

УДК 552.21

Извержение вулкана Безымянный 20 января 2019 г.

**О.А. Гирина¹, Д.В. Мельников¹, А.Г. Маневич¹, С.И. Мальковский²,
И.А. Уваров³, В.В. Марченков³**

¹ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, e-mail: girina@kscnet.ru*

² *Вычислительный центр ДВО РАН, Хабаровск*

³ *Институт космических исследований РАН, Москва*

Вулкан Безымянный – один из активнейших вулканов мира, расположен в центральной части Ключевской группы вулканов Камчатки. Наблюдения за вулканом с помощью видеокамер осуществляются с 20 августа 2003 г. [3]. Спутниковый мониторинг Безымянного проводится учеными Камчатской группы реагирования на вулканические извержения (KVERT — Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team) Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН с 2002 г., с помощью информационной системы (ИС) “Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил” (VolSatView) он выполняется с 2014 г. [3, 4, 6]. В VolSatView с 2016 г. доступны инструменты для анализа временных серий данных геостационарного спутника Himawari-8 [1]. На Безымянном в районе кратера выделена точка постоянных наблюдений, в которой в автоматическом режиме непрерывным потоком фиксируется яркостная температура (К), значения которой поступают в базу данных. Анализируются собственно значения яркостной температуры аномалии, величины спектральной энергетической яркости (СЭЯ, Вт/(м²·ср·мкм)), нормализованный тепловой индекс и т.д. Временной ряд значений СЭЯ аномалии, составленный по результатам анализа только ночных снимков Himawari-8, в ряде случаев позволяет детализировать процесс извержения вулкана.

После относительного покоя Безымянного в течение 2012-2016 гг., с декабря 2016 г. по середину 2018 г. отмечалось выжимание вязких лавовых потоков на западные и южный склоны лавового купола вулкана, на фоне которого произошло четыре эксплозивных извержения с выносом пепла до 15 км над уровнем моря (н.у.м.) (до 12 км над кратером вулкана): 9 марта, 16 июня и 20 декабря 2017 г. [2].

В 2018 г. вулкан был относительно спокоен. К середине февраля температура термальной аномалии в районе вулкана значительно понизилась, что, вероятно, указывало на завершение выжимания вязкого лавового потока на склон купола, начавшегося после эксплозивного извержения 20 декабря 2017 г. (рис. 1). С 24 марта по 5 ноября температура аномалии также была повышенной (иногда до 27-28 °С), возможно, в связи с ростом и существованием нового небольшого лавового купола, обнаруженного в кратере вулкана при облете на вертолете 9 июля 2018 г. (<http://geoportal.kscnet.ru/volcanoes/imgs/2373.jpg>). Сейсмичность вулкана по данным КФ ФИЦ ЕГС РАН (<http://www.emsd.ru/~ssl/monitoring/>) была относительно низкой.

Неуклонный рост сейсмичности Безымянного начался с 11 января 2019 г. По данным KVERT, положительная температура аномалии (+8 °С) впервые была отмечена 15 января на спутниковом снимке NPP в 15:29 UTC, в дальнейшем, вплоть до даты эксплозивного извержения, температура аномалии, регистрируемая в ночное время, имела отрицательные значения (рис. 1). Ретроспективный анализ данных по извержению показал, что наиболее высокая температура аномалии (+24,5 °С на спутниковом снимке NPP в 15:34 UTC) была отмечена за 40 мин до события.

Эксплозивное извержение вулкана Безымянный

Так как извержение вулкана произошло в 04:10 ночи по Камчатскому времени 21 января, т.е. в 16:10 UTC 20 января 2019 г., а ученые KVERT не проводят мониторинг вулканов в ночное время, 20-21 января наблюдалось перемещение пеплового шлейфа

на далеких от вулкана расстояниях, а также проводилось восстановление эруптивных событий.

