

Вулкан Ключевской: боковой прорыв 2025 г. – миф или реальность

Гирина О.А.

The 2025 breakthrough of Klyuchevskoy volcano – myth or reality

Girina O.A.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;

e-mail: girina@kscnet.ru

В работе описана активность вулкана Ключевской в 2025 г., в том числе его деятельность после окончания вершинного извержения.

Введение

Ключевской – один из активнейших вулканов мира, является типичным стратовулканом с конусом правильной формы, сложенным лавовыми потоками и пирокластическим материалом базальтового и андезибазальтового состава, его продуктивность достигает в среднем 60 млн т в год [9]. Вершинный кратер вулкана диаметром около 700 м постоянно меняет свою морфологию как во время извержений (различная глубина кратера, наличие в нем разного количества шлаковых конусов), так и в периоды покоя (отток магмы вглубь постройки вулкана приводит к формированию кратера глубиной до 200-500 м). Вулкан относится к Ключевской группе вулканов, расположен в 30 км от п. Ключи, в 360 км от г. Петропавловск-Камчатский.

Эруптивная деятельность вулкана представлена эксплозивными и эксплозивно-эффузивными извержениями продолжительностью от нескольких месяцев до трех лет, сведения о которых известны с 1697 г. [1, 6, 7, 9]. Основные типы эксплозивных извержений – стромболианский и вулканский. Для вулкана характерны как вершинные извержения с формированием внутри кратера до двух шлаковых конусов высотой до 50 м и лавовых потоков на различных его склонах (преимущественно в Крестовском, Апахончичском или Козыревском желобах) протяженностью до 3.5 км, так и боковые прорывы на высотах от 500 до 4500 м над уровнем моря (н.у.м.) с образованием от одного до десяти шлаковых конусов высотой до 100 м и протяженностью лавовых потоков до 11 км от центра извержения [5-7, 9].

Регулярные визуальные наблюдения за вулканом Ключевской осуществляются с 1 сентября 1935 г. – со времени открытия в п. Ключи Камчатской вулканологической станции им. Ф.Ю. Левинсона-Лессинга Академии наук СССР. Ежедневный видео-визуальный и спутниковый мониторинг вулкана с 1993 г. выполняет Камчатская группа реагирования на вулканические извержения (KVERT – Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team, <http://kvert.febras.net>). 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, 8]. KVERT проводит спутниковый мониторинг вулкана с 2014 г. с помощью информационной системы (ИС) «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил (VolSatView)», работа которой обеспечивается с использованием ресурсов, предоставляемых: Дальневосточным центром (ДВ) НИЦ «Планета»; ИВиС ДВО РАН; Центром коллективного пользования (ЦКП) «ИКИ-Мониторинг» (Институт космических исследований РАН, тема «Мониторинг», госрегистрация № 122042500031-8); ЦКП «Центр данных ДВО РАН» (Хабаровский Федеральный исследовательский центр ДВО РАН) [2, 3, 8, 10]. В ИС VolSatView для мониторинга вулканов имеются оперативно обновляемые данные спутниковых систем: Terra и Aqua, Suomi NPP и JPSS-1/2, Метеор-М № 2, Himawari-8/9 и др. [2, 8]. Сбор данных и их обработка выполняются в ИС KVERT [2].

Активность вулкана Ключевской в 2025 г.

Вершинное эксплозивно-эффузивное извержение вулкана продолжалось с 20 апреля по 16 августа 2025 г. С 20 апреля и до конца извержения происходило эксплозивное извержение стромболианского типа, величина Разности Температуры термальной Аномалии и Фона (РТАФ) [8] достигала 96.5 °С (рис. 1). В течение трех месяцев чаша кратера была заполнена пирокластикой и выжимками лавы, и 29 июля из кратера по западному склону вулкана, разбитому протяженными глубокими трещинами во время пароксизмальной фазы извержения вулкана в октябре 2023 г. [4], начал изливаться лавовый поток, величина РТАФ 3 августа достигала 110 °С (рис. 1).

