

ЭФфуЗИВНО-ЭКСПЛОЗИВНОЕ ИЗВЕРЖЕНИЕ ВУЛКАНА АЛАИД В 2022 г. (о. АТЛАСОВА, СЕВЕРНЫЕ КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)

© 2023 А.В. Дегтерев, М.В. Чибисова, Ф.А. Романюк

*Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия, 693022;
e-mail: m.chibisova@imgg.ru*

Поступила в редакцию 04.05.2023 г.; после доработки 09.06.2023 г.; принята в печать 26.06.2023 г.

Приводятся данные об умеренном эффузивно-эксплозивном извержении вершинного кратера вулкана Алаид (о. Атласова, Северные Курильские острова), наблюдавшегося в период с 10 сентября по 1 декабря 2022 г. На основе спутниковых и визуальных данных было установлено, что в результате стромболианско-вулканской активности на южный склон вулкана излилось два лавовых потока протяженностью 2.6 и 1 км и произошло не менее 16 выбросов на высоту от 2.5 до 6 км над ур. м. Пепловые шлейфы распространялись в основном в юго-восточном и восток-юго-восточном направлениях, их максимальная протяженность достигала 300–530 км. Извержение представляло опасность для местных авиалиний. Излияние лавы спровоцировало формирование лахаров, сходящих по южному склону вулкана и достигавших побережья острова. Сформировавшийся из селевых масс конус выноса частично отложился за пределами береговой линии, вызвав приращение островной суши.

Ключевые слова: Алаид, эффузивно-эксплозивное извержение, пепловые облака, лавовые потоки, лахары.

ВВЕДЕНИЕ

Вулкан Алаид (о. Атласова), расположенный в 20 км к северо-западу от о. Парамушир (Северные Курильские о-ва) – самый северный и наиболее высокий вулкан Курильской островной дуги (рис. 1). Высота надводной части постройки, формирующей о. Атласова, составляет 2339 м над ур. м., а превышение постройки над дном Охотского моря достигает 3000 м (Блох и др., 2006; Безруков и др., 1958). Вместе с подводным вулканом Григорьева Алаид образует одноименный вулканический массив размером 23×30 км, ориентированный с северо-запада на юго-восток (Блох и др., 2006).

Алаид представляет собой базальтовый стратовулкан, постройка которого в плане имеет форму эллипса, вытянутого в северо-западном направлении. Верхняя часть вулканического конуса покрыта свежим пирокластическим материалом, следы значительного эрозионного расчленения отсутствуют. Вершину вулкана венчает кратер размером 800×1200 м, образованный несколькими разновозрастными эксплозивными

формами, который открыт на юго-юго-восток и переходит в широкую (1800–2000 м) депрессию (шарру), протягивающуюся до середины постройки (Горшков, 1967). Формирование подобной депрессии, по мнению авторов, связано с обвальными-взрывными процессами, распространенными на вулканах Курило-Камчатской дуги (Белоусов, Белоусова, 1997). В южной части кратера расположены свежие шлаковые конусы и лавовые потоки (рис. 2), образовавшиеся в ходе извержения вулкана — в 2015–2016 гг. (Рашидов, Аникин, 2015, 2018, 2019, 2020а, 2020б, Мельников и др., 2018; Котенко, 2022; Диденко и др., 2021).

По периметру постройки вулкана Алаид находится большое количество взрывных воронок, шлаковых и лавовых конусов, связанных с побочными извержениями (более 30) и являющихся специфической особенностью его морфологии (Авдейко и др., 1974; Абдурахманов и др., 1978). Породы, слагающие вулканическую постройку, имеют преимущественно основной состав: преобладают пироксен-плагиоклазовые и плагиоклазовые высокоглиноземистые базальты, существенно реже встречаются авгит-оливиновые

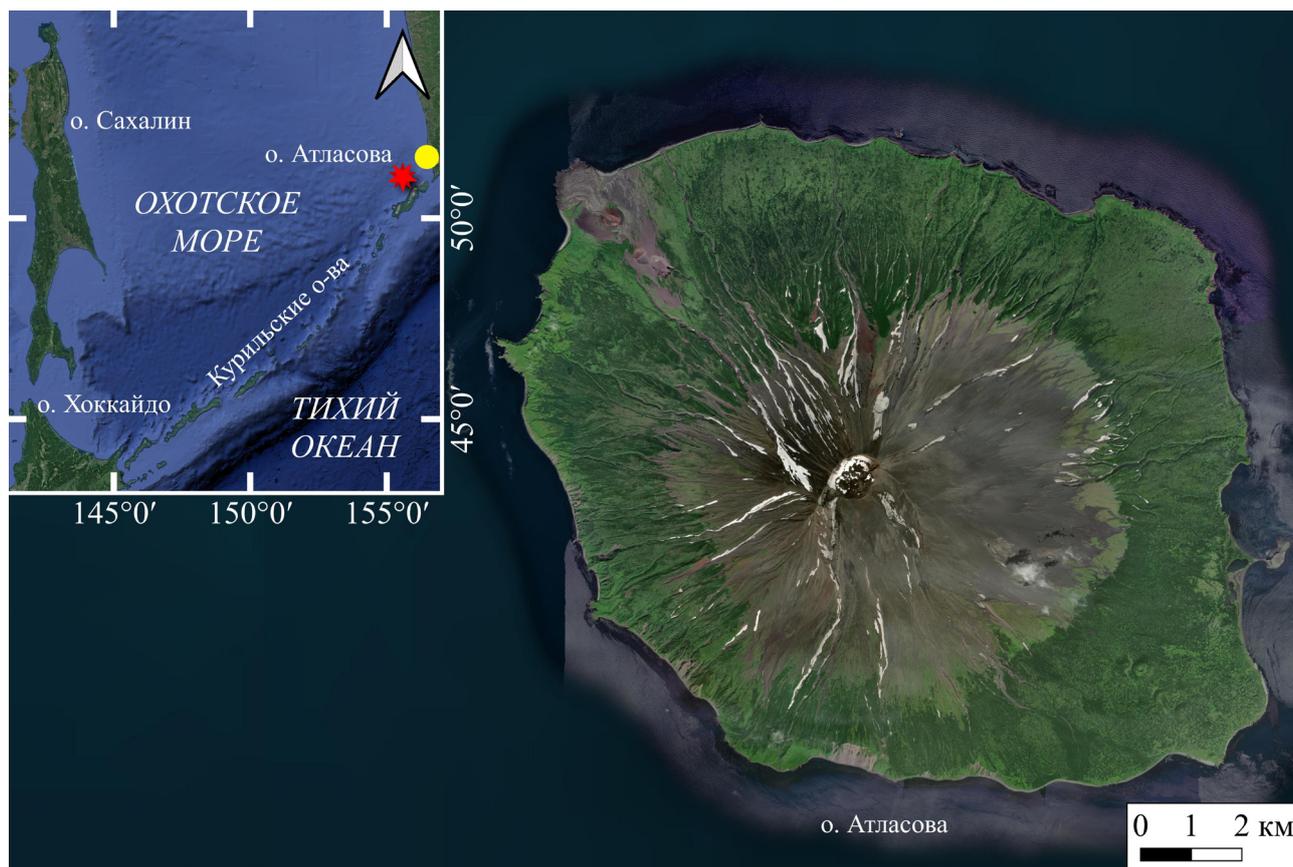


Рис. 1. Местоположение вулкана Алаид (о. Атласова (спутниковый снимок Sentinel-2). В качестве подложки использованы спутниковые данные из открытых источников (Image©2022 Maxar Technologies). Условные обозначения: красный пунсон — вулкан Алаид, желтый — п. Озерновский.