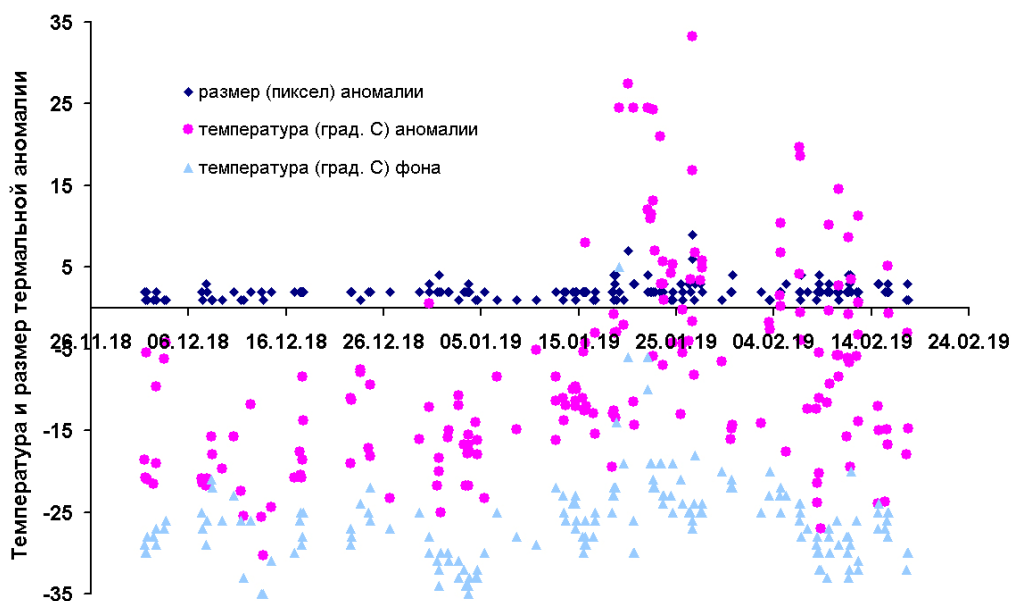


Рис. 1. Температура и размер термальной аномалии в районе влк. Безымянный в декабре 2018 г. – феврале 2019 гг. по данным KVERT из ИС VolSatView

Согласно видео (<https://www.youtube.com/watch?v=Fhbfzd9l2fl>) и спутниковым данным, эксплозии подняли пепел до 10-12 км н.у.м. и пепловый шлейф начал перемещаться на северо-запад от вулкана. По сейсмическим данным КФ ФИЦ ЕГС РАН, вулканическое дрожание длилось 2 ч, величина его составляла 0,22 мкм/с. С помощью спутниковых снимков Himawari-8 в ИС VolSatView была создана анимация распространения пеплового шлейфа от вулкана и размещена на сайте KVERT: (<http://geoportal.kscnet.ru/volcanoes/imgs/2409.gif>). Анализ спутниковых данных в ИС VolSatView и результатов моделирования траектории распространения пеплового шлейфа, выполненного по модели PUFF в АИС “Сигнал” [5], показал, что пепловый шлейф двигался в сторону Магадана (рис. 2).

Обсуждение материалов и результаты

Анализ временного ряда характеристик термальной аномалии влк. Безымянный за период декабрь 2018 г. – февраль 2019 г. показал, что повышение температуры термальной аномалии на вершине лавового купола началось только в момент эксплозивного извержения (рис. 1, 3). Невысокие величины яркостной температуры аномалии, спектральной энергетической яркости и нормализованного теплового индекса во время эксплозий, обусловлены, вероятно, формированием над кратером вулкана высокой плотной эруптивной колонны при непрерывном истечении из него пепла и паро-газовых масс, закрывавшей для приборов спутников первичный раскаленный магматический материал, поднимающийся из недр вулкана. Высокая температура аномалии после эксплозивных событий (рис. 1) связана с выжиманием лавового потока на западный склон купола – время от времени на видеоснимках вулкана нами отмечалось свечение этой части купола в темное время суток.

Пепловый шлейф от вулкана распространялся достаточно быстро и к 23:20 UTC 20 января, по данным спутника Himawari-8 в ИС VolSatView, пеплопадам была подвержена территория Камчатки, Магаданской области и части Охотского моря площадью около 200 тыс. км² (рис. 2).

