Активность купола «300 лет РАН» вулкана Шивелуч в 2024-2025 гг.

Гирина О.А.[1], Маневич А.Г.[1], Мельников Д.В.[1], Нуждаев А.А.[1], Романова И.М.[1], Лупян Е.А.[2], Сорокин А.А.[3], Крамарева Л.С.[4], Нуждаев И.А.[1], Демянчук Ю.В.[1], Цветков В.А.[1], Королев С.П.[3], Уваров И.А.[2], Константинова А.В.[2]

The 2024-2025 activity of the 300 years of RAS lava dome

Girina O.A., Manevich A.G., Melnikov D.V., Nuzhdaev A.A., Romanova I.M., Loupian E.A., Sorokin A.A., Kramareva L.S., Nuzhdaev I.A., Demyanchuk Yu.V., Tsvetkov V.A., Korolev S.P., Uvarov I.A., Konstantinova A.V.

[1] Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский; e-mail: girina@kscnet.ru

[2] Институт космических исследований РАН, г. Москва

[3] Вычислительный центр ДВО РАН, г. Хабаровск

[4] Дальневосточный центр НИЦ «Планета», г. Хабаровск

В работе описана активность лавового купола «300 лет РАН» вулкана Шивелуч в 2024-2025 гг. Эксплозивные извержения купола наблюдались 17-18 августа, 1-2 сентября и 7-10 ноября 2024 г.: эруптивные колонны поднимались, соответственно, до 9, 8 и 11 км над уровнем моря, пепловые шлейфы протягивались до 2400 км, 1100 км и 3000 км на восток и северо-восток от вулкана.

Введение

Шивелуч – один из наиболее активных вулканов Камчатки, расположен в северной части Центральной Камчатской депрессии, в 50 км от п. Ключи и в 450 км от г. Петропавловск-Камчатский (http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/volc?name=Sheveluch). Современная постройка Шивелуча включает три главных элемента: Старый Шивелуч (3283 м), древнюю кальдеру и Молодой Шивелуч (2800 м). В кратере Молодого Шивелуча с августа 1980 г. растет лавовый купол, активность которого представлена экструзивными, эффузивными и эксплозивными (вулканского типа) извержениями [2, 8]. Последнее пароксизмальное извержение вулкана со значительным разрушением лавового купола, выросшего за 1980-2023 гг., произошло 10-13 апреля 2023 г. [3].

На юго-западном склоне Старого Шивелуча находится группа хорошо сохранившихся древних экструзивных куполов, приуроченных к разлому северо-северо-восточного простирания (с юга на север): Шероховатая, Красная, Каран, Сопочка на склоне [6]. Только в районе купола Каран имелись прогретые площадки, мофетная активность которых изучалась вулканологами с 1937-1938 гг. [1]. Температура мофет оставалась примерно на одном уровне (изменялась в пределах от 70 до 96 °С) в течение всего времени наблюдений (например, [1, 6, 7]). Изредка в XX и XXI веках отмечалась повышенная парогазовая активность купола Каран.

Ежедневный видео-визуальный и спутниковый мониторинг вулканов Камчатки и Курильских островов с 1993 г. осуществляет Камчатская группа реагирования на вулканические извержения (KVERT – Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team, http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/). С 2010 г. KVERT, как часть Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН, выполняет функции Вулканологической обсерватории Российской Федерации (№ 290111-300001 в каталоге WOVO – the World Organization of Volcano Observatories) по обеспечению международного аэронавигационного сообщества информацией об активности вулканов на Дальнем Востоке [2]. KVERT проводит спутниковый мониторинг вулканов с помощью информационной системы (ИС) «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил (VolSatView)» с 2014 г. Работа VolSatView осуществляется благодаря ресурсам Дальневосточного НИЦ «Планета», Центра коллективного пользования (ЦКП) «ИКИ-Мониторинг» (Институт космических исследований (ИКИ) РАН), ЦКП «Центр данных ДВО РАН» (Вычислительный центр ДВО РАН) и ИВиС ДВО РАН [2, 5, 8, 9]. В ИС VolSatView для мониторинга вулканов имеются оперативно обновляемые данные спутниковых систем: NOAA-18/19, Terra и Aqua, Suomi NPP и JPSS-1/2, Метеор-М № 2,

Himawari-8/9 [2, 8]. Сбор данных, их обработка и выпуск VONA (Volcano Observatory Notice for Aviation) выполняются в ИС KVERT [2].

Активность купола «300 лет РАН» вулкана Шивелуч в 2024-2025 гг.