Fig. 1. Location of Alaid volcano (Atlasov Island (Sentinel-2 satellite image). Satellite data from open sources (Image©2022 Maxar Technologies) were used as a substrate. Symbols: red punchson — Alaid volcano, yellow — Ozernovsky settlement.

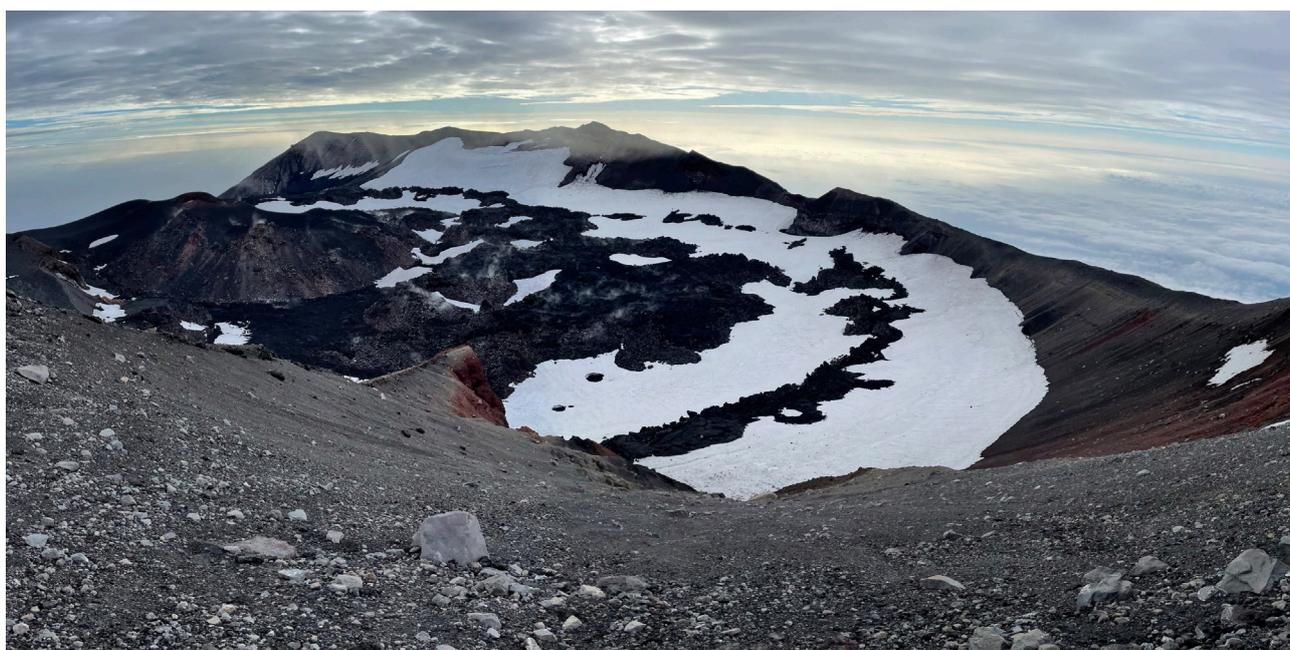


Рис. 2. Вершинный кратер вулкана Алаид, 7 августа 2022 г. Фото Р.В. Жаркова (вид с востока).

Fig. 2. The summit crater of Alaid volcano, August 7, 2022. Photo by R.V. Zharkov (view from the east).

андезибазалты (Абдурахманов и др., 1978; Горшков, 1967; Диденко и др., 2021; Подводный..., 1992; Федорченко и др., 1989). Петролого-геохимические исследования последних лет (Мартынов, Рашидов, 2022) указывают на то, что среди изверженных продуктов вулкана выделяются две разные петрохимические группы пород: высококальциевые базальты известково-щелочной серии и шошониты, различающиеся между собой не только по концентрациям K_2O , но и рядом других макро- и микроэлементов.

Наличие пород различных геохимических серий, в т.ч. щелочных разновидностей слабо распространенных среди продуктов четвертичных вулканов Курильской островной дуги, указывает на неординарность происходящих здесь тектономагматических процессов. В частности, это может свидетельствовать о приуроченности рассматриваемой вулcano-магматической системы к зоне локального растяжения, в пределах которых становится возможным плавление субдукционного меланжа в условиях «холодной» субдукции (Мартынов, Рашидов, 2022).

Алаид — активнейший вулкан Курильской островной дуги. Наиболее ранние сведения о его активности относятся к первой половине XVIII в. В 1730–1740 гг. известный российский землепроходец, исследователь Сибири и Камчатки С.П. Крашенинников наблюдал парогазовую активность вершинного кратера Алаида: «Из самого ее («сопки» — прим. авторов) верху примечается в ясную погоду курение дыму» (Крашенинников, 1949, с. 167). Это стало, по-видимому, самым первым летописным упоминанием о вулканах Курильской островной дуги и их активности. Всего в историческое время достоверно зафиксировано 9 извержений вулкана Алаид: 1793, 1854, 1860, 1894, 1933–1934, 1972, 1981, 2012, 2015–2016 гг. (Авдейко и др., 1974; Горшков, 1954, 1967; Мельников и др., 2018; Рашидов, Аникин, 2015; Рашидов и др., 2012; Федотов и др., 1982; Tanakadate, 1934). По своему характеру это были как терминальные, так и побочные извержения вулканского, вулканско-стромболианского и субплинианского типов (Авдейко и др., 1974; Блох и др., 2006; Федотов и др., 1982). С последним типом, по мнению авторов настоящей работы, связывается основная опасность при возможных будущих извержениях вулкана.

В настоящее время на территории о. Атласова постоянное население не проживает (ближайший населенный пункт — г. Северо-Курильск (2691 чел., 01.01.2021 г.), расположен в 35 км к юго-востоку. В летний сезон остров посещается немногочисленными туристическими и научными группами, поэтому основная опасность от вулкана связывается с пепловыми облаками, представляющими угрозу для авиации. Вулка-

нический пепел, переносимый эруптивными тучами, способен распространяться на сотни километров от вулкана, оказывая токсическое воздействие на людей и животных, нарушая работу инфраструктуры, в т.ч. морской и воздушной (в непосредственной близости от вулкана проложены региональные и международные авиалинии, регулярно курсируют грузопассажирские и рыбопромышленные суда). Незначительному риску, связанному с выпадением пепла, подвергаются населенные пункты южной части Камчатского полуострова: так, в первую пароксизмальную фазу извержения Алаида в 1981 г. количество пепла в п. Озерновский (рис. 1), расположенном в 100 км к северо-востоку от вулкана, доходило до 14 кг/м^2 ; также пеплопад отмечался на удалении более 300 км — на территории Петропавловска-Камчатского (Федотов и др., 1981). На территории Северо-Курильска при извержении 1981 г. отмечались интенсивные пеплопады: эруптивные тучи, накрывавшие в светлое время суток город, в отдельные периоды «полностью скрывали солнце, и наступал почти ночной сумрак» (устное сообщение С.П. Лакомова).