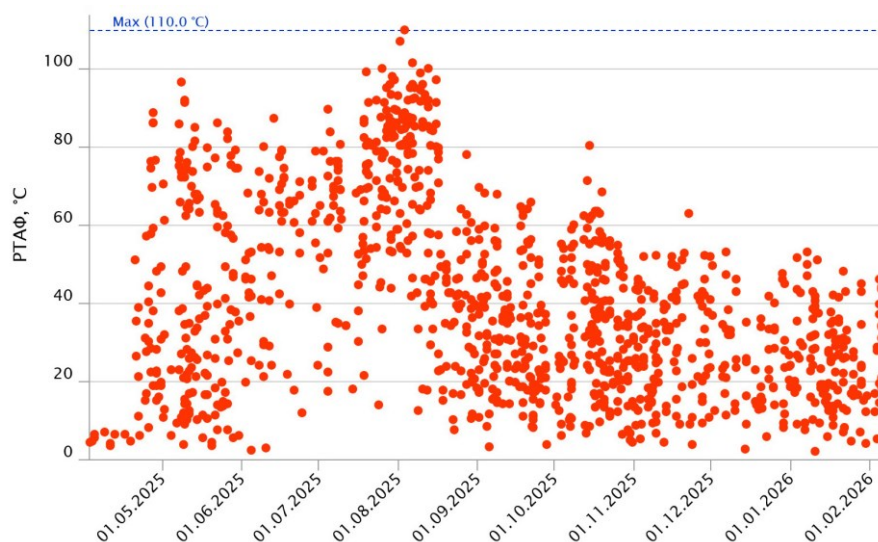


Рис. 1. Величина РТАФ в районе вулкана Ключевской в 2025 г. по спутниковым данным из ИС VolSatView.

Эксплозивная деятельность вулканского типа с выносом пепла до 5.5 км н.у.м. начала происходить с 30 июля. Пароксизмальная фаза извержения вулкана с выносом пепла до 12 км н.у.м. продолжалась на фоне излияния лавовых потоков почти непрерывно с 6 по 12 августа (в течение 7 суток), величина РТАФ 6 августа достигала 101.4 °С. После окончания эксплозивных событий величина РТАФ в районе вулкана резко снизилась с 97 °С 15 августа до 57.5 °С 16 августа и до 49.2 °С 17 августа, поэтому считаем, что вершинное извержение вулкана закончилось 16 августа.

Боковой прорыв вулкана Ключевской в 2025 г.: миф или реальность

Согласно спутниковым данным KVERT, величина РТАФ резко повысилась до 77.9 °С 27 августа и оставалась на уровне 65-70 °С до 19 октября, затем до 11 января 2026 г. величина РТАФ превышала 50 °С, в дальнейшем снизилась до 45-46 °С (рис. 1).

На спутниковых снимках высокого разрешения в ИС VolSatView в тепловом канале с конца августа 2025 г. и до конца января 2026 г. на середине лавового потока, излившегося на западный склон вулкана Ключевской во время вершинного извержения 2025 г., наблюдалась высокотемпературная область, величина РТАФ которой превышала 60 °С (рис. 2). Хорошо выделяется начало лавового потока на расстоянии 1.8 км от вершинного кратера (по азимуту 256°), а также тело лавового потока длиной ~2 км (рис. 2), что указывает на продолжение выжимания лавового потока при отсутствии вершинного извержения вулкана.

