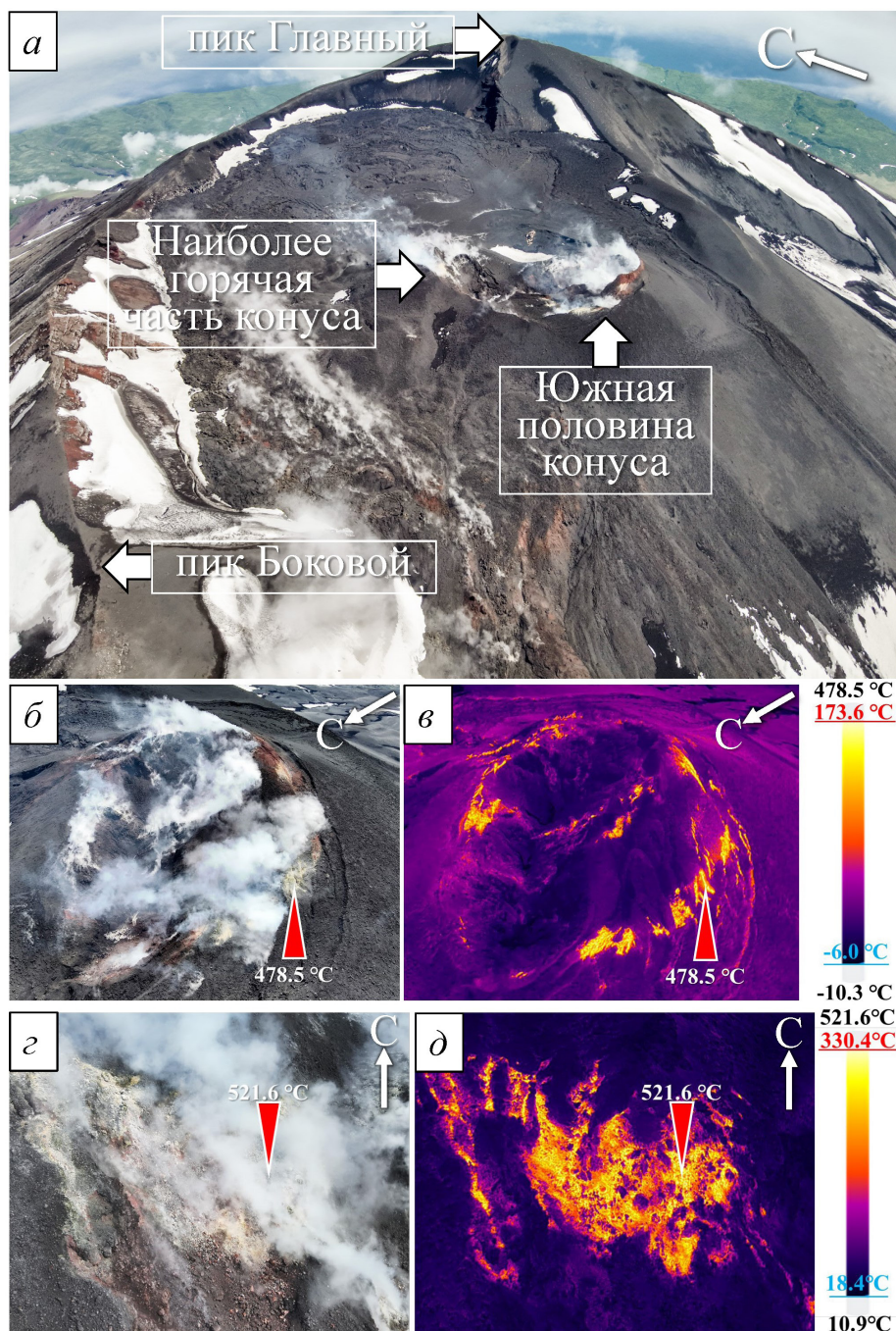
