

Вулкан Безымянный в 2016-2018 гг. по данным KVERT*О.А. Гирина, Д.В. Мельников, А.Г. Маневич, Ю.В. Демянчук, А.А. Нуждаев**Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,**e-mail: girina@kscnet.ru*

Безымянный, один из наиболее активных вулканов мира, расположен в центральной части Ключевской группы вулканов Камчатки. После катастрофического извержения 30 марта 1956 г. рост лавового купола в его эксплозивном кратере до конца 2012 г. продолжался почти непрерывно [5]. В течение четырех лет до декабря 2016 г. вулкан находился в состоянии относительного покоя, связанного с высокой эффузивной активностью Трещинного Толбачинского извержения 2012-2013 гг. и влк. Ключевской в 01.09.2012-15.01.2013, 15.08-15.12.2013, 01.01.-24.03.2015 и 03.04.-06.11.2016 [1, 2]. По спутниковым данным, в районе вулкана почти постоянно отмечалась слабая термальная аномалия, отражавшая повышенный тепловой поток эмиссии фумарольных газов (рис. 1).



Рис. 1. Термальная аномалия в районе влк. Безымянный в октябре 2016 г. – феврале 2018 г. (по спутниковым данным из ИС VolSatView [4])

Как было указано в работе [2], 26 августа 2016 г. в северо-восточной части кратера лавового купола Безымянного было отмечено экструзивное тело, начавшее выжиматься на поверхность земли, 23 сентября – увеличение высоты лавового купола по сравнению с 2015 г. Было ясно, что готовится очередное эксплозивное извержение вулкана.

Эффузивное извержение. С 5 декабря 2016 г. температура аномалии в районе вулкана начала повышаться, что указывало на активное выжимание экструзии в кратере лавового купола. На видео снимках 12 декабря было отмечено яркое свечение вершины Безымянного, связанное с началом выжимания лавового потока на склон купола. 15 декабря парогазовая колонна, возможно, содержавшая некоторое количество пепла, поднималась до 4 км н.у.м., шлейф протягивался до 118 км на запад от вулкана [2]. 12-23 декабря постоянно наблюдалось свечение в районе вершины вулкана и его мощная парогазовая активность. 18 декабря на восточном склоне купола отмечались

следы раскаленных лавин, но через неделю они были перекрыты снегом. Активность вулкана на время понизилась.

20 января 2017 г. на снимке Геотон-П (Resurs-P1, данные из ИС VolSatView [4]) на западном склоне купола Безымянного был отмечен мощный лавовый поток шириной около 500 м, длиной около 570 м и общей площадью 0,21 км²; к середине февраля он был покрыт снегом [2]. 5-13 февраля рост температуры аномалии возобновился - в это время на южный склон купола выжимался поток менее вязкой лавы. 12 февраля на спутниковом снимке MSI (SENTINEL-2A) были измерены его параметры: длина 550 м, ширина до 120 м, мощность несколько метров и площадь около 0,06 км² [2]. До конца февраля излияния двух потоков менее вязкой лавы продолжались на тело западного лавового потока, выжатого в декабре-январе.

Эксплозивное извержение 9 марта. 8 марта в 23:45 UTC из кратера влк. Ключевской наблюдались выбросы пепла до 5,5 км н.у.м. Эксплозивное извержение Безымянного, согласно спутниковым данным, началось около 01:30 UTC 9 марта, с 02:54 до 16:00 UTC из его кратера произошло пять крупных взрывов с подъемом пепла до 7-8 км н.у.м. [2]. В 03:52 UTC (NOAA 19), насыщенный пеплом шлейф шириной 14 км протягивался на 112 км, в 09:10 UTC (Himawari-8) - 600 км на северо-запад от вулкана, в 09:40 UTC пепловый шлейф протягивался на 470 км на северо-северо-запад от вулкана [2]. По сейсмическим данным, извержение продолжалось около 6,3 ч, величина вулканического дрожания составляла 0,3 мкм/с (<http://www.emsd.ru/~ssl/monitoring>). Сразу после взрывов на склон купола начал выжиматься лавовый поток, что подтверждалось ярким свечением его ночью, а также высокой интенсивностью термальной аномалии в районе вулкана (рис. 1). По состоянию на 16 марта, согласно расчетам, основанным на оценке интенсивности термальной аномалии, выжимание лавы происходило с расходом около 0,2 м³/с. В апреле и мае вулкан был относительно спокоен, но в районе его лавового купола почти постоянно регистрировалась термальная аномалия.

Эксплозивное извержение 16 июня. В течение 12-15 июня отмечалось повышение температуры термальной аномалии в районе вулкана (рис. 1), а также рост количества раскаленных лавин и мощности парогазовой деятельности, поэтому 15 июня в 10:50 UTC Авиационный цветовой код вулкана был изменен с Желтого на Оранжевый, на сайте KVERT было опубликовано предупреждение о возможном скором его пароксизмальном извержении с выбросом пепла до 10-15 км н.у.м. (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2017-136>).

