

Активность вулканов Камчатки и Курильских островов в 2020-2021 гг. и их опасность для авиации

О.А. Гирина¹, А.Г. Маневич¹, Д.В. Мельников¹, А.А. Нуждаев¹, И.М. Романова¹, Е.А. Лупян², А.А. Сорокин³, Л.С. Крамарева⁴

¹ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: girina@kscnet.ru*

² *Институт космических исследований РАН, Москва*

³ *Вычислительный центр ДВО РАН, Хабаровск*

⁴ *Дальневосточный центр «НИЦ «Планета», Хабаровск*

На Камчатке и Курильских островах расположено 68 действующих вулканов, ежегодно здесь отмечаются эксплозивные извержения 4-8 вулканов.

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 ДВО РАН, выполняет функции Вулканологической обсерватории Российской Федерации (WOVO № 290111-300001) по обеспечению информацией о вулканической деятельности на Дальнем Востоке международного аэронавигационного сообщества [2, 7]. С 2014 г. спутниковый мониторинг проводится с помощью информационной системы (ИС) «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» (VolSatView) [1, 2]. Для мониторинга вулканов в VolSatView имеются оперативно обновляемые данные среднего разрешения следующих спутниковых систем: NOAA-18/19 (прибор AVHRR – Advanced Very-High-Resolution Radiometer), Terra и Aqua (MODIS – Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), Suomi NPP (National Polar-orbiting Partnership) и JPSS-1 (Joint Polar Satellite System) (VIIRS – Visible Infrared Imaging Radiometer Suite), Sentinel 3A и 3B (SLSTR – Sea and Land Surface Temperature Radiometer). С 15 марта 2016 г. в ИС поступают данные с геостационарного спутника Himawari-8 (прибор AHI – Advanced Himawari Imager), обновляемые каждые 10 минут. В настоящее время в рамках мониторинга вулканов Камчатки и Курильских островов доступны для анализа около 200 спутниковых снимков в сутки. Детальное изучение событий и продуктов извержения в VolSatView возможно с помощью спутников Landsat-7 (ETM+ – Enhanced Thematic Mapper Plus), Landsat-8 (OLI (Operational Land Imager) и TIRS (Thermal Infrared Sensor)), Канопус-В (МСС (многозональная съемочная система), ПСС (панхроматическая съемочная система)), Ресурс-1/2 (Геотон; КШМСА-ВР и КШМСА-СР – широкозахватная многоспектральная аппаратура высокого и среднего разрешения), EO-1 (Earth Observing One Mission) (Hyperion), Sentinel 2B (MSI – MultiSpectral Instrument) [1, 2, 6].

В 2020-2021 гг. извергались шесть вулканов Камчатки и Курильских островов: Шивелуч, Ключевской, Безымянный, Карымский, Эбеко, Пик Сарычева. Рассмотрим их активность.

Шивелуч. Экструзивно-эксплозивное извержение вулкана началось в августе 1980 г. и продолжается до настоящего времени. В течение 2020-2021 гг. в ночное время отмечалось свечение лавового купола, связанное с продолжением поступления на поверхность земли магматического вещества, иногда наблюдались сопутствующие этому процессу явления: эксплозивные события с подъемом пепла до 10 км над уровнем моря (н.у.м.) и обрушения раскаленных лавин, пепел от которых обычно поднимался до 3-5 км н.у.м. На спутниковых снимках постоянно отмечалась термальная аномалия в районе лавового купола.

Сильные эксплозивные события происходили в 2020 г.: 8 апреля (эксплозии пепла до 10 км н.у.м.), 22 декабря (до 8 км н.у.м.) и 29 декабря (до 7 км н.у.м.); умеренной силы – 13 июня, 2 и 12 октября, 24 декабря (до 5, 4.5 и 6 км н.у.м., соответственно). Во время таких событий пепловые облака и шлейфы протягивались более чем на 625 км, в основном, на юго-восток от вулкана. 18 апреля и 10 июня пепел от раскаленных лавин поднимался до 2.5 и 5.5 км н.у.м., соответственно, пепловые шлейфы протягивались до 45 км на юго-восток от вулкана. Кроме эруптивных шлейфов, 20 апреля, 28 июня, 24 августа и 7-10 октября в районе вулкана наблюдалось формирование шлейфов ресуспендированного пепла [5], которые протягивались сплошной полосой до 310 км на северо-восток и юго-восток от вулкана. В течение всего года активность вулкана была опасной для международных и местных авиаперевозок.