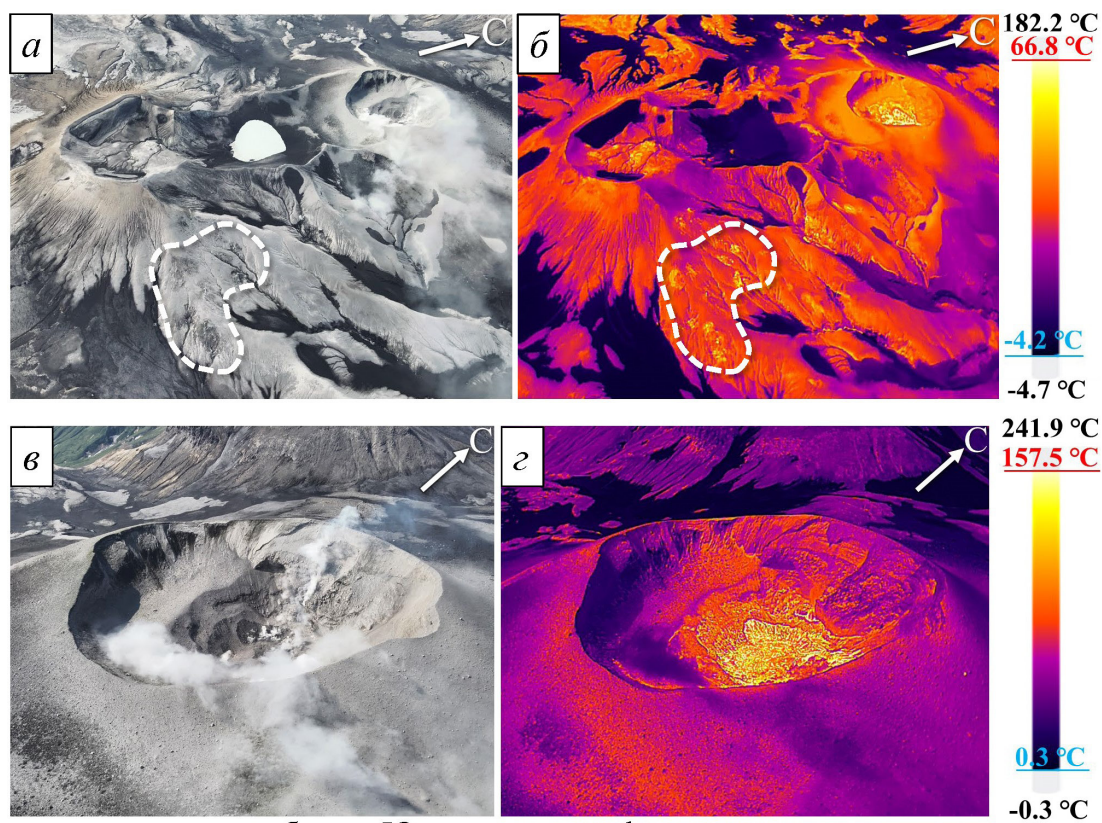