В период с 10 сентября по 1 декабря 2022 г. наблюдалось очередное извержение вулкана Алаид, результаты изучения которого представлены в настоящем сообщении.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Из-за удаленности и труднодоступности о. Атласова, отсутствия наземных пунктов контроля вулканической деятельности (сейсмостанций, наклономеров, ip-видеокамер и т. д.) наблюдение за активностью вулкана Алаид осуществлялось на основе данных дистанционного зондирования. Использовались космические снимки NOAA-18/19 (AVHRR/POES), Terra и Aqua (MODIS), SuomiNPP и JPSS-1 (VIIRS), Sentinel-2 и Himawari-8/9 по разности инфракрасных каналов 10–12 мкм (4–5 каналы AVHRR, 31–32 каналы MODIS, 14–15 каналы Himawari-8/9, VIIRS), обрабатываемые информационными системами «BEGA-Science» (Лупян и др., 2015) и «Дистанционный мониторинг вулканов Камчатки и Курил» VolSatView (Гордеев и др., 2016; Ефремов и др., 2012), а также данные информационной системы MIROVA (Coppola et al., 2020; <http://www.mirovaweb.it>). В работе приводятся данные по высоте выбросов вулкана Алаид от VAAC (Volcanic Ash Advisory Center) Токио, KVERT (Kamchatka Volcanic Eruption Response Team) и материалы SVERT (Sakhalin Volcanic Eruption Response Team). Кроме того, привлекались сведения, предоставленные очевидцами, включающие фото- и видеоматериалы, описательные данные.

Региональная привязка спутниковых снимков, расчет длин лавовых потоков и лахаров, площадей пляжей, составление карт и картосхем выполнено в ПО QGIS (v. 3.20.3).

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Эксплозивно-эффузивная активность. После умеренного эксплозивно-эффузивного извержения 2015–2016 гг. вулкан Алаид находился в состоянии покоя, в отдельные дни по визуальным и спутниковым данным отмечались лишь слабые термальные аномалии и фумарольная активность (Рашидов, Аникин, 2018, 2019, 2020а, 2020б).

В начале августа 2022 г. на о. Атласова во время работы совместной российско-белорусской научно-исследовательской экспедиции по изучению спектральных характеристик подстилающей поверхности вулканических образований, в которой принимали участие сотрудники Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск), был совершен подъем на вулкан и выполнены кратковременные визуальные наблюдения за его активностью. Во время посещения вершины вулкана (маршрут проходил от южной кромки кратера до географической вершины — отметки 2339 м) молодой конус (2012–2016 гг.) и окружающие его лаво-пирокластические поля характеризовались проявлением слабой парогазовой активности, на их поверхности наблюдалось легкое паре-

ние; отдельных мощных выходов газа замечено не было (устное сообщение и фотоматериалы Р.В. Жаркова) (рис. 2).

10 сентября 2022 г. были отмечены первые признаки активизации вулкана Алаид: в 6:20 UTC по спутниковым данным Himawari-8/9 зафиксирован парогазовый выброс с примесью пепла на высоту 3 км н.у.м. (VAAC Токио). Шлейф простирался в восток-юго-восточном направлении на 65 км от вулкана. После этого, вплоть до 15 сентября никаких признаков вулканической активности не наблюдалось.

15 сентября на спутниковых снимках Sentinel-2 была зафиксирована интенсивная термальная аномалия (рис. 3а). Сообщение об извержении вулкана Алаид было опубликовано Камчатской группой реагирования на вулканические извержения (KVERT) (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2022-114>). В дальнейшие дни количество регистрируемых термальных аномалий и их мощность увеличились (рис. 3а), что свидетельствовало о заполнении кратера лавой (рис. 4а). Позже — 19, 23, 29 сентября — в телеграмм-канале (<https://t.me/kurilband>) были опубликованы ночные фотографии извержения вулкана Алаид (авторы: Я.Я. Яковлев и В.П. Петров), на которых было запечатлено сильное свечение над кратером — проявление стромболианской активности вершинного кратера.

Поступление лавового материала сопровождалось парогазовыми выбросами с примесью

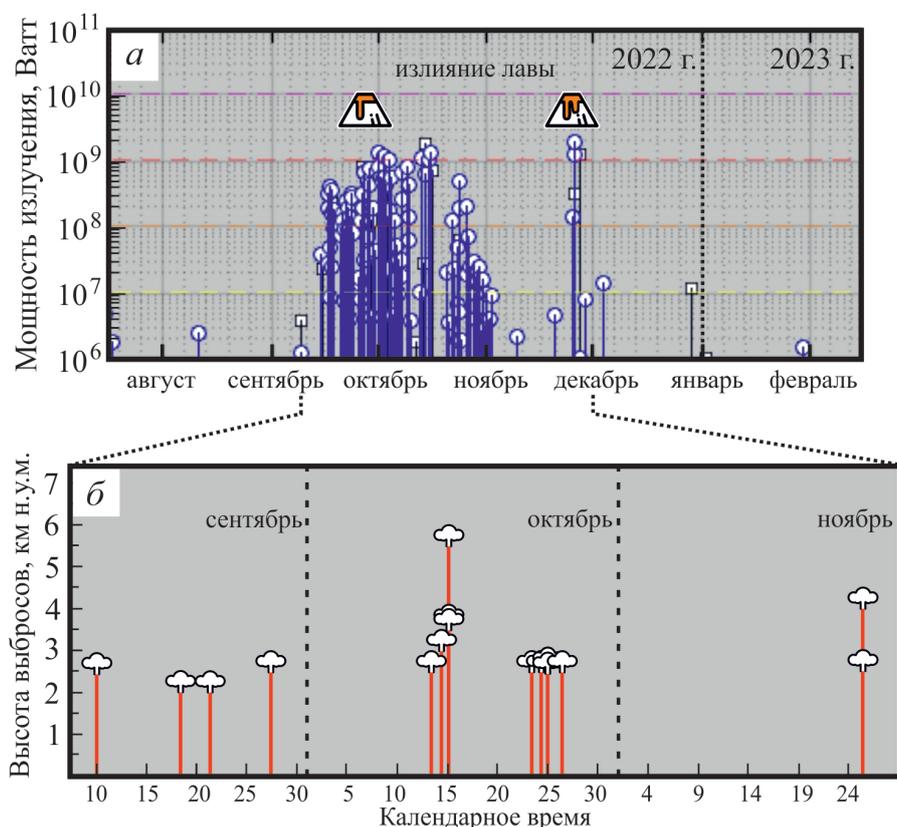


Рис. 3. Хронология термальной активности по спутниковым данным Terra MODIS (а) и пепловых выбросов вулкана Алаид (б). Значения мощности теплового излучения приведено в Ваттах. Использованы данные сервиса MIROVA и VAAC Токио.

Fig. 3. Chronology of thermal activity according to Terra MODIS satellite data (a) and ash emissions from Alaid volcano (b). Thermal emission power values are given in watts. MIROVA and VAAC Tokyo data were used.

