

Пароксизмальные эксплозивные извержения вулкана Безымянный в 2022 г. и их опасность для авиации

Гирина О.А.¹, Мельников Д.В.¹, Маневич А.Г.¹, Романова И.М.¹, Лупян Е.А.², Сорокин А.А.³, Крамарева Л.С.⁴, Цветков В.А.¹, Демянчук Ю.В.¹

The 2022 paroxysmal explosive eruptions of Bezymianny volcano and their danger to aviation

Girina O.A., Melnikov D.V., Manevich A.G., Romanova I.M., Loupian E.A., Sorokin A.A., Kramareva L.S., Tsvetkov V.A., Demyanchuk Yu.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 вулкана Безымянный в 2022 г. Произошло три пароксизмальных эксплозивных извержения вулкана в марте, мае и октябре, они представляли опасность для международных и местных авиаперевозок.

Введение

Безымянный – один из наиболее активных вулканов Камчатки. Пробуждение его после тысячелетнего молчания 22 октября 1955 г., катастрофическое извержение 30 марта 1956 г. и непрерывная активность вулкана до настоящего времени, связанная с ростом лавового купола внутри эксплозивного кратера, сделали вулкан широко известным в мире. С 1977 г. его эруптивная деятельность представлена экструзивной активностью, предваряющей эксплозивные извержения продолжительностью от нескольких десятков минут до двух суток, а также эффузивными извержениями длительностью от 2-3 месяцев до нескольких лет. Предыдущее эксплозивное извержение вулкана наблюдалось 21 октября 2020 г. [3], вслед за ним на западный и северо-западный склоны купола Новый выжимались лавовые потоки.

В 2022 г. произошло три пароксизмальных эксплозивных извержения вулкана: 14-15 марта, 28 мая и 23-24 октября, которые были зарегистрированы по видеоматериалам и различным спутниковым данным. Ежедневный мониторинг вулкана выполняется с 1993 г. в рамках работы Камчатской группы реагирования на вулканические извержения (KVERT – Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team, <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/>) Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН для снижения опасности извержений вулканов для авиационных перевозок в северо-западной части Северной Пацифики [5]. Спутниковый мониторинг вулкана KVERT осуществляет с 2002 г. Он проводится с 2012 г. с помощью информационной системы (ИС) «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» (VolSatView), работающей на базе ресурсов Дальневосточного центра НИЦ «Планета», Центра коллективного пользования (ЦКП) «ИКИ-Мониторинг» (при поддержке Минобрнауки РФ, Институт космических исследований РАН, тема «Мониторинг», госрегистрация № 122042500031-8) и ЦКП «Центр данных ДВО РАН» (Вычислительный центр ДВО РАН) [2, 4, 6, 7]. Для мониторинга вулканов в ИС VolSatView имеются оперативно обновляемые данные среднего и низкого разрешения спутниковых систем: NOAA-18/19, Terra и Aqua, Suomi NPP и JPSS-1, Метеор-М № 2, Himawari-8/9 [2, 4, 6]. Сбор данных и их обработка выполняются в ИС KVERT [2].

Эксплозивное извержение 14-15 марта

В течение 2021 г. вулкан был относительно спокоен, но температура аномалии в районе лавового купола была повышенной, время от времени разность температур аномалии и фона превышала 35 °С (17 декабря 2021 г., 7 января и 23 января 2022 г.).

Активность вулкана Безымянный начала расти с 11 марта: повысилось количество раскаленных лавин на южных и юго-восточных склонах лавового купола, на спутниковых снимках отмечалось увеличение размера и температуры термальной аномалии в районе вулкана (рис. 1). Наблюдения свидетельствовали об активном экструзивном процессе, который предшествует сильному эксплозивному извержению вулкана. 14 марта в 17:44 UTC KVERT выпустил сообщение, в котором указывалось: «Активность вулкана постепенно растет. Эксплозивное извержение с выносом пепла до 10-15 км над уровнем моря (н.у.м.) может произойти в течение следующих нескольких дней. Такая деятельность вулкана может быть опасной для международных и местных авиалиний» (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2022-16>). 14-15 марта активность вулкана продолжала усиливаться – непрерывно выжималась свежая лава из кратера вулкана, на склоны лавового купола обрушивались раскаленные лавины, окрестности вулкана покрывались слоем пепла.