Рис. 6. Вершинная часть постройки вулкана Алаид (а), южная часть шлакового конуса в видимом (б) и инфракрасном (в) диапазонах, а также наиболее горячая северная часть шлакового конуса в видимом (г) и инфракрасном (д) диапазонах

Fig. 6. The top part of Alaid volcano (a), the southern part of the cinder cone in visible (б) and infrared (в) bands, and the hottest northern part of the cinder cone in visible (г) and infrared (д) bands.



----- граница области Юго-восточного фумарольного поля на которой проводилось опробование

Рис. 7. Вулкан Эбеко и термальные поля на его восточном склоне в видимом (*a*) и инфракрасном (*б*) диапазонах, а также северный активный кратер в видимом (*в*) и инфракрасном (*г*) диапазонах

Fig. 7. Ebeko volcano and thermal fields on the eastern slope of Ebeko volcano in the visible (*a*) and IR spectrum (*б*), and also northern active crater in visible (*в*) and infrared (*г*) bands.

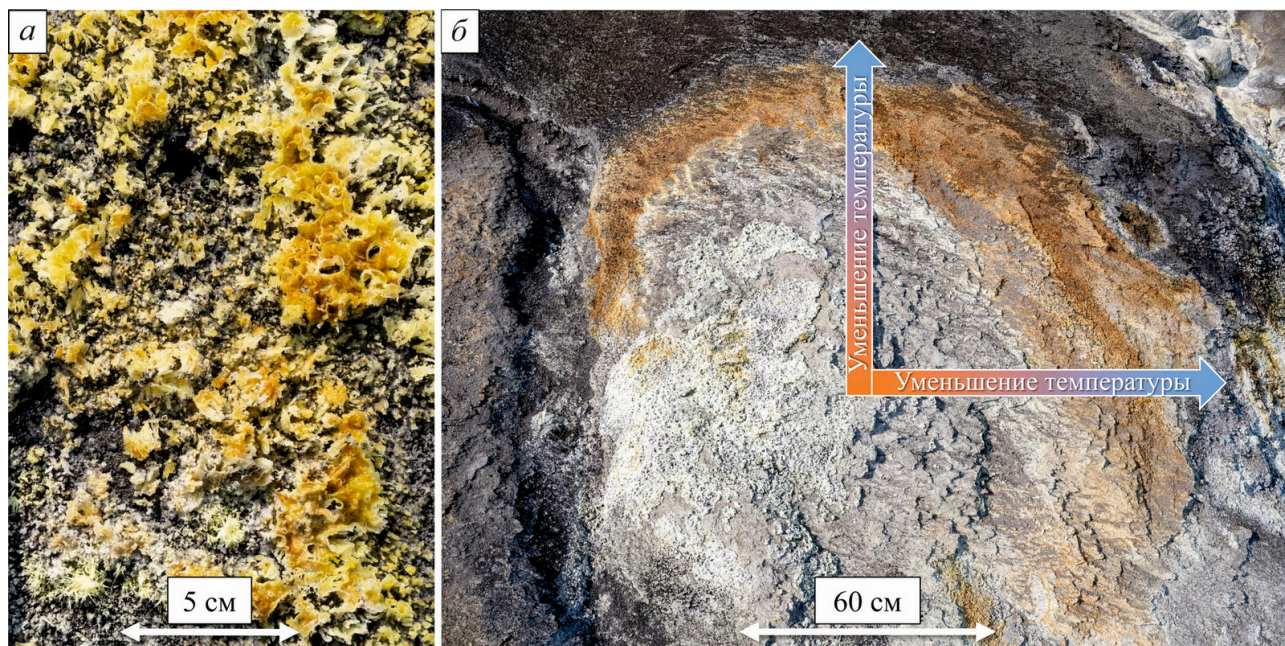


Рис. 8. Минеральные образования с поверхности фумарольного поля Юго-Восточное вулкана Эбеко: макрофото выцветов желтого цвета (слева) и зональность минеральных выцветов (справа).

Fig. 8. Mineral formations from the surface of the Yugo-Vostochnoe (Southeastern) fumarole field of Ebeko volcano: macrophoto of yellow efflorescence (left) and mineral efflorescence zoning (right).

зависящая от температуры: в центральной части наростов округлой в плане формы развиваются соли белого цвета ($T \sim 100^\circ\text{C}$ на глубине 5 см), а на периферии — корочки коричневого цвета ($T \sim 70^\circ\text{C}$ на глубине 5 см).

В процессе работ было произведено наблюдение за несколькими эксплозиями вулкана Эбеко, детальный анализ фото и видеосъемки которых показал, что вулкан выбрасывает в большом количестве разогретые до высоких температур обломки горных пород размером более 30 см на высоту более 200 м над уровнем кратера, при этом в горизонтальной плоскости такие обломки вылетают на расстояние более 300 м от его кромки.

В то же время сами выбросы не сопровождаются громкими звуками взрывного характера, а лишь звуками, возникающими от вулканических молний и от падения выброшенного материала на поверхность. Вулканические молнии возникают в большом количестве (несколько десятков за выброс) и отчетливо усматриваются даже в условиях дневного света с подветренной стороны пепловой тучи (рис. 9). Из данных тепловизионной съемки видно (рис. 7в, 7д), что в отличие от картины, наблюдаемой на шлаковом конусе извержения 2022 г. вулкана Алаид (рис. 6в), в активном кратере Эбеко наиболее прогретой частью является дно, (максимальная зафиксированная температура 250°C , а с учетом расстояния до объекта съемки фактическая температура выше). Притом, что данная фотография была произведена приблизительно через 1.5 часа после

последнего выброса и приблизительно за 3 часа до следующего выброса.