ЭФФУЗИВНО-ЭКСПЛОЗИВНОЕ ИЗВЕРЖЕНИЕ

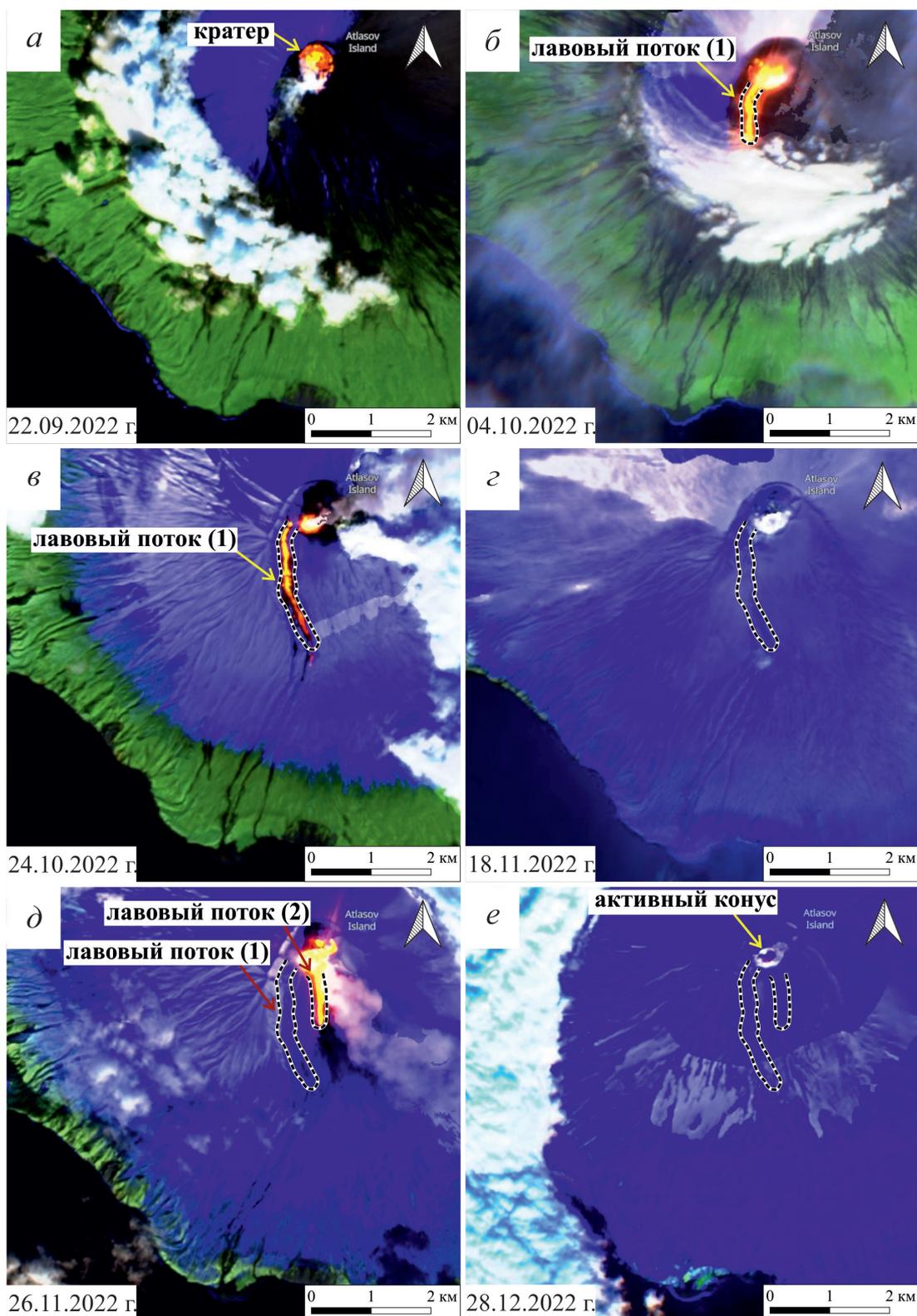


Рис. 4. Динамика распространения лавовых потоков вулкана Алаид на спутниковых снимках Sentinel-2 (false color (urban), каналы — 12, 11, 4) за период с 22.09.2022 по 28.12.2022 (a–e). Цифрами отмечены разновозрастные лавовые потоки, излившиеся в сентябре-октябре (1) и ноябре (2). Стрелки в верхнем правом углу показывают направление на север, в нижнем левом углу указана дата снимка.

Fig. 4. Dynamics of distribution of lava flows of Alaid volcano on Sentinel-2 satellite images (false color (urban), channels 12, 11, 4) for the period from September 22, 2022 to December 28, 2022 (a–e). Numbers indicate lava flows of different age that erupted in September-October (1) and November (2). The arrows in the upper right corner indicate the direction of the north, in the lower left corner the date of the image is indicated.

пепла на высоту 2.5–3 км над ур. м. (18, 21 и 27 сентября 2022 г.) (рис. 3б). Пепловые шлейфы имели протяженность 50–100 км и распространялись преимущественно в восточном и северо-восточном направлениях. По спутниковым данным (Sentinel-2), к 27–28 сентября лава вышла за пределы кратера — началось излияние лавового потока по южному склону вулкана. К 4 октября протяженность лавового потока, перемещавшегося вдоль западного борта шарры на южном склоне вулкана, достигла ~1 км (рис. 4б).

К середине октября эксплозивная деятельность вулкана Алаид возобновилась: с 13 по 16 октября произошло несколько пепловых выбросов на высоту от 3 до 6 км над ур. м (рис. 3б). 13 октября, по спутниковым данным, был зафиксирован пепловый выброс на высоту 2–3 км над ур. м, шлейф от которого распространялся на 30 км в восточном направлении. 14 октября в 04:30 UTC (здесь и далее приводится время по UTC, Coordinated Universal Time — всемирное координированное время), по спутниковым данным Himawari-8/9, зарегистрирован парогазовый выброс с примесью пепла на высоту ~3.5 км над ур. м. Эруптивный

шлейф от него простирался в восток-юго-восточном направлении и достигал протяженности 320 км. 15 октября 2022 г., (Himawari-8/9), наблюдалось три эксплозии на высоту от 3.5 до 6 км над ур. м (рис. 3б). Первый выброс на высоту 5.5–6 км над ур. м. произошел в 01:00 UTC, связанный с ним пепловый шлейф распространялся на восток-юго-восток со средней скоростью ~43 км/ч. Его максимальная протяженность составляла ~300 км, а общая площадь достигала 3806 км² (по состоянию на 06:40 UTC). Поступление пепла фиксировалось примерно до 14:00 UTC (Himawari-8/9). Позже, в 19:20 и 22:20 UTC произошло два выброса на высоту 3.5–4 км над ур. м (рис. 3б). Пепловое облако первого взрыва перемещалось преимущественно в юго-восточном направлении, и к 23:50 UTC находилось на удалении 170 км от вулкана. Эруптивный шлейф второй эксплозии распространялся на восток-юго-восток, а затем сменил направление на юго-восточное. Его максимальное удаление от вулкана составило ~530 км. Одновременно с Алаидом в этот день извергался вулкан Чикурачки, расположенный на о. Парамушир (рис. 5).