Эксплозивное извержение с подъемом пепловой тучи до 12 км н.у.м. началось в 04:53 UTC 16 июня, т.е. *предупреждение об опасности было опубликовано за 6 ч до события*. Пепловое облако сначала смещалось на северо-восток, затем на восток от вулкана. В 09:10 UTC 16 июня фронтальная часть пеплового облака (размером примерно 212x115 км) находилась на расстоянии 246 км на восток от Безымянного, в 20:00 UTC этого дня - в 600 км от него, причем размер облака увеличился вдвое (461x244 км) (рис. 2). 16 июня около 15:00 UTC в п. Никольское начал выпадать пепел Безымянного, пепловое облако продолжало перемещаться на юго-восток от вулкана. Площадь его с 05:00 до 21:00 UTC 16 июня увеличилась со 103 до 65 065 км² [3]. По сейсмическим данным, извержение продолжалось 5,5 ч, величина вулканического дрожания составляла 0,4 мкм/с (www.emsd.ru/~ssl/monitoring/).

В июле-сентябре 2017 г. в районе вулкана ночью постоянно отмечалось свечение, на спутниковых снимках - яркая термальная аномалия, т.е. наблюдалось выжимание лавового потока на северо-западный склон купола (рис. 1). Опасность взрывных событий сохранялась, поэтому Авиационный цветовой код вулкана был Оранжевый. С конца сентября температура аномалии начала постепенно снижаться,

поэтому 5 октября Авиационный цветовой код вулкана был изменен на Желтый (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2017-243>).

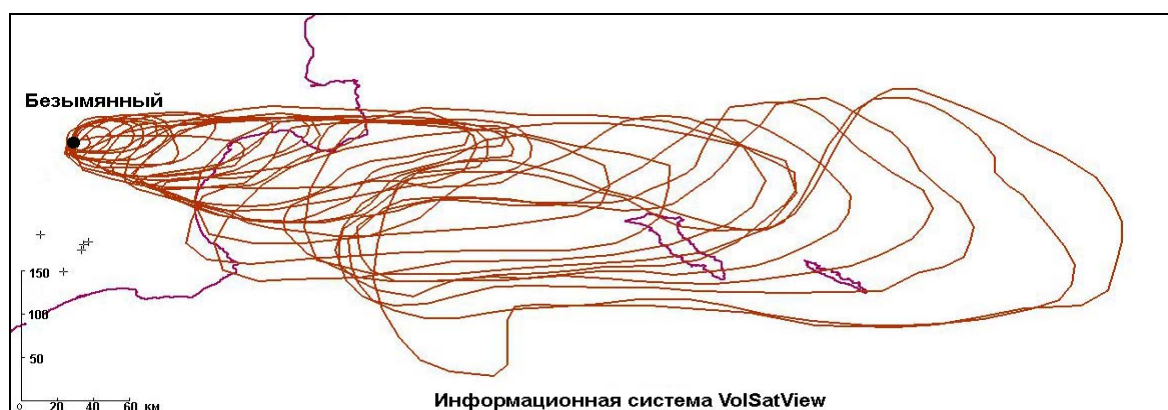


Рис. 2. Изменение конфигурации пеплового облака при эксплозивном извержении вулкана Безымянный с 04:53 до 21:20 UTC 16 июня 2017 г. по данным Himawari-8 в ИС VolSatView [4]

Эксплозивное извержение 20 декабря. С 14 декабря начали регистрироваться постепенное повышение температуры аномалии в районе вулкана, относительно мощная его парогазовая активность, а также свечение вершины лавового купола в ночное время. 18 декабря Авиационный цветовой код вулкана был изменен на Оранжевый (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2017-263>), было указано, что отмечаются раскаленные лавины на юго-восточном склоне купола, что сильное эксплозивное извержение с выносом пепла до 15 км н.у.м. возможно в любое время. В связи с дальнейшим повышением температуры аномалии и ростом интенсивности парогазовой активности вулкана, 20 декабря в 03:06 UTC было опубликовано предупреждение KVERT (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2017-266>) о том, что эксплозивное извержение вулкана с выносом пепла до 15 км н.у.м. возможно в ближайшие часы.

В 03:40 UTC 20 декабря произошло мощное эксплозивное извержение с выносом пепла до 15 км н.у.м., т.е. *предупреждение об опасности было опубликовано за 34 мин до начала извержения вулкана.*

Во время извержения произошло более 5 крупных эксплозивных событий, сопровождавшихся образованием отложений пирокластических и грязевых потоков в долине Восточной и на северном склоне вулкана, а также отложений тефры при распространении пеплового шлейфа на северо-восток от вулкана (рис. 3). Извержение длилось около 5,2 ч, величина вулканического дрожания составляла 0,4 мкм/с (www.emsd.ru/~ssl/monitoring/).