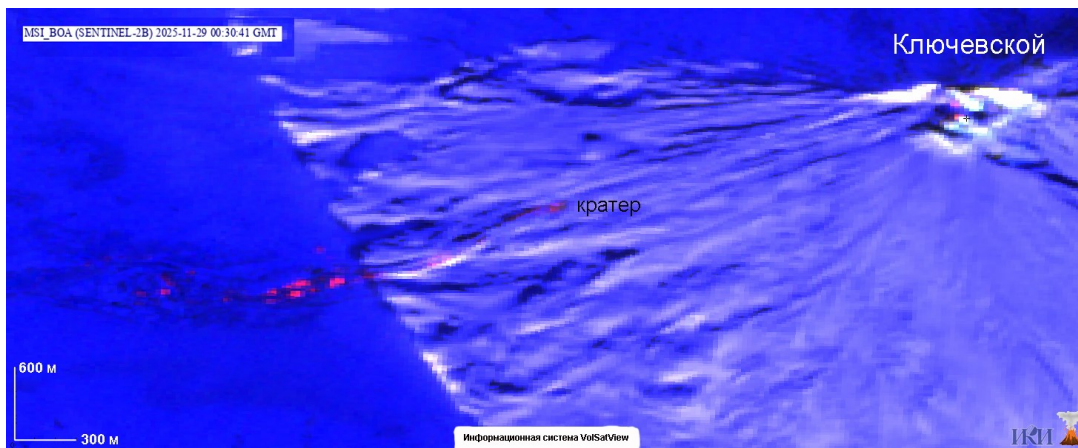


Рис. 2. Лавовый поток на спутниковом снимке Sentinel-2B (тепловой канал) в 00:30 UTC 29 ноября 2025 г. из ИС VolSatView (начало потока в 1.8 км от кратера) при отсутствии вершинного извержения вулкана Ключевской.

На снимках в видимом канале также четко фиксируется не покрытая снегом прогретая область на склоне вулкана с выраженным началом примерно в 2 км от вершинного кратера Ключевского (рис. 3). Характерно, что лавовый поток, изливавшийся из вершины вулкана с 29 июля по 16 августа, снегом перекрыт (лавовые потоки в левой части снимка) (рис. 3).

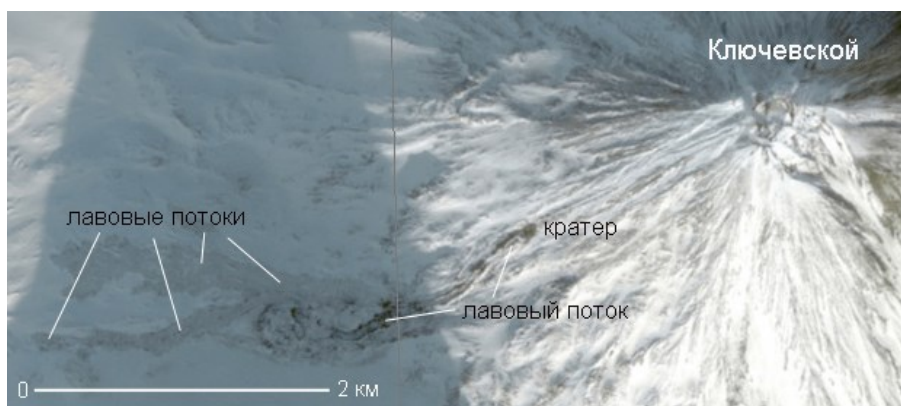


Рис. 3. Горячий лавовый поток вулкана на снимке Sentinel-2B в 00:38 UTC 2 декабря 2025 г.

На радиолокационном спутниковом снимке Кондор-ФКА № 2 от 15:41 UTC 13 октября 2025 г. в ~2 км от вершины вулкана на теле лавового потока, излившегося из вершинного кратера в июле-августе 2025 г., хорошо выделяется наложенная выпуклая структура (вероятный центр изливания лавы из прорыва), от которой вниз по склону вулкана протягивается тело свежего лавового потока (рис. 4).

Исходя из приведенных выше данных, полагаю, что на западном склоне вулкана Ключевской в зоне изливания во время вершинного извержения 2025 г. лавовых потоков по глубоким трещинам, образовавшимся в октябре 2023 г. во время пароксизмальной фазы извержения вулкана [4], 27 августа 2025 г. произошло образование бокового прорыва, лавовый поток из которого продолжал изливаться до конца января 2026 г. Вероятно, причиной образования прорыва явилась мощная пароксизмальная активность вулкана, продолжавшаяся с 6 по 12 августа 2025 г. (семь суток), в результате которой дополнительно появились глубокие трещины на склоне вулкана. Прорыв 2025 г. аналогичен прорыву Вернадского в июле 1956 г.: исключительно эффузивное извержение. К сожалению, отсутствие хорошей погоды в районе вулкана не позволило непосредственно зафиксировать факт начала образования прорыва по видео и спутниковым данным. Предположение о начале прорыва 27 августа 2025 г. дано на основании резкого повышения величины РТАФ именно в этот день.