Уникальное событие произошло в 2020 г.: в восточной части лавового купола Шивелуча с конца апреля – начала мая начал расти новый блок лавы. К 13 мая он уже возвышался над кромкой купола, к 11 июня поднимался над куполом на 50-80 м. 28 сентября было отмечено, что этот блок лавы приобрел гладкие поверхности, то есть, вероятно, что последние порции лавы, выдавленные из недр вулкана, были более пластичными – менее раскристаллизованными – содержали больше вулканического стекла и меньше породообразующих минералов. Этот блок лавы был назван нами Дельфин. 31 октября на блоке лавы были отмечены трещины, к 8 декабря он разрушился (рис. 1).

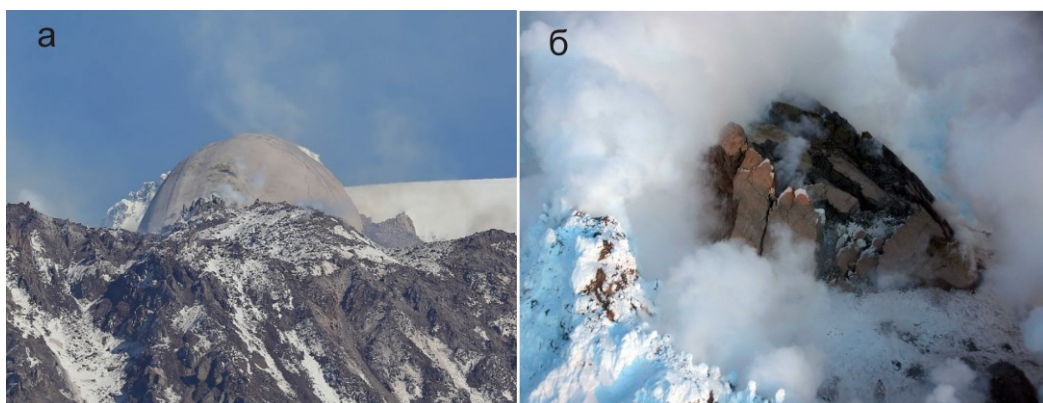


Рис. 1. Лавовый блок Дельфин в 2020 г.: а – 28 сентября, фото Ю. Демянчука; б – 8 декабря, фото С. Чиркова.

Ключевской. Два умеренной силы вершинных эксплозивно-эффузивных извержения вулкана произошли в 2019-2021 гг. Первое продолжалось с 1 ноября 2019 г. по 3 июля 2020 г., второе – с 30 сентября 2020 г. по 8 февраля 2021 г. В течение извержений вулкана непрерывно наблюдалась активность стромболианского типа и парагазовая деятельность с выносом разного количества пепла до 8 км н.у.м. и протяженностью шлейфов до 600 км в различных направлениях от вулкана. Ближе к окончанию второго извержения в Апахончичском желобе происходили мощные фреатические взрывы и обрушения пирокластики с бортов Апахончичского желоба, пепловые облака поднимались до 9.6 км н.у.м. Лавовый поток из вершинного кратера вулкана во время первого извержения изливался по Апахончичскому желобу с 18 апреля по 3 июля 2020 г. Во время второго извержения лавовые потоки двигались по Апахончичскому желобу с 4 октября по 8 декабря 2020 г. и с 22 января по 8 февраля 2021 г., и по Козыревскому желобу с 7 декабря 2020 г. по 28 января 2021 г. По состоянию на 13 декабря 2020 г., протяженность лавового потока от кратера в Апахончичском желобе составляла 3 км, в Козыревском желобе – 1.6 км. В районе вулкана Ключевской во время извержений постоянно регистрировалась крупная яркая

термальная аномалия. Активность вулкана была опасной для международных и местных авиаперевозок.

17 февраля 2021 г. на северо-западном склоне вулкана на высоте 2.7-2.8 км н.у.м. произошел боковой прорыв (рис. 2), из двух центров начала изливаться лава. К 23 февраля потоки лавы достигли ледника Эрмана. По предложению А.Ю. Озерова, прорыв назван именем член-корр. АН СССР Г.С. Горшкова. Извержение продолжается. Активность вулкана остается опасной для местных авиаперевозок.



Рис. 2. Боковой прорыв на северо-западном склоне вулкана Ключевской 23 февраля 2021 г., вид с Камчатской вулканологической станции им. Ф.Ю. Левинсона-Лессинга. Фото Ю. Демянчука.

Безымянный. 21 октября 2020 г. произошло мощное эксплозивное извержение вулкана с выносом пепла до 11 км н.у.м. и распространением пепловых шлейфов на сотни километров на юго-восток от вулкана [4]. Активность вулкана была опасной для международных и местных авиаперевозок.