После окончания извержения в районе вулкана в течение нескольких месяцев продолжала фиксироваться яркая термальная аномалия (рис. 1), в темное время суток отмечалось свечение его вершины, отражавшие, вероятно, выжимание нового лавового потока на северо-восточный склон купола.

Выводы. Активность влк. Безымянный после покоя в течение 2012-2016 гг. началась с выжимания экструзивного тела в кратере лавового купола и продолжилась выжиманием лавовых потоков. Первое эксплозивное извержение (пепел до 7-8 км н.у.м.) произошло спустя 94 дня после возобновления деятельности вулкана, второе (до 12 км н.у.м.) – через 99 дней после первого, третье (до 15 км н.у.м.) – через 188 дней после второго. Эксплозивные извержения вулкана длительностью от 5,2 до 6,3 ч, чередовались с эффузивными, продолжавшимися до нескольких месяцев.

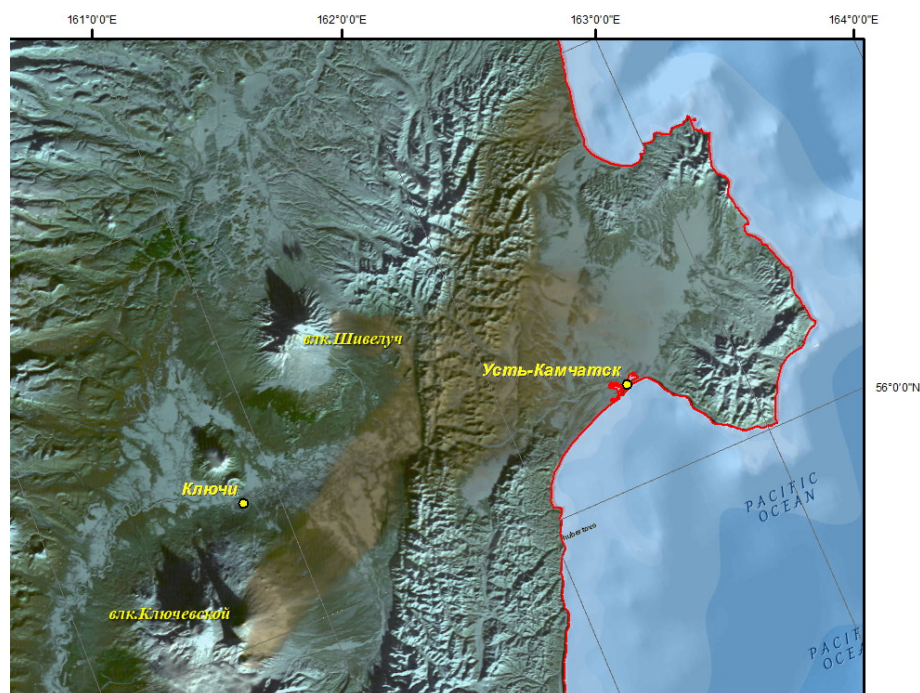


Рис. 3. Отложения тефры на суше после эксплозивного извержения влк. Безымянный 20 декабря 2017 г. Данные ДЦ ФГБУ “НИЦ Планета”, спутник Terra, 00:41 UTC 24.12.2017.

Первое эксплозивное извержение по силе было слабее, чем два следующих, судя по высоте подъема пепловых туч и площади отложений тефры. Например, отложения тефры после событий 9 марта занимали на суше площадь около 5200 км^2 , 20 декабря – около $15\,000 \text{ км}^2$. По видеокамерам явно наблюдались 9 марта выбросы пепла из кратера вулкана, 20 декабря – кроме эксплозий из кратера, также формирование отложения пирокластических и грязевых потоков. Например, по спутниковым данным из ИС VolSatView [4], длина пирокластических потоков в долине Восточной составила 5 км, в долине р. Сухая Хапица – 6 км, грязевых потоков - до 18 км.

Работа была выполнена при поддержке проекта РНФ (№ 16-17-00042).

Список литературы

1. *Гирина О.А.* Спутниковые данные высокого разрешения для уточнения положения разломных зон в пределах Ключевской группы вулканов Камчатки // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 6. С. 148-156. doi: 10.21046/2070-7401-2016-13-6-148-156.
2. *Гирина О.А., Мельников Д.В., Демянчук Ю.В., Маневич А.Г.* Извержение вулкана Безымянный в 2016-2017 гг. по данным KVERT // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы XX региональной конференции, посвященной Дню вулканолога, Петропавловск-Камчатский, 30-31 марта 2017 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН. 2017. С. 14-17.
3. *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.
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. 2016. № 6. С. 62-77. doi: 10.7868/S0203030616060043.
5. *Girina O.A.* Chronology of Bezymianny Volcano activity, 1956-2010 // J. Volcanol. Geother. Res. 2013. V. 263. P. 22-41. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2013.05.002.