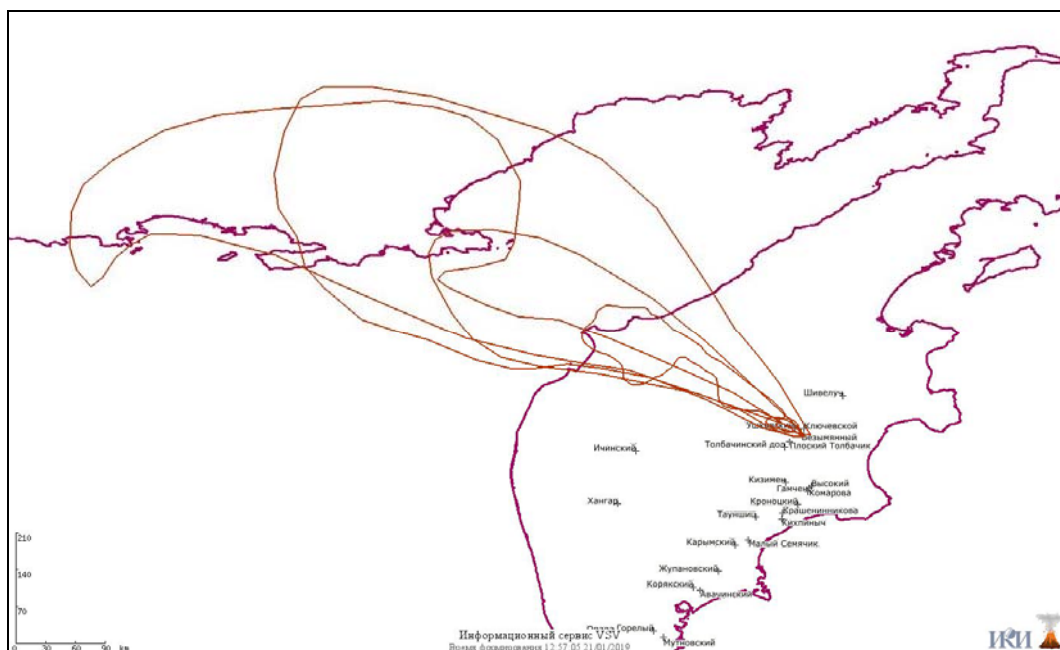


Рис. 2. Изменение площади пепловых облаков влк. Безымянный с 16:25 до 23:20 UTC 20 января 2019 г. по спутниковым данным из ИС VolSatView

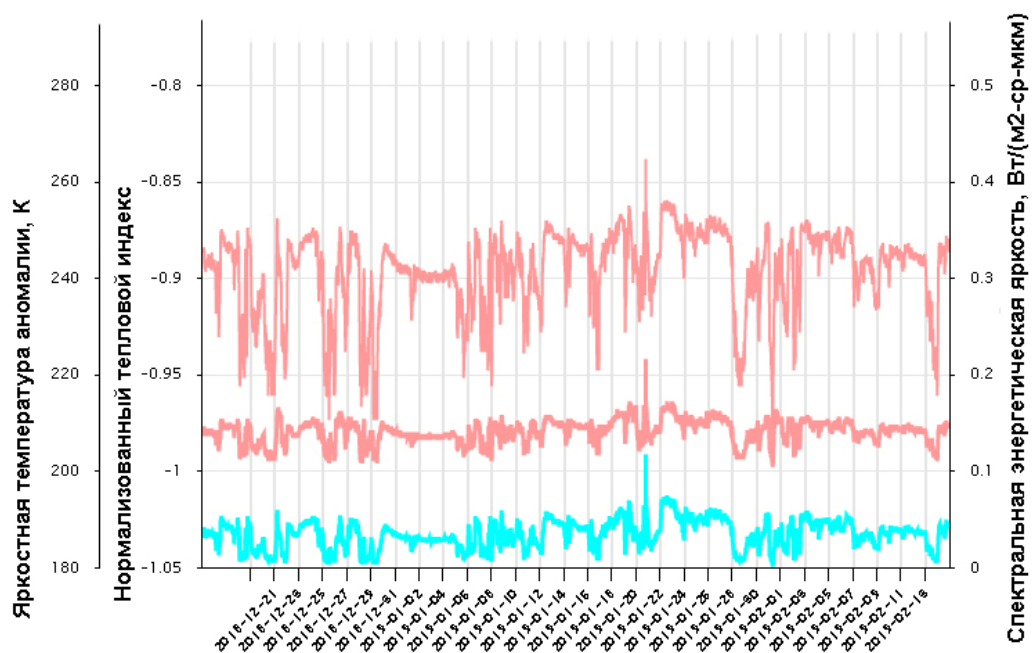


Рис. 3. Характеристики термальной аномалии в районе влк. Безымянный с 15 декабря 2018 г. по 15 февраля 2019 г. по данным спутника Himawari-8 за темное время суток в ИС VolSatView

Согласно результатам моделирования распространения эруптивного облака от вулкана Безымянный по модели FALL3D [7], концентрация частиц в головной части пеплового облака, движущегося на высоте 12 км н.у.м., на протяжении 3-4 ч достигала 100 г/м^2 (рис. 4). При расчетах использовались следующие параметры модели: начальная высота облака – 2882-12000 км н.у.м.; длительность эксплозивного события – 17 мин; распределение пепла по высотам – Судзуки с параметрами $A=4$ и $L=5$; распределение частиц по размеру – логнормальное с преобладанием частиц диаметром 0,125-0,0625 мм. Массовый расход вещества, рассчитанный по эмпирической формуле, предложенной в [8], составил $2,6 \cdot 10^6 \text{ кг/с}$. Метеорологические данные получены из мезомасштабной модели прогноза погоды WRF-ARW.