Карымский. Активность вулкана в течение 2020-2021 гг. была неравномерной. Согласно спутниковым данным, количество эксплозивных событий в сутки варьировалось от одного до семи (в октябре 2020 г.), пять месяцев вулкан был спокойным. Термальная аномалия в районе кратера вулкана регистрировалась время от времени. Наиболее сильные эксплозии с выносом пепла до 8 км н.у.м. наблюдались 8 ноября и 9 декабря. Умеренная эруптивная активность вулкана отмечалась 17 и 21 апреля, 10, 24, 26, 28, 29 и 31 мая, 2 июня, 14, 27 и 28-29 июля, 20-21, 23, 25-26 и 30 октября, 1-2 и 8 ноября, 9-10, 26 и 30 декабря 2020 г., и 2 января 2021 г. Кроме эруптивных шлейфов, 10-11 и 21 октября в районе вулкана наблюдалось формирование шлейфов ресуспендированного пепла [5], которые протягивались до 380 км на юго-восток от вулкана. Активность вулкана была опасной для международных и местных авиаперевозок.

Эбеко, о. Парамушир, Северные Курилы. С 18 октября 2016 г. происходит умеренной силы эксплозивное извержение вулкана. По сообщениям наблюдателей из г. Северо-Курильск, в 2020-2021 гг. отмечалось от 2 до 8 пепловых эксплозий в сутки; наиболее интенсивная эруптивная активность наблюдалась 27 апреля. Пепловые облака поднимались до 4.5 км н.у.м. и перемещались до 180 км преимущественно в восточных направлениях от вулкана. Пеплопады отмечались в г. Северо-Курильск 29 и 30 апреля, 15 июля, 22 августа, 10, 14 и 15 сентября, 9 и 10 октября, 16, 17, 22, 24, 26 и 29 ноября 2020 г., 8 января, 9, 15 и 20 февраля 2021 г. На спутниковых снимках в районе кратера Эбеко с марта по декабрь 2020 г., и редко в январе-феврале 2021 г. регистрировалась термальная аномалия, наиболее высокая ее температура была 23 июня 2020 г. Активность вулкана была опасной для местных авиаперевозок.

Пик Сарычева, о. Матуа, Центральные Курилы. С 30 марта 2020 г. нами было отмечено довольно быстрое повышение температуры термальной аномалии в районе вулкана. Наибольшая разность температур аномалии и фона была зафиксирована 19 апреля (54.2 °С), затем температура аномалии плавно снизилась до обычной для фумарольной активности вулкана. Вероятно, происходил подъем свежего магматического вещества по жерлу вулкана, но оно не достигло кромки кратера.

Следующий эпизод резкого подъема температуры аномалии был отмечен 7 января 2021 г., 10 января разность температур аномалии и фона достигла 79.8 °С, на спутниковых снимках из ИС VolSatView был обнаружен лавовый поток, спускавшийся по северо-западному склону вулкана. Эффузивное извержение вулкана закончилось 17 февраля 2021 г. Особенностью этого извержения было отсутствие эксплозивной активности, обычно предварявшей излияния лавовых потоков. Вероятно, процесс подготовки этого извержения произошел осенью 2018 г. [3]. Активность вулкана была опасной для местных авиаперевозок.

Выводы

1. В 2020-2021 гг. извергались четыре вулкана Камчатки (Шивелуч, Ключевской, Безымянный, Карымский) и два вулкана Курильских островов (Эбеко и Пик Сарычева).
2. Наиболее сильными были извержения вулканов: Безымянный (21 октября 2020 г.), Шивелуч (8 апреля 2020 г.) и Ключевской (24 января 2021 г.) с подъемом пепловых облаков до 10-11 км н.у.м. и формированием крупных отложений тефры.
3. Извержение вулкана Эбеко в умеренном режиме продолжается с 18 октября 2016 г. – 4 года и 4 месяца.
4. Извержения вулканов Шивелуч, Ключевской, Безымянный и Карымский были опасными для международных и местных авиаперевозок, вулканов Эбеко и Пик Сарычева – для местных авиаперевозок.

Список литературы

1. *Гирина О.А., Лупян Е.А., Мельников Д.В. и др.* Создание и развитие информационной системы «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 3. С. 249-265. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2019-16-3-249-265>.
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.* Извержение вулкана Пик Сарычева в 2018 г. // Вестник КРАУНЦ. Серия: Науки о Земле. 2019. № 1. Вып. 41. С. 12-14. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2019-1-41-12-14>.
4. *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. Вып. 17. № 5. С. 297-303. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2020-17-5-297-303>.
5. *Гирина О.А., Сорокин А.А., Мельников Д.В., Маневич А.Г.* Ресуспендированный пепел вулкана Шивелуч // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 5. С. 315-319. <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2016-13-5-315-319>.
6. *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>.
7. *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>.