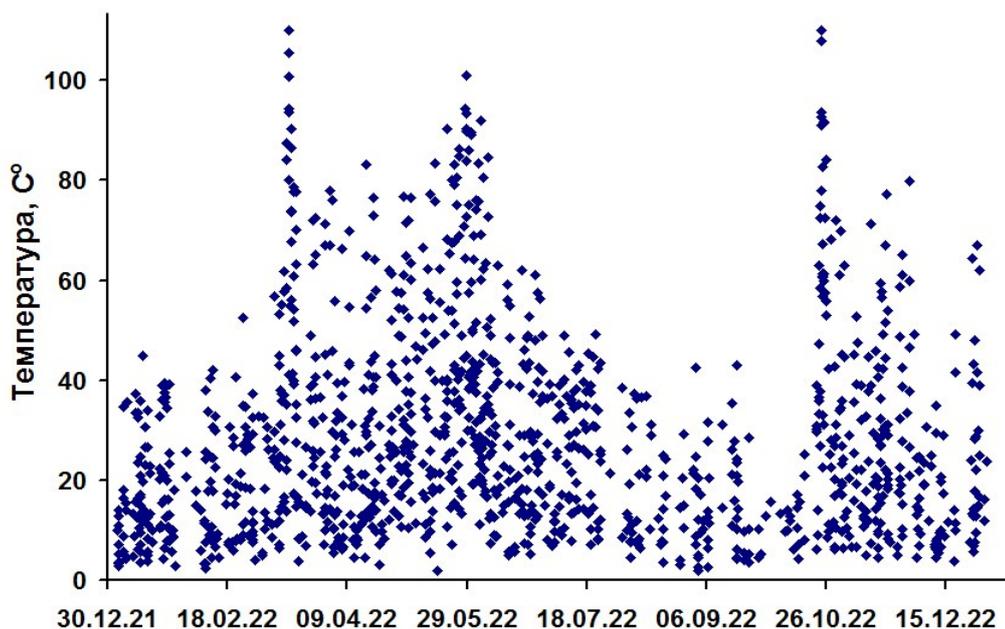


Рис. 1. Разница температур термальной аномалии и фона в районе лавового купола вулкана Безымянный в 2022 г. по спутниковым данным из ИС VolSatView.

Пароксизмальная фаза эксплозивного извержения с выносом пепла до 11 км н.у.м. произошла в 12:53 UTC 15 марта [1]. Спустя 19 ч 10 мин после опубликования сообщения о предстоящем извержении прогноз был реализован. Во время пароксизма в атмосферу поступило наибольшее количество магматического вещества, разница температур аномалии и фона достигала 110 °С. Эруптивный шлейф перемещался до 1310 км на северо-восток от вулкана, общая площадь пеплопадов составила более 374 тыс. км². На северном, западном и южном склонах вулкана были сформированы отложения пирокластических и грязевых потоков. С 15 марта отмечалось выжимание лавовых потоков на южные и юго-западные склоны лавового купола, иногда наблюдались обрушения раскаленных лавин. Величина разности температур термальной аномалии и фона оставалась высокой, например, 16 апреля она была +64.9 °С. Вулканический эксплозивный индекс (VEI – Volcanic Explosivity Index) извержения равнялся 2.