Во время проведения экспедиционных исследований на вулкане Алаид были отобраны образцы изверженных пород 2022 г. и более ранних извержений вулкана, минеральные образования из активной фумаролы на лавовом потоке в кратерной области вулкана, минеральные образования с поверхности лав предыдущих извержений. На вулкане Эбеко отобрана коллекция низко- и среднетемпературных минеральных образований, пеплы текущего извержения.

В результате произведенных работ были сделаны следующие выводы:

1. В результате извержения вулкана Алаид 2022 г. лавовые потоки, заполнившие вершинный кратер вулкана, спустились по склону до высоты порядка 800 м над уровнем моря. На лавовых потоках, в кратерной части и в особенности на шлаковом конусе наблюдается активная фумарольная деятельность, сопровождающаяся интенсивным парением и дегазацией. Максимальные измеренные температуры выхода газов в привершинной части достигают 520°C .

2. Ранее описанные на острове Атласова минеральные образования (Рашидов, Аникин, 2014, 2018; Житова и др., 2020), широко развиты в прибрежной зоне всей восточной части острова, предположительно имеют вторичный генезис и представлены серыми, желтыми, голубыми и бирюзовыми минералами различных оттенков. Фумарольная минерализация лавового потока



Рис. 9. Вулканические молнии в пепловой туче вулкана Эбеко.

Fig. 9. Volcanic lightning in the ash cloud of Ebeko volcano.

извержения 2022 г. в юго-восточной части кратера вулкана Алаид связана с наиболее прогретыми участками интенсивной дегазации и представлена пестрыми минеральными образованиями преимущественно белого и желтого цветов различных оттенков до рыжего бурого.

3. Активность вулкана Эбеко, сосредоточена в северном кратере вулкана. В период проведения работ при хорошей погоде нами в среднем наблюдалось 3–5 выбросов в день. Между выбросами наблюдается интенсивное выделение газов из наиболее прогретой центральной части кратера.

4. Сольфатарные минеральные образования вулкана Эбеко представлены крупными серными постройками. Теплые грунты вокруг сольфатары покрыты разнообразными минеральными образованиями преимущественно светлых окрасок (различные вариации белых и желтых цветов), образующимися на прогретых участках как вблизи серных построек, так и на удалении от них.

Полевые работы выполнены в рамках государственного задания и частично оплачивались средствами гранта Президента РФ для молодых кандидатов наук МК-451.2022.1.5 «Структурная минералогия, генезис и устойчивость ряда комплексных сульфатов железа».

Список литературы [References]