Окончанием работы прорыва, вероятно, является 17 февраля 2026 г. – с этого дня величина РТАФ начала активно снижаться.

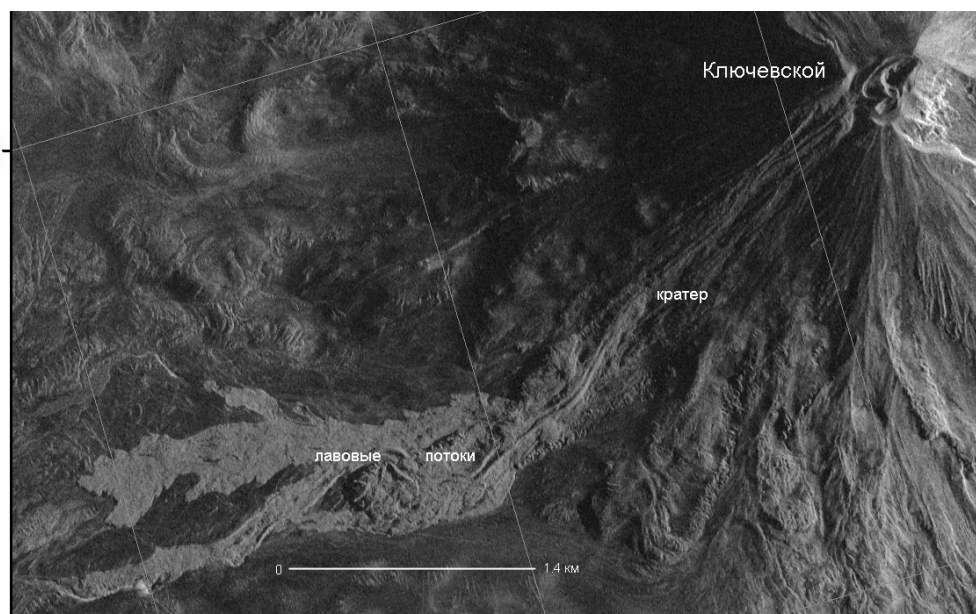


Рис. 4. Свежий лавовый поток вулкана Ключевской на снимке Кондор-ФКА № 2 от 15:41 UTC 13 октября 2025 г. Спутниковые данные предоставлены ДВ НИЦ «Планета».

Работа выполнена в рамках темы ИВиС ДВО РАН «Комплексный мониторинг активных вулканов Камчатки ...» (госрегистрация № 124031400008-3).

Список литературы

1. *Гирина О.А.* Современная активность вулканов Северной группы Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2024. 300 с.
2. *Гирина О.А., Лупян Е.А., Сорокин А.А. и др.* Комплексный мониторинг эксплозивных извержений вулканов Камчатки. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2018. 192 с.
3. *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>
4. *Маневич А.Г., Гирина О.А., Мельников Д.В. и др.* Извержения вулкана Ключевской в 2023-2024 гг. по данным дистанционного мониторинга в информационной системе VolSatView // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2024. Т. 21. № 3. С. 94-103. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2024-21-3-94-103>
5. *Озеров А.Ю.* Ключевской вулкан: вещество, динамика, модель. М.: Геос, 2019. 306 с.
6. *Пийп Б.И.* Ключевская сопка и ее извержения в 1944-1945 гг. и в прошлом // Труды Лаборатории Вулканологии. 1956. Вып. 11. 311 с.
7. *Girina O.A.* The 1935-2024 summit eruptions of the Klyuchevskoy volcano // Journal of Volcanology and Seismology. 2025. V. 19. Suppl. 1. P. S26-S35. <https://doi.org/10.1134/S0742046325700605>
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. Is. 19. Art. 4775. <https://doi.org/10.3390/rs15194775>
9. *Khrenov A.P., Dvigalo V.N., Kirsanov I.T. et al.* Klyuchevskoy Volcano // Active Volcanoes of Kamchatka. 1991. М.: Nauka. In 2 vol. V. 1. P. 106-153.
10. *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>