Эксплозивное извержение 28 мая

С 20 мая экструзивно-эффузивное извержение вулкана усилилось: на восточном склоне лавового купола вновь начали отмечаться раскаленные лавины, количество их росло, шла подготовка нового эксплозивного извержения. С 19:00 UTC 26 мая лавины обрушивались с купола почти непрерывно, пепловые облака поднимались до 5 км н.у.м. и протягивались на юго-восток от вулкана. С 20:30 UTC 27 мая мощная эмиссия пепла стала непрерывной. 28 мая в 06:32 UTC KVERT выпустил сообщение, в котором указывалось: «Активность вулкана постепенно растет. Эксплозивное извержение с выносом пепла до 10 км н.у.м. может произойти в любое время. Такая деятельность вулкана может быть опасной для международных и местных авиалиний» (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2022-46>).

Пароксизмальная фаза эксплозивного извержения наблюдалась 28 мая: эксплозии подняли пепел до 12 км н.у.м. в 07:26 UTC (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2022-47>) и до 15 км н.у.м. в 08:15 UTC (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2022-48>) [1]. Пепловый шлейф и затем пепловые облака перемещались до 3040 км на юго-восток от вулкана (рис. 2). Согласно данным с сайта Support to Aviation Control Service (<https://sacs.aeronomie.be>, прибор TROPOMI), в 00:42 UTC 29 мая пепловый шлейф от вулкана Безымянный содержал 6.111 кт SO₂ на площади 247 916 км²; 30 мая в 00:23 UTC содержание SO₂ в облаке составляло 5.416 кт на площади 256 600 км². В долинах Восточная и Южная образовались отложения пирокластических потоков длиной до 7 км. Выжимание лавового потока на юго-восточный склон купола, сопровождавшееся обрушением раскаленных лавин, продолжалось в течение нескольких месяцев. Например, по состоянию на 23 июля 2022 г., согласно спутниковым данным (Sentinel-2A) из ИС VolSatView, его площадь составляла 0.18 км². К концу сентября температура аномалии значительно снизилась. VEI извержения равен 2.

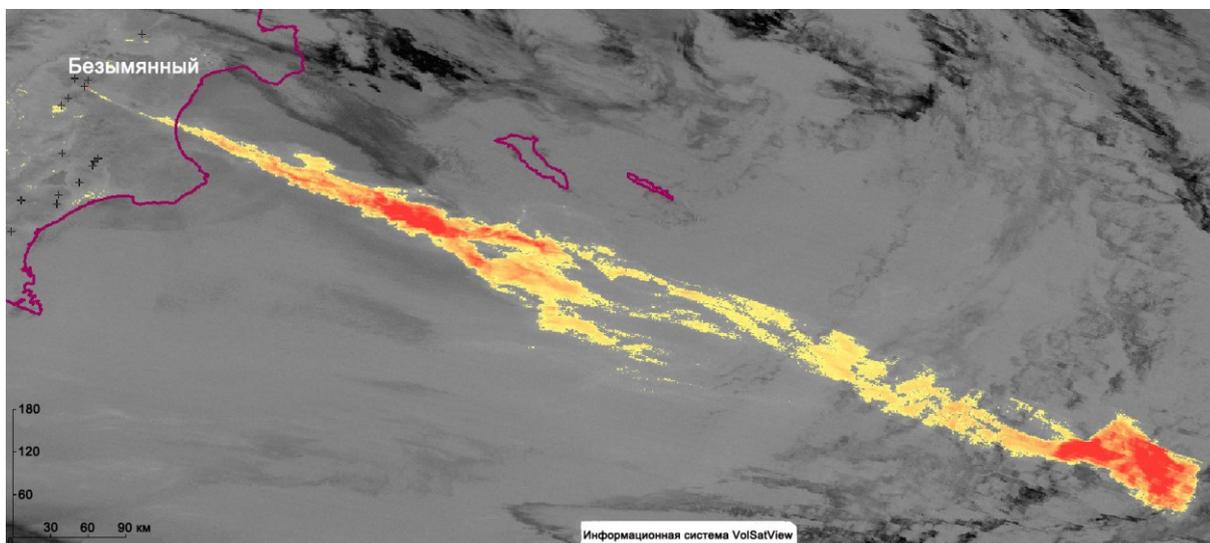


Рис. 2. Пепловый шлейф вулкана Безымянный по состоянию на 15:36 UTC 28 мая 2022 г. на спутниковом снимке JPSS-1 в ИС VolSatView. Протяженность шлейфа составляет 1060 км.