- Абдурахманов А.И., Пискунов Б.Н., Смирнов И.Г., Федорченко В.И. Вулкан Алаид (Курильские острова) // Восточно-Азиатские островные системы (Тектоника и вулканизм). Южно-Сахалинск. 1978. С. 85–107 [Abdurakhmanov A.I., Piskunov B.N., Smirnov I.G., Fedorchenko V.I. Alaid Volcano (the Kuril Islands) // East Asian island systems (tectonics and volcanism). Yuzhno-Sakhalinsk. 1978. P. 85–107 (in Russian)].
- Вергасова Л.П. Фумарольные минералы прорыва Олимпийского // Бюллетень вулканологических станций. 1977. № 53. С. 77–89 [Vergasova L.P. Olympic breakthrough fumarole minerals // Bulletin vulcanologicheskikh stantsii. 1977. № 53. P. 77–89 (in Russian)].
- Горшков Г.С. Хронология извержений вулканов Курильской гряды (1713–1952 гг.) // Труды лаборатории вулканологии АН СССР. 1954. Вып. 8. С. 58–99 [Gorshkov G.S. Chronology of volcanic eruptions of the Kuril Ridge (1713–1952) // Proceedings of the Laboratory of Volcanology of the Academy of Sciences of the USSR. 1954. № 8. P. 58–99 (in Russian)].
- Данченко В.Я., Рыбин А.В., Штейнберг Г.С. Ренийская минерализация на Курильских островах // Тихоокеанская геология. 1999. Т. 18. № 4. С. 85–98 [Danchenko V.Ya., Rybin A.V., Shteinberg G.S. Rhenium mineralization in the Kuril Islands // Russian Journal of Pacific Geology. 1999. V. 18. № 4. P. 85–98 (in Russian)].
- Дегтерев А.В., Чибисова М.В., Романюк Ф.А. Эффузивно-эксплозивное извержение вулкана Алаид в 2022 г. (о. Атласова, Северные Курильские острова) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2023. № 2. Вып. 58. С. 17–28. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2023-2-58-17-28> [Degterev A.V., Chibisova M.V., Romaniuk F.A. Effusive-explosive eruption of the Alaid volcano in 2022 (Atlasov Island, Northern Kuril Islands) // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2023. №2(58). P. 17–28 (in Russian)].
- Житова Е.С., Аникин Л.П., Сергеева А.В. и др. Проявление фольборрита на вулкане Алаид (о. Атласова, Курильские острова, Россия) // Записки Российского Минералогического Общества. 2020. Т. 149. № 3. С. 78–95. <https://doi.org/10.31857/S0869605520030119> [Zhitova E.S., Anikin L.P., Sergeeva A.V. et al. Volborthite Occurrence at the Alaid Volcano (Atlasov Island, Kuril Islands, Russia) // Zapiski RMO (Proc. Russian Miner. Soc.). 2020. V. 149. №3. P. 78–95 (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S1075701521070114>].
- Котенко Т.А. Лахары на о. Атласова в сентябре-октябре 2022 г. (Курильские острова) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2022. № 4. Вып. 56. С. 117–122. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2022-4-56-117-122> [Kotenko T.A. Lahars on Atlasov island in September-October 2022 (Kuril Islands) // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2022. № 4(56). P. 117–122 (in Russian)].
- Петрова В.В., Рашидов В.А., Аникин Л.П. и др. Возгоны вулкана Алаид (о. Атласова, Курильская островная дуга) // Материалы XXIII ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога «Вулканизм и связанные с ним процессы». Петропавловск-Камчатский. 2020. С. 191–194 [Petrova V.V., Rashidov V.A., Anikin L.P. et al. Sublimates of Alaid Volcano (the Kuril Island Arc) // Materialy XXIII regionalnoy konferencii. «Volcanism and related processes». Petropavlovsk-Kamchatskiy. 2020. P. 191–194 (in Russian)].
- Рашидов В.А., Аникин Л.П. Полевые работы на прорыве Олимпийский (о. Атласова, Курильские острова) в августе 2014 года // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2014. № 2. Вып. 24. С. 198–203 [Rashidov V.A., Anikin L.P. Field works at Olimpiyskiy vent in August 2014, Atlasov island, the Kuriles // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2014. № 2(24). P. 198–203 (in Russian)].
- Рашидов В.А., Аникин Л.П. Полевые работы на вулкане Алаид (о. Атласова, Курильские острова) в 2016 году // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2016. № 3. Вып. 31. С. 94–103 [Rashidov V.A., Anikin L.P. Field works at Alaid volcano in 2016, Atlasov island, the Kuriles // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2016. No 3(31). P. 94–103. (in Russian)].
- Рашидов В.А., Аникин Л.П. Полевые работы на вулкане Алаид (о. Атласова, Курильские острова) в 2018 г. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2018. № 3. Вып. 39. С. 105–113. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2018-3-39-105-113> [Rashidov V.A., Anikin L.P. Field works at Alaid volcano in 2018, Atlasov island, the Kuriles // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2018. № 3(39). P. 105–113 (in Russian)].
- Силаев В.И., Аникин Л.П., Рашидов В.А. и др. Атакамит как продукт фумарольного минералообразования