После извержения Молодого Шивелуча в апреле 2023 г. активизировалась фумарольная деятельность в районе древнего купола Каран. Учеными из KVERT 30 апреля 2023 г. было опубликовано сообщение о возможном появлении в районе Карана нового лавового купола (https://t.me/IViS_DVO_RAN/161) [4]. С этого дня в районе Карана начала отмечаться термальная аномалия, величина Разности Температур термальной Аномалии и Фона (РТАФ) [8] с 30 апреля 2023 г. по 26 апреля 2024 г. изменялась от 2.1 до 18.8 °С [4] (рис. 1). На спутниковых снимках JPSS-1 и Aqua 26 апреля 2024 г. в районе Карана было обнаружено резкое повышение РТАФ до 95 °С, и ученые из KVERT объявили о рождении нового лавового купола, получившего по предложению директора ИВиС ДВО РАН А.Ю. Озерова название «300 лет РАН» (300 лет Российской академии наук) [4]. Вплоть до 16 июня РТАФ нового купола была выше 50 °С, что указывало на его непрерывный рост (рис. 1). К 7 июня высота купола была 100 м, размер 800×500 м, площадь по основанию – 0.28 км^2 [4]. С 20 июня по 13 августа РТАФ снизилась с 16 до 11 °С (рис. 1). Полагаем, что в это время рост купола прекратился и магматическое вещество в его канале частично закристаллизовалось. Этим объясняется высокая сейсмичность (http://www.emsd.ru) Шивелуча, предварявшая и сопровождавшая первое эксплозивное извержение нового купола в августе 2024 г.

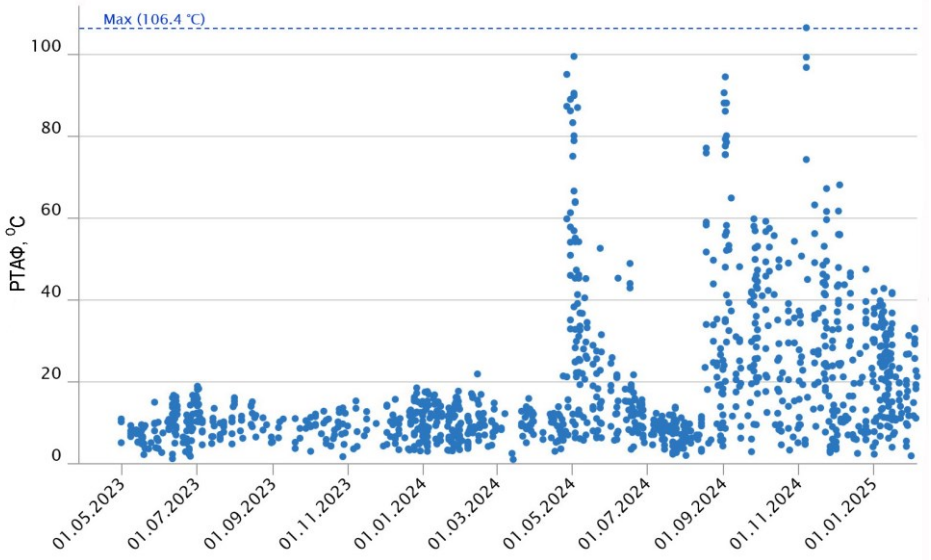

Рис. 1. Величина Разности Температур термальной Аномалии и Фона (РТАФ) в районе лавового купола «300 лет РАН» в 2024-2025 гг. Обработка спутниковых данных в ИС VolSatView выполнена учеными из KVERT, визуализация данных реализована в ИС KVERT.

Первое эксплозивное извержение купола «300 лет РАН» с выносом пепла до 9 км над уровнем моря (н.у.м.) началось в 11:45 UTC 17 августа (http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2024-54) и продолжалось более суток, пепловый шлейф протягивался более чем на 2400 км на восток от вулкана. Величина РТАФ во время эксплозий достигала 77 °С, в дальнейшем оставалась выше фона (рис. 1).

Следующее эксплозивное извержение нового купола началось спустя 13 дней после первого − 1 сентября в 11:15 UTC эксплозии подняли пепел до 8 км н.у.м. (http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2024-65). Следует отметить, что до этих эксплозий существенного повышения сейсмичности вулкана не отмечалось, т.е. канал купола был свободен для новых порций лавы. Извержение продолжалось около суток,

пепловые шлейфы протягивались на 1100 км на северо-восток и восток от купола. Величина РТАФ во время эксплозий достигала 90.5-94.4 °С, т.е. на дневную поверхность поступало ювенильное вещество. Весь сентябрь и октябрь величина РТАФ была выше 50 °С (рис. 1), т.е. рост лавового купола продолжался.