Эксплозивное извержение 23-24 октября

Активность вулкана начала повышаться с 21 октября: температура термальной аномалии в районе вулкана постепенно стала расти, 22 октября над вулканом в течение нескольких часов поднимался до 5 км н.у.м. парогазовый столб. В 03:07 UTC 23 октября KVERT выпустил сообщение, в котором указывалось: «Активность вулкана постепенно растет. Эксплозивное извержение с выносом пепла до 10-15 км н.у.м. может произойти в любое время. Такая деятельность вулкана может быть опасной для международных и местных авиалиний» (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2022-142>).

Спустя 8.5 ч началось пароксизмальное извержение вулкана: в 11:40 UTC 23 октября пепловое облако поднялось до 10 км н.у.м. (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2022-143>). Пепловый шлейф перемещался 23-24 октября до 1915 км на северо-восток от вулкана. Согласно спутниковым данным из ИС VolSatView, на северном склоне вулкана образовались небольшие отложения пирокластических потоков, в русле р. Сухая Хапица на протяжении более 15 км наблюдались образования грязевых потоков. После окончания эксплозивного извержения на юго-восточный склон купола до конца 2022 г. продолжалось выжимание лавового потока, сопровождавшееся иногда обрушением раскаленных лавин. Температура термальной аномалии в районе вулкана постоянно была высокой (рис. 1). VEI извержения составляет 2.

Заключение

1. В 2022 г. произошло три пароксизмальных извержения вулкана Безымянный: 15 марта, 28 мая и 23 октября с выносом пеплов до 11, 15 и 10 км н.у.м., соответственно. Все извержения вулкана были опасны для международных и местных авиоперевозок.
2. Учеными KVERT были предсказаны эксплозивные извержения: 15 марта за 19 ч до его начала, 23 октября – за 8.5 ч до начала извержения.
3. Общая площадь пеплопадов, связанных с распространением эруптивных облаков Безымянного в 2022 г., составляла более 1135 тыс. км², в т.ч. на суше – более 192 тыс. км².
4. Аэрозольные облака после окончания извержений отмечались на удалении от вулкана: более 1300 км на восток и северо-восток в марте, более 3000 км на юго-восток в мае и более 1900 км на северо-восток в октябре.

Список литературы

1. *Гирина О.А., Лупян Е.А., Маневич А.Г. и др.* Дистанционный мониторинг эксплозивных извержений вулкана Безымянный в 2022 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Электронный сборник материалов 20-й Международной конференции, 14-18 ноября 2022 г., ИКИ РАН. М.: ИКИ РАН. 2022. С. 264. <https://doi.org/10.21046/20DZZconf-2022a>
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., Мельников Д.В., Маневич А.Г. и др.* Анализ событий эксплозивного извержения вулкана Безымянный 21 октября 2020 г. по спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 5. С. 297-303. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2020-17-5-297-303>
4. *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>
5. *Gordeev E.I., Girina O.A.* Volcanoes and their hazard to aviation // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2014. V. 84. № 1. P. 1-8. <https://doi.org/10.1134/S1019331614010079>
6. *Lupyan E.A., Milekhin O.E., Antonov V.N. et al.* System of operation of joint information resources based on satellite data in the Planeta Research Centers for Space Hydrometeorology // Russian Meteorology and Hydrology. 2014. V. 39. P. 847-853. <https://doi.org/10.3103/S1068373914120103>
7. *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>