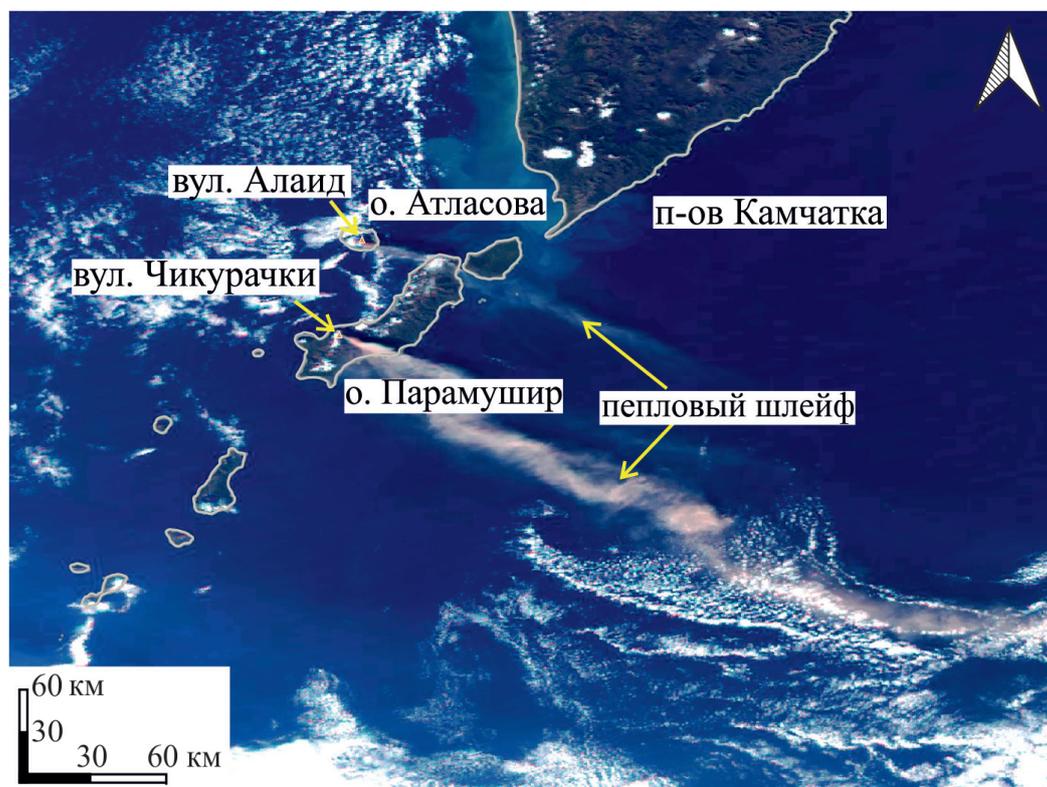


Рис. 5. Эруптивные шлейфы вулканов Чикурачки (о. Парамушир) и Алаид (о. Атласова) в 01:50 UTC, 16.10.2022 на спутниковых снимках Suomi NPP (VIIRS). Стрелка в верхнем правом углу показывают направление на север. Использованы данные информационного сервиса «VEGA-Science».

Fig. 5. Eruption plumes of Chikurachki (Paramushir Island) and Alaid (Atlasov Island) volcanoes at 01:50 UTC, October 16, 2022 on Suomi NPP (VIIRS) satellite images. The arrow in the upper right corner shows the north direction. The data of the information service «VEGA-Science» were used.

К 7:30 UTC 16 октября 2022 г. поступление пепла из вулкана Алаид прекратилось. До 23 октября выбросы не наблюдались. 16 и 22 октября, по фотоматериалам телеграмм-канала (https://t.me/elena_from_kurils), отмечалось сильное свечение над лавовым потоком и кратером, видимое с о. Парамушир.

23 октября в 22:00 UTC произошел пепловый выброс на высоту 3–3.2 км над ур. м (Токуо VAAC), идентифицированный по спутниковым данным Himawari-8/9 (рис. 3б). Эруптивный шлейф, связанный с этим событием, перемещался сначала в восточном направлении, а к 22:50 UTC его развернуло на северо-восток (максимальное удаление от вулкана составило 190 км).

24 октября в 09:30 UTC была зарегистрирована эксплозия на высоту 3 км над ур. м. (Токуо VAAC), пепловый шлейф от которой распространялся в юго-восточном направлении и прослеживался на расстоянии 125 км. Протяженность лавового потока к этому времени (24.10.22 г.) увеличилась более чем в два раза, достигнув 2.6 км (данные Sentinel-2) (рис. 4б). В последующие дни, по имеющейся спутниковой информации, перемещение лавы не фиксировалось. Выполненный нами анализ данных инфракрасного излучения (Landsat 8/9, Sentinel-2, Suomi NPP, Aqua/Terra и др.) дает основание предполагать, что поступление новых порций расплава и активное продвижение лавового потока прекратилось примерно в середине октября 2022 г. С 16 по 21 октября термальные аномалии перестали фиксироваться, а те, что регистрировались позже, в период с 21 октября по 2 ноября, по своей мощности были существенно ниже (10^7 ватт) значений предыдущей активной эффузивной фазы (с 24 сентября по 16 октября (10^9 ватт) (рис. 3а).

25 октября в 18:30 UTC зафиксирован очередной выброс на высоту 3 км над ур. м. (Himawari-8/9), пепел от которого дрейфовал в восток-юго-восточном направлении на 190 км. С небольшим перерывом после него произошла еще одна эксплозия, шлейф от которой распространялся на восток-юго-восток. В это время «хвост» от предыдущего выброса начал менять направление с восток-юго-восточного на юго-восточное, удалившись к этому времени на 250 км от вулкана.

26 октября в 15:50 UTC произошел выброс на высоту 3 км над ур. м., выявленный по спутниковым данным Himawari-8/9 (рис. 3б). Связанный с ним эруптивный шлейф прослеживался на ~200 км от вулкана, распространяясь преимущественно в северо-восточном направлении.

К 29 октября 2022 г. эруптивная активность вулкана Алаид существенно снизилась. Анализ спутниковых данных показал, что интенсивность термальной аномалии в районе кратерной

зоны вулкана начала снижаться, и к 20 ноября достигла фонового уровня (рис. 3а, 4а). В последующие дни, вплоть до конца ноября, никаких признаков возобновления вулканической активности не обнаруживалось.

25 ноября вулкан вновь активизировался: по спутниковым данным (Sentinel-2, Terra/Aqua и др.), с 13:20 UTC регулярно стали наблюдаться интенсивные термальные аномалии (рис. 3а). В 19:40 UTC этого же дня зафиксирован пепловый выброс на высоту 4–4.5 км над ур. м. (Himawari-8/9), шлейф от которого распространялся на юго-восток и прослеживался на расстоянии ~200 км от вулкана. Поступление пеплового материала, по данным дистанционного зондирования, наблюдалось до 03:20 UTC. Также в этот день были получены визуальные данные по активности Алаида: ~23:00 UTC (26 ноября, ~10:00 утра по Сахалинскому времени) житель г. Северо-Курильск С.П. Лакомов во время лыжного похода по северной оконечности о. Парамушир наблюдал проявление эруптивной активности, локализованное на южном склоне вулкана Алаид. В районе лавового потока происходили парогазовые выбросы, которые имели фреатическую природу и возникали в результате контакта раскаленной лавы со снегом (рис. 6). В 02:00 UTC, по данным дистанционного зондирования, был зарегистрирован еще один выброс, пепловое облако от которого сначала перемещалось в восток-юго-восточном направлении, а затем в юго-восточном. Суммарное удаление пеплового облака от вулкана составляло ~140 км. Начиная с 26 ноября мощность инфракрасного излучения резко выросла (Suomi NPP, Terra/Aqua), достигнув значений, сопоставимых с активной эффузивной фазой первой половины октября (10^9 ватт) (рис. 3а). 26 ноября на снимках Sentinel-2 был идентифицирован нами новый лавовый поток протяженностью ~1 км, также сошедший по южному склону конуса, чуть восточнее сентябрьского (рис. 4е). После 28 ноября мощность теплового излучения резко снизилась, достигнув фоновых значений.

Слабые термальные аномалии отмечались на вулкане в конце ноября и начале декабря (спутниковые данные Landsat 8/9, Sentinel-2). В последующие дни (2, 8, 10–12, 14, 17, 22, 26–28, 31 декабря 2022 г.) регулярно фиксировались значения меньшей мощности (рис. 3а). По нашим данным эффузивно-эксплозивное извержение вулкана Алаид закончилось 1 декабря 2022 г.

Лахары. Излияние раскаленного лавового потока в начальную фазу извержения (27–28 сентября) на покрытую снегом (снежниками, ледниковыми массами?) привершинную часть конуса привело к формированию лахаров — вулканических селей (Котенко, 2022).



Рис. 6. Фреатический взрыв на южном склоне вулкана Алаид 26.11.2022. Вид с восток-юго-востока. Фото С.П. Лакомова (снимок сделан с северо-восточной оконечности о. Парамушир).

Fig. 6. Phreatic explosion on the southern slope of Alaid volcano on November 26, 2022. View from the east-southeast. Photo by S.P. Lakomov (taken from the northeastern tip of Paramushir Island).

