

## Эксплозивное событие 19 апреля 2022 г. вулкана Карымский (Камчатка) по спутниковым данным

О. А. Гирина<sup>1</sup>, А. М. Константинова<sup>2</sup>, Л. С. Крамарева<sup>3</sup>, А. А. Сорокин<sup>4</sup>,  
А. Г. Маневич<sup>1</sup>, Д. В. Мельников<sup>1</sup>, И. М. Романова<sup>1</sup>, И. А. Уваров<sup>2</sup>,  
С. И. Мальковский<sup>4</sup>, С. П. Королев<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН  
Петропавловск-Камчатский, 683006, Россия  
E-mail: girina@kscnet.ru*

<sup>2</sup> *Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия*

<sup>3</sup> *Дальневосточный центр НИЦ «Планета», Хабаровск, 680000, Россия*

<sup>4</sup> *Вычислительный центр ДВО РАН, Хабаровск, 680000, Россия*

Вулкан Карымский — один из наиболее активных вулканов Камчатки. В последние два года были отмечены единичные мощные эксплозии с выносом пепла до 8–10 км н.у.м. Эксплозивное событие 19 апреля с подъёмом пеплового облака до 10 км н.у.м. произошло на фоне непрерывной эмиссии пепла из вулкана. В связи с высокой циклонической активностью в районе Камчатки пепловое облако 19–21 апреля было растянуто в полосу длиной 1000 км с юго-востока на северо-восток. Северная часть облака была затянута другим циклоном в Арктику. Площадь пеплового облака составляла более 246 тыс. км<sup>2</sup>. Кроме эруптивного, в начале извержения хорошо проявилось крупное облако диоксида серы. Слабонасыщенное диоксидом серы облако было отмечено над Арктикой 21–22 апреля. Детальное описание эксплозивного события вулкана и распространения пеплового облака было выполнено на основании изучения различных спутниковых данных в информационной системе «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» (VolSatView, <http://kamchatka.volcanoes.smislab.ru>).

**Ключевые слова:** вулкан, Карымский, эксплозивное событие, спутниковый мониторинг, VolSatView, KVERT, Камчатка

Одобрена к печати: 04.05.2022

DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-2-255-260

### Введение

Карымский — один из наиболее активных вулканов Камчатки, расположен в центральной части Восточной вулканической зоны полуострова в 115 км от г. Петропавловск-Камчатский. Он является типичным стратовулканом с конусом правильной формы, сложенным лавовыми потоками и пирокластическим материалом андезитового и андезидацитового состава, с кратером диаметром до 250 м на вершине (Ivanov et al., 1991). Активность вулкана представлена эксплозивными (вулканского и стромболианского типов) и эффузивными извержениями, сведения о которых известны с 1854 г. (Иванов, 1970).

В связи с удалённостью вулкана от населённых пунктов учёными Камчатской группы реагирования на вулканические извержения (*англ.* Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team — KVERT) Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН с 2002 г. проводится его спутниковый мониторинг (Гирина и др., 2018; Gordeev, Girina, 2014). С 2014 г. он выполняется с помощью информационной системы (ИС) «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» (VolSatView, <http://kamchatka.volcanoes.smislab.ru>) (Гирина и др., 2018, 2019; Gordeev et al., 2016).

Активность вулкана в течение последних 20 лет была неравномерной: ежегодно отмечалась умеренная эксплозивная деятельность вулкана в течение 5–10 мес с выносом пеплов до 4–5 км н.у.м. (над уровнем моря), изредка — до 6–7 км н.у.м. В сентябре 2005 г. и декабре 2009 г. в кратере вулкана наблюдался лавовый купол, более мощные эксплозивные события

связаны с его разрушением. В сентябре 2020 г. чаша кратера была пуста (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/imgs/2579.jpg>), вулкан находился в состоянии относительного покоя, но 21 октября эксплозии подняли пепел до 6 км н. у. м. (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/imgs/2607.gif>). В последние два года стали отмечаться единичные мощные эксплозивные события с подъёмом пепловых облаков до 8–10 км н. у. м.