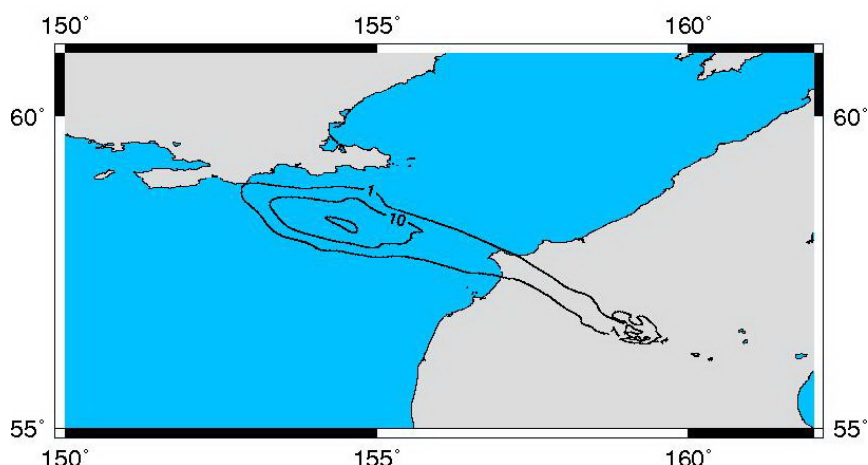


Рис. 4. Концентрация частиц пепла в эруптивном облаке влк. Безымянный в 20:45 UTC 20 января 2019 г. (изолинии проведены с увеличением величины на порядок: 1 – 10 – 100 г/м³)

Заключение

20 января 2019 г. произошло очередное эксплозивное извержение вулкана Безымянный, предыдущее было 20 декабря 2017 г. В период между этими извержениями наблюдалось выжимание лавовых потоков (сразу после 20 декабря 2017 г. на северо-западный склон лавового купола) и рост нового лавового купола в кратере вулкана в течение марта-ноября 2018 г.

Подготовка эксплозивного извержения Безымянного проявилась в нарастании сейсмических событий в районе вулкана начиная с 11 января; незначительный рост температуры термальной аномалии был отмечен 15 января и 20 января непосредственно за 40 мин до извержения.

Эруптивная колонна поднялась до 10-12 км н.у.м. (до 7-9 км над кратером вулкана), площадь пеплопадов составила около 200 тыс. км². VEI ~ 2.

Список литературы

1. *Гирина О.А., Крамарева Л.С., Лупян Е.А. и др.* Применение данных спутника Himawari для мониторинга вулканов Камчатки // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2017. Т. 14. № 7. С. 65-76. doi: 10.21046/2070-7401-2017-14-7-65-76
2. *Гирина О.А., Лупян Е.А., Мельников Д.В. и др.* Извержение вулкана Безымянный 20 декабря 2017 года // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2018. Т. 15. № 3. С. 88-99. doi: 10.21046/2070-7401-2018-15-3-88-99
3. *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.
4. *Гордеев Е.И., Гирина О.А., Лупян Е.А. и др.* Информационная система VolSatView для решения задач мониторинга вулканической активности Камчатки и Курил // *Вулканология и сейсмология*. 2016а. № 6. С. 62-77. doi: 10.7868/S0203030616060043
5. *Сорокин А.А., Королев С.П., Гирина О.А. и др.* Интегрированная программная платформа для комплексного анализа распространения пепловых шлейфов при эксплозивных извержениях вулканов Камчатки // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2016. Т. 13. № 4. С. 9–19; doi: 10.21046/2070-7401-2016-13-4-9-19
6. *Gordeev E.I., Girina O.A.* Volcanoes and their hazard to aviation // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2014. Vol. 84. No. 1. P. 1-8. doi: 10.1134/S1019331614010079
7. *Costa A., Macedonio G., Folch A.* A three-dimensional Eulerian model for transport and deposition of volcanic ashes // *Earth and Planetary Science Letters*. 2006. Vol. 241. No. 3–4. P. 634–647. doi: 10.1016/j.epsl.2005.11.019
8. *Woodhouse M.J., Hogg A.J., Phillips J.C. et al.* Interaction between volcanic plumes and wind during the 2010 Eyjafjallajökull eruption, Iceland // *J. of Geophysical Research: Solid Earth*. 2013. Vol. 118. No. 1. P. 92–109. doi: 10.1029/2012JB009592