На основании изучения спутниковых данных нами, как и Т.А. Котенко (2022), были идентифицированы три основных лахара: западный, центральный и восточный, протягивающиеся параллельно, практически вплотную друг к другу (рис. 7а, 7б). Западный лахар сошел с абс. высоты ~1650 м, центральный и восточный, имеющие общее начало, существенно ниже — примерно с 1250 м. Западный и центральный лахары располагались практически параллельно друг другу, трассируя борта барранкоса. Длина западного лахара составила ~4600 м, а центрального и восточного — ~3300 м.

К 4 октября в зоне аккумуляции слившихся западного и центрального лахара, разгрузившихся непосредственно в прибрежную акваторию, был образован конус выноса, который частично пересек береговую линию, увеличив, таким образом, площадь острова (рис. 7б). Площадь новообразованного участка суши составила 48 тыс. м². Конус выноса восточного лахара был значительно меньше: площадь сформированного им участка суши составила 15 тыс. м². В последующие дни поступление новых порций селевых масс продолжилось, что было обусловлено эффузивной активностью — продвижением лавового потока. В результате, к 19 октября конусы выноса слились: общая площадь новообразованной суши составила 129 тыс. м² (рис. 7в). На протяжении следующих дней прирост участка

не наблюдался. Под действием волновых процессов и вдольбереговых течений на протяжении первой половины ноября происходило активное переотложение материала. Отстоящая в море часть пляжа начала мигрировать в восточном направлении; после непродолжительной паузы в несколько дней процессы переотложения продолжились, и к 26 ноября она переместилась на 170 м (рис. 7г). Площадь пляжа к этому времени заметно уменьшилась, составив порядка 100 тыс. м². В ходе дальнейшей миграции выступающая часть пляжа сместилась еще на 170 м восточнее, а площадь вновь сократившегося пляжа составила уже 80 тыс. м² (28.12.2022 г.) (рис. 7д). По состоянию на 2 января 2023 г. площадь пляжа, визуально не претерпевшего изменений, сократилась незначительно, достигнув 75 тыс. м² (рис. 7е). Дальнейшей динамики береговой линии не фиксировалось (по состоянию на март 2023 г.).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В период с 10 сентября по 1 декабря 2022 г. на вулкане Алаид происходило умеренное эффузивно-эксплозивно извержение вершинного кратера. Начиная с середины сентября началось поступление лавы в вершинный кратер, сопровождавшееся относительно слабыми парогазовыми выбросами. В конце сентября началось излияние

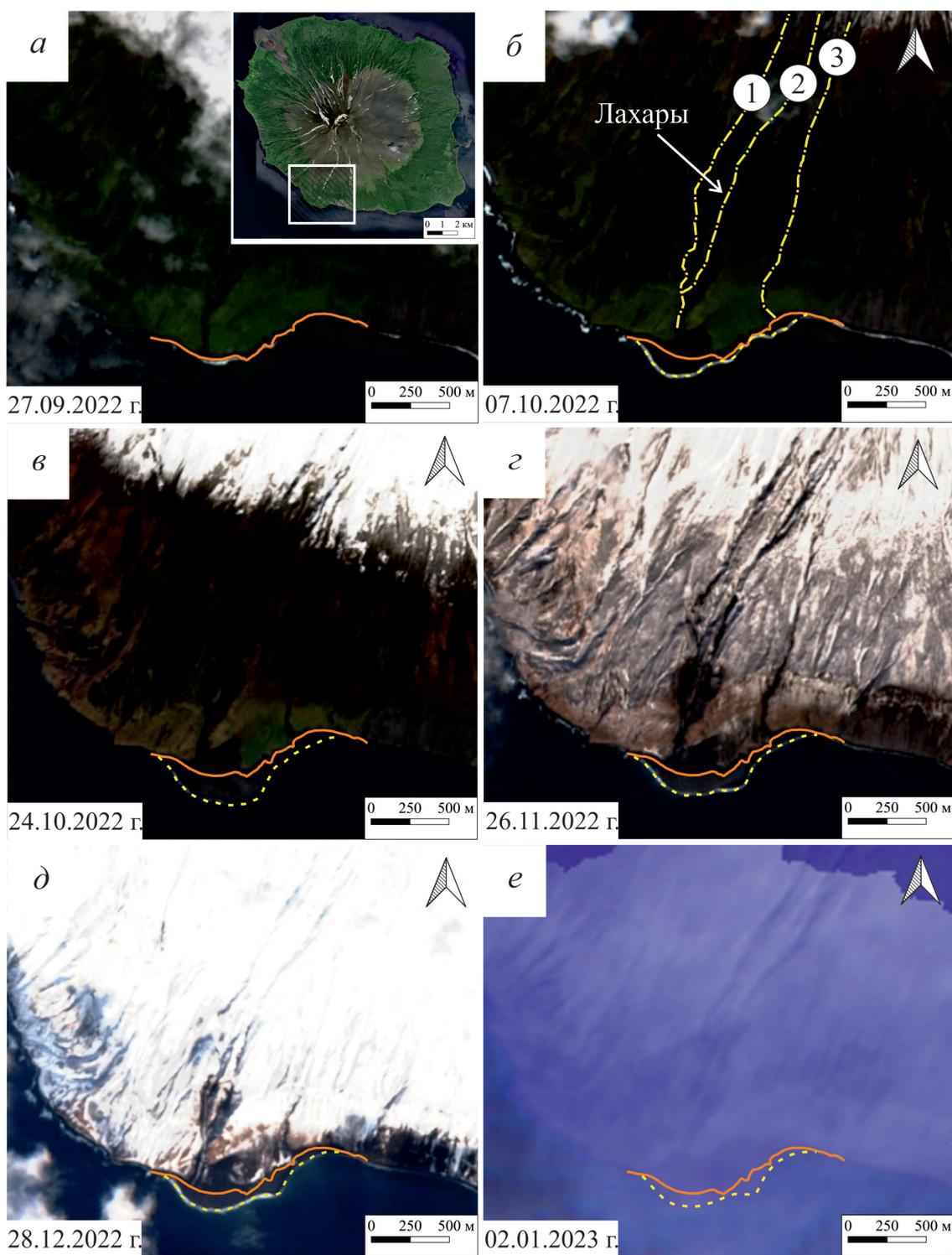


Рис. 7. Селевая активность и динамика формирования новообразованного пляжа (конуса выноса) в южной части о. Атласова на спутниковых снимках Sentinel-2 (false color (urban), каналы — 12, 11, 4) за период с 27.09.2022 по 02.01.2023 (а–е). Цифрами показаны лахары: западный (1), центральный (2), восточный (3). Сплошная линия показывает положение береговой линии до извержения, пунктирная — ее изменение в ходе извержения. Стрелки в верхнем правом углу показывают направление на север, в нижнем левом углу указана дата снимка.

Fig. 7. Mudflow activity and dynamics of formation of a new beach (alluvial fan) in the southern part of Atlasov island on Sentinel-2 satellite images (false color (urban), channels 12, 11, 4) for the period from September 27, 2022 to January 2, 2023 (a–e). Numbers show lahars: western (1), central (2), eastern (3). The solid line shows the position of the coastline before the eruption, the dashed line shows its change during the eruption. The arrows in the upper right corner indicate the direction to the north, in the lower left corner shows the date of the image.