Третье, наиболее мощное, эксплозивное извержение купола началось в 09:19 UTC 7 ноября (http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2024-90) (рис. 2) и продолжалось вплоть до 10 ноября. Свечение купола начало наблюдаться с 07:56 UTC 7 ноября – за 1 ч 23 мин до его первого взрыва. Было отмечено несколько мощных пульсаций в выносе эруптивного материала до 11 км н.у.м., например, в начале извержения 7 ноября и в 00:10 UTC 8 ноября (http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2024-94). Пепловые облака перемещались на 3000 км на восток-северо-восток и восток от купола. Величина РТАФ во время эксплозий достигала 106.4 °С (рис. 1). Следует отметить, что эксплозивное извержение произошло без сейсмической подготовки, т.е. канал купола был открыт для новых порций ювенильного вещества. В результате извержения в северо-восточной части купола – над вероятным расположением его канала – образовалось несколько взрывных воронок с наибольшим диаметром около 400 м (рис. 3), на запад и юго-запад от купола протянулись, соответственно, на 10 км и 4 км отложения пирокластических потоков.

Рис. 2. Начало эксплозивного извержения купола «300 лет РАН» в 09:19 UTC 7 ноября. Видеоданные KVERT ИВиС ДВО РАН и Weathernews Inc.

Вплоть до 4 декабря 2024 г. величина РТАФ достигала 68 °С, затем к 15 января 2025 г. она постепенно снизилась до 42 °С и к 3 февраля – до 33 °С, продолжая оставаться выше уровня фона (рис. 1), хотя явного поступления на дневную поверхность лавового материала не отмечалось – по состоянию на 7 января 2025 г. воронки взрывов внутри были покрыты снегом (рис. 3).

Заключение

Новый лавовый купол «300 лет РАН» за 42 дня (с 26 апреля по 7 июня 2024 г.) достиг объема ~0.03 км^3.

Вероятно, с 20 июня по 13 августа рост купола постепенно прекратился, и магматическое вещество в его канале частично закристаллизовалось. Этим объясняется высокая сейсмичность Шивелуча, предварявшая и сопровождавшая первое эксплозивное извержение купола «300 лет РАН» в августе 2024 г.

Два первых эксплозивных извержения с выносом пепла до 9 и 8 км н.у.м. продолжались около суток. Судя по рис. 3, после второго эксплозивного извержения в воронку взрыва выжималось пластичное высокопористое вещество.

Рис. 3. Воронки взрывов с наибольшим диаметром около 400 м в северо-восточной части купола «300 лет РАН» по состоянию на 7 января 2025 г. Фото В.А. Цветкова.

Третье эксплозивное извержение было пароксизмальным – длилось трое суток, вынос пепла достигал 11 км н.у.м., купол претерпел значительные разрушения.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема ИВиС ДВО РАН «Комплексный мониторинг активных вулканов Камчатки …», № 124031400008-3; тема ИКИ РАН «Мониторинг», № 122042500031-8).

Список литературы

1. *Башарина Л.А.* Вулканические газы Камчатки. Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. геол.-мин. наук. Петропавловск-Камчатский: ИВ СО АН СССР, 1966. 30 с.
2. *Гирина О.А., Лупян Е.А., Сорокин А.А. и др.* Комплексный мониторинг эксплозивных извержений вулканов Камчатки / Отв. ред. О.А. Гирина. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2018. 192 с.
3. *Гирина О.А., Лупян Е.А., Хорват А. и др.* Анализ развития пароксизмального извержения вулкана Шивелуч 10-13 апреля 2023 года на основе данных различных спутниковых систем // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. № 2. С. 283-291. https://doi.org/10.21046/2070-7401-2023-20-2-283-291
4. *Гирина О.А., Маневич А.Г., Лупян Е.А. и др.* Рождение нового экструзивного купола вулкана Шивелуч (Камчатка) в 2024 году по данным непрерывного спутникового мониторинга в информационной системе VolSatView // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2024. Т. 21. № 3. С. 348-355. https://doi.org/10.21046/2070-7401-2024-21-3-348-355
5. *Лупян Е.А., Прошин А.А., Бурцев М.А. и др.* Опыт эксплуатации и развития центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных (ЦКП «ИКИ-Мониторинг») // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 3. С. 151-170. https://doi.org/10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170
6. *Меняйлов А.А.* Вулкан Шивелуч – его геологическое строение, состав и извержения // Труды Лаборатории вулканологии АН СССР. Вып. 9. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 264 с.
7. *Набоко С.И.* Возгоны вулкана Шивелуч // Бюллетень вулканологических станций. 1953. № 18. С. 47-55.
8. *Girina O.A., Manevich A.G., Loupian E.A. et al.* Monitoring the thermal activity of Kamchatkan volcanoes during 2015-2022 using remote sensing // Remote Sensing. 2023. V. 15. № 19. Art. 4775. https://doi.org/10.3390/rs15194775
9. *Sorokin A.A., Makogonov S.I., Korolev S.P.* The information infrastructure for collective scientific work in the Far East of Russia // Scientific and Technical Information Processing. 2017. V. 4. P. 302-304. https://doi.org/10.3103/S0147688217040153