- на современных вулканах // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. 2021. №. 24. С. 207–216 [Silaev V.I., Anikin L.P., Rashidov V.A. et al. Atacamite as a product of fumarolic mineralization on modern volcanoes // Problem mineralogii, petrografii i metallogenii. Nauchnye chteniy pamiati Chervinskogo. 2021. №24. P. 207–216].
- Belousov A., Belousova M., Auer A. et al. Mechanism of the historical and the ongoing Vulcanian eruptions of Ebeko volcano, Northern Kuriles // Bulletin of Volcanology. 2021. V. 83. № 4. 24 p. <https://doi.org/10.1007/s00445-020-01426-z>
- Bortnikova S.B., Bessonova E.P., Zelenski M.E. Hydrogeochemistry of thermal springs at Ebeko volcano (Kuril Islands) // Proceedings. World Geothermal Congress. Antalia. 2005. P. 1–5.
- Inostroza M., Aguilera F., Menzies A. et al. Deposition of metals and metalloids in the fumarolic fields of Guallatiri and Lastarria volcanoes, northern Chile // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2020. V. 393. 16 p. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2020.106803>
- Kalacheva E., Taran Y., Kotenko T. et al. Volcano-hydrothermal system of Ebeko volcano, Paramushir, Kuril Islands: Geochemistry and solute fluxes of magmatic chlorine and sulfur // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2016. V. 310. № 15. P. 118–131. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2015.11.006>
- Pekov I.V., Koshlyakova N.N., Zubkova N.V. et al. Fumarolic arsenates — a special type of arsenic mineralization // European Journal of Mineralogy. 2018. V. 30. № 2. P. 305–322. <https://doi.org/10.1127/ejm/2018/0030-2718>
- Pekov I.V., Zubkova N.V., Agakhanov A.A. et al. New arsenate minerals from the Arsenatnaya fumarole, Tolbachik volcano, Kamchatka, Russia. XX. Evseevite, $\text{Na}_2\text{Mg}(\text{AsO}_4)\text{F}$, the first natural arsenate with antiperovskite structure // Mineralogical Magazine. 2023. V. 87. № 24. P. 1–10. <https://doi.org/10.1180/mgm.2023.50>
- Shablinskii A.P., Avdontceva M.S., Vergasova L.P. et al. Medvedevite, $\text{KMn}^{2+}\text{V}^{5+}_2\text{O}_6\text{Cl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, a new fumarolic mineral from the Tolbachik fissure eruption 2012–2013, Kamchatka Peninsula, Russia // Mineralogical Magazine. 2022. V. 86. № 3. P. 478–485. <https://doi.org/10.1180/mgm.2022.38>
- Shevko E.P., Bortnikova S.B., Abrosimova N.A. et al. Trace elements and minerals in fumarolic sulfur: the case of Ebeko Volcano, Kuriles // Geofluids. 2018. № 5. P. 1–16. <https://doi.org/10.1155/2018/4586363>

EXPEDITION TO ALAID AND EBeko VOLCANOES (KURIL ISLANDS) IN SUMMER 2023

I.E. Bolshakov¹, A.A. Nuzhdaev², R.A. Kuznetsov², L.P. Anikin²,
K.A. Kudryashova^{2,3}, E.S. Zhitova²

¹Moscow State University M.V. Lomonosov, Moscow, Russia, 119991

²Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683006

³St. Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia, 199106

e-mail: bolshakov.ilya.210@yandex.ru, nuzhdaev@gmail.com

Received August 23, 2023; revised N 18, 2023; accepted December 26, 2023

The results of field work at the active volcanoes Alaid and Ebeko, located in the northern part of the Kuril Island Arc, carried out in June–July 2023 are described. At Alaid volcano, the first survey of lava flows and fumarolic mineralization products of the 2022 eruption was carried out at various heights, including the summit, and geological sampling of the Taketomi cone and eruptive rocks of the eastern coast of Atlas Island was also conducted. An aerial photo and area temperature survey of the area occupied by the products of the 2022 eruption was undertaken at the summit of Alaid volcano using a high-precision quadrocopter equipped with a thermal imaging camera. At Ebeko volcano, mineral samples were taken from fumarole sites located on its eastern slope, and an aerial photo and area temperature survey were done.

Keywords: expedition, Alaid, Ebeko, volcano, eruption, mineral, Kuril Islands.