лавы по южному склону постройки, которое продолжалось на протяжении первой половины октября, образовав лавовый поток. Излияние лавы спровоцировало формирование лахаров, которые достигали побережья острова. Во второй половине октября зафиксирована серия эксплозий на высоту от 3 до 6 км над ур. м. Большую часть ноября вулкан Алаид находился в состоянии покоя. 24 ноября началась новая фаза активности: была зарегистрирована термальная активность и произошло два выброса на высоту 3–4 км над ур. м. Позже, 26 ноября нами по спутниковым данным выявлен новый лавовый поток (рис. 4е), также излившийся по южному склону постройки. Таким образом, в результате извержения по южному склону вулкана излилось два лавовых потока протяженностью 2.6 и 1 км (рис. 4б–д), произошло не менее 16 выбросов на высоту от 2.5 до 6 км над ур. м. Пепловые шлейфы распространялись в основном в юго-восточном и восток-юго-восточном направлениях, их максимальная протяженность достигала 300–530 км.

Излияние лавы спровоцировало формирование лахаров, достигших побережья острова и сформировавших конус выноса, который частично отложился за пределами береговой линии и впоследствии трансформировался в пляж. Максимальное приращение новообразованной суши составило 129 тыс. м² (19.10.2022 г.), сократившееся к началу следующего года более чем на треть — до 75 тыс. м² (2.01.2023 г.). В целом, динамика селевой активности соотносилась с проявлением эффузивной деятельности вулкана, коррелируя с продвижением лавового потока.

Несмотря на то, что вулкан Алаид является преимущественно базальтовым вулканом (Блох и др., 2006, 2018; Диденко и др., 2021; Мартынов, Рашидов, 2022), для него характерны эксплозивные, в т. ч. субплинианские извержения, пепловые облака и эруптивные шлейфы которых являются потенциально опасными для авиации, населения и инфраструктуры. В настоящее время мониторинг осуществляется на основе спутниковых данных и редких, несистематических визуальных наблюдений местных жителей и туристов, которые имеют определенные ограничения, связанные с погодными условиями и разрешающей способностью снимков. Для обеспечения непрерывных наблюдений и возможности реализации прогнозных оценок независимо от погоды и времени суток необходима организация полноценных геофизических наблюдений с возможностью передачи информации о состоянии вулкана в режиме реального времени.

Работа выполнена в соответствии с планом НИР лаборатории вулканологии и вулканопас-

ности Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (№ 121030100168).

Авторы выражают искреннюю благодарность жителю г. Северо-Курильска Сергею Петровичу Лакомову за предоставление фото-, видеоматериалов и информации, чья любознательность и активная жизненная позиция содействуют мониторингу вулканической деятельности на Северных Курилах. Также выражаем признательность нашему коллеге Рафаэлю Владимировичу Жаркову (ИМГиГ ДВО РАН) за предоставленные сведения о состоянии вулкана Алаид в августе 2022 г.

Список литературы [References]

- Абдурахманов А.И., Пискунов Б.Н., Смирнов И.Г. и др.* Вулкан Алаид (Курильские острова) // Восточно-Азиатские островные системы (Тектоника и вулканизм). Южно-Сахалинск. 1978. С. 85–107 [*Abdurahmanov A.I., Piskunov B.N., Smirnov I.G. et al.* Alaid volcano (Kuril Islands) // East Asian island systems (Tectonics and volcanism). Yuzhno-Sakhalinsk. 1978. P. 85–107 (in Russian)].
- Авдейко Г.П., Хренов А.П., Флеров Г.Б. и др.* Извержение вулкана Алаид в 1972 г. // Бюллетень вулканологических станций. 1974. № 50. С. 64–80 [*Avdeiko G.P., Khrenov A.P., Flerov G.B. et al.* Eruption of Alaid volcano in 1972 // Bulletin of Volcanological Stations. 1974. № 50. P. 64–80 (in Russian)].
- Безруков П.Л., Зенкевич Н.Л., Канаев В.Ф., Удинцев Г.Б.* Подводные горы и вулканы Курильской островной гряды // Труды Лаборатории вулканологии АН СССР. 1958. Вып. 13. С. 71–88 [*Bezrukov P.L., Zenkevich N.L., Kanaev V.F., Udintsev G.B.* Seamounts and volcanoes at the Kuril island arc, Trudy Laboratorii Vulkanologii AN SSSR. 1958. № 13. P. 71–88.].
- Белоусов А.Б., Белоусова М.Г.* Гигантские обрушения на вулканах в XX-ом веке // Природа. 1997. № 11. С. 70–81 [*Belousov A.B., Belousova M.G.* Giant volcano collapses in the 20th century // Nature. 1997. № 11. P. 70–81 (in Russian)].
- Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Рашидов В.А., Трусов А.А.* Подводный вулкан Григорьева (Курильская островная дуга) // Вулканология и сейсмология. 2006. № 5. С. 17–26 [*Blokh Yu.I., Bondarenko V.I., Rashidov V.A., Trusov A.A.* The Grigoriev submarine volcano, Kuril island arc // Volcanology and Seismology. 2006. № 5. P. 17–26].
- Гордеев Е.И., Гирин О.А., Лупян Е.А. и др.* Информационная система VolSatView для решения задач мониторинга вулканической активности Камчатки и Курил // Вулканология и сейсмология. 2016. № 6. С. 1–16. <https://doi.org/10.7868/S0203030616060043> [*Gordeev E.I., Girina O.A., Lupyan E.A. et al.* The VolSatView information system for Monitoring the Volcanic Activity in Kamchatka and on the Kuril Islands // Journal of Volcanology and Seismology. 2016. V. 10. № 6. P. 382–394. <https://doi.org/10.1134/S074204631606004X>].
- Горшков Г.С.* Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967. 287 с. [*Gorshkov G.S.* Volcanism and the Upper Mantle: Investigations in the Kurile Island

- Arc (Monographs in Geoscience). New York-London: Plenum Press, 1970. 385 p.].
- 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)].
- Диденко А.Н., Рашидов В.А., Марков Г.П. и др.* Петромагнитная и геохимическая характеристики вулканитов извержения 2015–2016 гг. вулкана Алаид, Курильская островная дуга // Вулканология и сейсмология. 2021. № 1. С. 3–21. <https://doi.org/10.31857/S0203030621010028> [*Didenko A.N., Rashidov V.A., Markov G.P. et al.* Petromagnetic and Geochemical Descriptions of Volcanics Discharged by Alaid Volcano, Kuril Islands, in 2015–2016. Journal of Volcanology and Seismology. 2021. V. 15. № 1. P. 1–18. <https://doi.org/10.1134/S0742046321010097>].
- Ефремов В.Ю., Гирина О.А., Крамарева Л.С. и др.* Создание информационного сервиса «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 5. С. 155–170 [*Efremov V.Yu., Girina O.A., Kramareva L.S. et al.* Creating an Information Service “Remote Monitoring of Active Volcanoes of Kamchatka and the Kuril Islands” // Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2012. V. 9. № 5. P. 155–170 (in Russian)].
- Котенко Т.А.* Лахары на о. Атласова в сентябре-октябре 2022 г. (Курильские острова) // Вестник КРАУНЦ. Серия: 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)].
- Крашенинников С.П.* Описание земли Камчатки. С приложением рапортов, донесений и других неопубликованных материалов. Москва-Ленинград: Изд-во Главсевморпути, 1949. 842 с. [*Krashenninikov S.P.* Description of the land of Kamchatka. With the application of returns, reports and other unpublished materials. Moscow-Leningrad: Glavsevmorput Publish., 1949. 842 p. (in Russian)].
- Лупян Е.А., Прошин А.А., Бурцев М.А. и др.* Центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 263–284 [*Lupyay E.A., Proshin A.A., Burtsev M.A. et al.* IKI center for collective use of satellite data archiving, processing and analysis systems aimed at solving the problems of environmental study and monitoring // Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2015. V. 2. № 5. P. 263–284 (in Russian)].
- Мартынов Ю.А., Рашидов В.А.* Калиевые щелочной и субщелочной базальтовый вулканизм Курил – петрология, магмогенезис и геодинамика // Современные направления развития геохи-
- мии. Материалы Всероссийской конференции (с участием зарубежных ученых), посвященной 65-летию Института геохимии им. А.П. Виноградова и 105-летию со дня рождения академика Л.В. Таусона. Иркутск, 2022. С. 40–42 [*Martynov Yu.A., Rashidov V.A.* Potassium alkaline and subalkaline basalt volcanism of the Kuriles - petrology, magmagenesis and geodynamics // In the collection: Modern trends in the development of geochemistry. Proceedings of the All-Russian Conference (with the participation of foreign scientists) dedicated to the 65th anniversary of the A.P. Vinogradov and the 105th anniversary of Academician L.V. Towson. Irkutsk, 2022. P. 40–42 (in Russian)].
- Мельников Д.В., Маневич А.Г., Гирина О.А.* Динамика извержения вулкана Алаид в 2012 и 2015–2016 гг. по данным методов дистанционного зондирования // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы региональной конференции, посвященной Дню вулканолога, 29–30 марта 2018 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2018. С. 68–71 [*Melnikov D.V., Manevich A.G., Girina O.A.* Dynamics of the Alaid volcano eruption in 2012 and 2015–2016 according to remote sensing methods // Volcanism and related processes. Proceedings of the regional conference dedicated to the Day of the Volcanologist, March 29–30, 2018. Petropavlovsk-Kamchatsky: IViS FEB RAS, 2018. P. 68–71 (in Russian)].
- Подводный вулканизм и зональность Курильской островной дуги / Отв. ред. Пушчаровский Ю.М. М.: Наука, 1992. 528 с. [Underwater volcanism and zoning of the Kuril Island Arc / Man. ed. Pushcharovsky Yu.M. Moscow: Nauka, 1992. 528 p. (in Russian)].
- Рашидов В.А., Аникин Л.П.* Полевые работы на вулкане Алаид (о. Атласова, Курильские острова) в августе 2015 года // Вестник КРАУНЦ. Серия: Науки о Земле. 2015 № 3. Вып. 27. С. 102–107 [*Rashidov V.A., Anikin L.P.* Fieldworks at Alaid volcano in August 2015, Atlasov island, the Kuriles // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2015. № 3(27). P. 102–107 (in Russian)].
- Рашидов В.А., Аникин Л.П.* Полевые работы на вулкане Алаид (о. Атласова, Курильские острова) в 2018 году // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2018. № 3. Вып. № 39. С. 105–113. DOI:10/31431/1816-55524-2018-3-39-105-113. [*Rashidov V.A., Anikin L.P.* Fieldworks at Alaid volcano in 2018, Atlasov island, the Kuriles // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2018. № 3(39). P. 105–113 (in Russian)].
- Рашидов В.А., Аникин Л.П.* Полевые работы на вулкане Алаид (о. Атласова, Курильские острова) в 2019 году // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2019. Вып. 43. № 3. С. 109–115. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2019-3-43-109-115> [*Rashidov V.A., Anikin L.P.* Fieldworks at Alaid volcano in 2019, Atlasov island, the Kuriles // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2019. № 3(43). P.109–115. (in Russian)].
- Рашидов В.А., Аникин Л.П.* Полевые работы на вулкане Алаид (о. Атласова, Курильские острова) в 2020 году // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2020а. Вып. 47. № 3. С. 112–119. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2020-3-47-112-119> [*Rashidov V.A., Anikin L.P.* Fieldworks at Alaid volcano in 2020, Atlasov island, the Kuriles //

- Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2020a. № 3(47). P.112–119. (in Russian)].
- Рашидов В.А., Аникин Л.П.* Полевые работы на вулкане Алайд (о. Атласова, Курильские острова) в 2020 году. Этап 2 // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2020б. Вып. 48. № 4. С. 108–113. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2020-4-48-108-113> [*Rashidov V.A., Anikin L.P.* Fieldworks at Alaid volcano in 2020, Atlasov island, the Kuriles. Phase 2 // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2020b. № 4(48). P. 108–113. (in Russian)].
- Рашидов В.А., Малик Н.А., Фирстов П.П. и др.* Активизация вулкана Алайд (Курильские острова) в 2012 году // Вестник КРАУНЦ. Серия: Науки о Земле. 2012. № 2. Вып. 20. С. 9–15 [*Rashidov V.A., Malik N.A., Firsov P.P. et al.* Activation of the Alaid volcano (Kuril Islands) in 2012 // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2012. № 2(20). P. 9–15 (in Russian)].
- Федорченко В.И., Абдурахманов А.И., Родионова Р.И.* Вулканизм Курильской островной дуги: геология и петрогенезис. М.: Наука, 1989. 237 с. [*Fedorchenko V.I., Abdurakhmanov A.I., Rodionova R.I.* Volcanism of the Kuril Island Arc: geology and petrogenesis. M.: Nauka, 1989. 237 p. (in Russian)].
- Федотов С.А., Иванов Б.В., Авдейко Г.П. и др.* Извержение вулкана Алайд в 1981 г. // Вулканология и сейсмология. 1981. № 5. С. 82–87 [*Fedotov S.A., Ivanov B.V., Avdeiko G.P. et al.* Eruption of the Alaid volcano (Kuril Islands) in 1981 // Vulkanology and Seismology. 1981. № 5. P. 82–87 (in Russian)].
- Федотов С.А., Иванов Б.В., Флеров Г.Б. и др.* Изучение извержения вулкана Алайд (Курильские острова) в 1981 г. // Вулканология и сейсмология. 1982. № 6. С. 9–27 [*Fedotov S.A., Ivanov B.V., Flerov G.B. et al.* Study of the eruption of the Alaid volcano (Kuril Islands) in 1981 // Vulkanology and Seismology. 1982. № 6. P. 9–27 (in Russian)].
- Coppola D., Laiolo M., Cigolini C. et al.* Thermal Remote Sensing for Global Volcano Monitoring: Experiences From the MIROVA System // Front. Earth Sci. 2020. V. 7. Id.362. <https://doi.org/10.3389/feart.2019.00362>
- Tanakadate H.* Volcanic activity in Japan during the period between June 1931 and June 1934 // Japanese Journal of Astronomy and Geophysics. 1934. V. 12. P. 89–108.

EXPLOSIVE-EFFUSIVE ERUPTION OF ALAID VOLCANO IN 2022 (ATLASOVA ISLAND, NORTHERN KURIL ISLANDS)

A.V. Degterev, M.V. Chibisova, F.A. Romanyuk

*Federal state budgetary institution of science Institute of marine Geology and Geophysics FEB RAS,
Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, 693022*

Received May 06, 2023; revised June 09, 2023; accepted June 26, 2023

Data are presented on a moderate effusive-explosive eruption of the summit crater of Alaid volcano (Atlasov Island, Northern Kuril Islands) observed from September 10 to December 1, 2022. Based on satellite and visual data, it was found that as a result of Strombolian-Volcan activity two lava flows, 2.6 and 1 km long, were poured out on the southern slope of the volcano, and at least 16 emissions occurred to a height of 2.5 to 6 km a.s.l. The ash plumes spread out mainly in the southeast and east-southeast directions, their maximum length reaching 300–500 km. The eruption posed a danger to local airlines. The lava outpouring provoked the formation of lahars that descended the southern slope of the volcano and reached the island coast. The alluvial fan formed from mudflow masses partially deposited beyond the coastline, causing an increase in the island land.

Keywords: Alaid, effusive-explosive eruption, ash clouds, lava flows, lahars.