## Эксплозивное событие вулкана Карымский 19 апреля 2022 г.

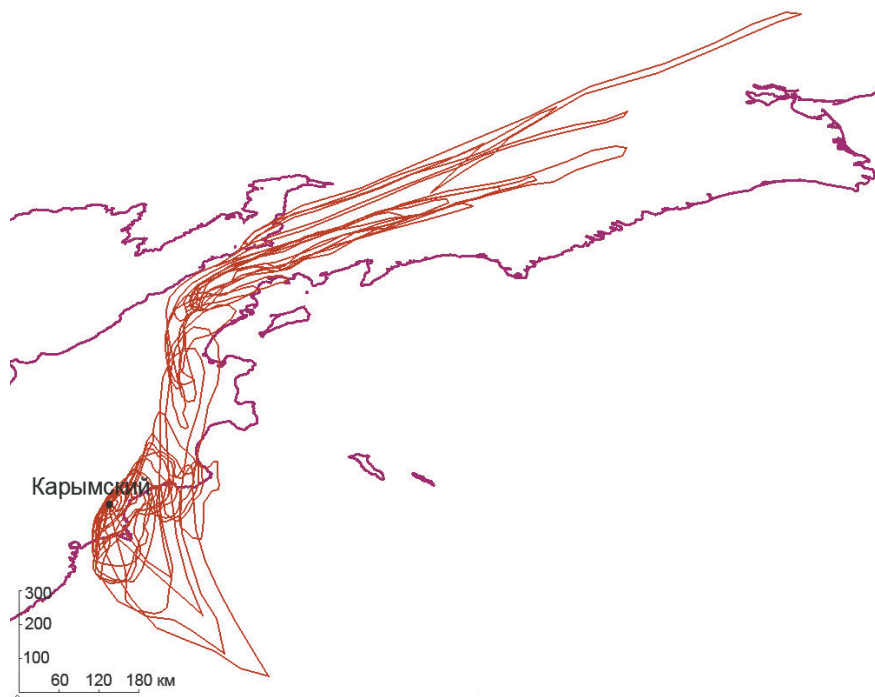
По данным спутника Himawari-8 из ИС VolSatView, с 20:05 GMT (*англ.* Greenwich Mean Time) 19 апреля наблюдалась непрерывная эмиссия пепла из вулкана, пепловый шлейф поднимался до 6 км н. у. м. и протягивался от него до 200 км на юго-запад. На фоне продолжающейся эмиссии пепла в 21:20 GMT эксплозии подняли пепловое облако до 10 км н. у. м., и оно начало перемещаться на северо-восток от вулкана. KVERT выпустил предупреждение об опасности извержения для авиации (*англ.* Volcano Observatory Notice for Aviation — VONA) с изменением авиационного цветового кода с оранжевого на красный в 22:04 GMT 19 апреля (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/?n=2022-27>). По визуальным данным сотрудников Кроноцкого заповедника из бух. Ольга (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/imgs/2769.jpg>), высота эруптивной колонны соответствовала измеренной по спутниковым данным. По данным спутника «Метеор-М» № 2, эруптивная колонна трансформировалась в грибовидное пепловое облако ([http://planet.rssi.ru/retro/news/img/volcano\\_far\\_east\\_2022\\_04\\_20/1.jpg](http://planet.rssi.ru/retro/news/img/volcano_far_east_2022_04_20/1.jpg)), от которого отделилось аэрозольное облако, насыщенное диоксидом серы ([http://planet.rssi.ru/retro/news/img/volcano\\_far\\_east\\_2022\\_04\\_20/6.gif](http://planet.rssi.ru/retro/news/img/volcano_far_east_2022_04_20/6.gif)). Динамика начальных событий извержения 19–20 апреля отражена на анимационной картине, выполненной по серии снимков со спутника Himawari-8 в Дальневосточном Центре ФГБУ «Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета» (ДЦ «НИЦ «Планета», [http://planet.rssi.ru/retro/news/img/volcano\\_far\\_east\\_2022\\_04\\_20/5.gif](http://planet.rssi.ru/retro/news/img/volcano_far_east_2022_04_20/5.gif)). Мощный циклон, находившийся у восточных берегов Камчатки (примерно в 20 км от Карымского), начал растягивать пепловое облако на юго-восток и северо-восток от вулкана. На видео, снятом сотрудниками Кроноцкого заповедника на кордоне Семьячинский, отметим многослойность эруптивного облака и движение его частей в разные стороны от вулкана (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/imgs/video/2771.mp4>).

По состоянию на 06:30 GMT 20 апреля, пепловое облако шириной до 70 км растянулось на 1100 км, кромка одной его ветви находилась в 600 км на юго-восток от вулкана, другой — в 540 км на северо-восток от него. Дополнительная информация об этом событии показана на сайте ДЦ НИЦ «Планета» ([http://planet.rssi.ru/index.php?lang=ru&page\\_type=news&page=news&news\\_item=volcano\\_far\\_east\\_2022\\_04\\_20](http://planet.rssi.ru/index.php?lang=ru&page_type=news&page=news&news_item=volcano_far_east_2022_04_20)).

К 10:30 GMT 20 апреля протяжённость пеплового облака составляла 1750 км, кромка закрученной циклоном южной части облака находилась в 960 км от вулкана, северной — в 630 км от него. К 16:00 GMT 20 апреля протяжённость пеплового облака составляла около 2600 км, кромка южной части облака была в 1210 км от вулкана, северной — в 1405 км от него. С 21:00 GMT 20 апреля северная часть облака, вытянутая линейно по азимуту 70° на 900 км, южная кромка которого была на расстоянии 750 км (азимут 24°) от вулкана, в течение почти 5 ч находилась на одном месте, затем начала затягиваться арктическим циклоном, и к 08:00 GMT 21 апреля пепловое облако из линейного превратилось в дугообразное с радиусом дуги примерно 230 км. Динамику развития пеплового облака влк. Карымский 19–21 апреля хорошо иллюстрирует анимация, выполненная по серии снимков Himawari-8 в ИС VolSatView (<http://volcanoes.smislab.ru/animation/1650916593.gif>). Площадь пеплового облака по состоянию на 01:10 GMT 21 апреля составляла около 245,5 тыс. км<sup>2</sup> (*рисунок*, см. с. 257). Пепловые облака влк. Карымский 19–22 апреля представляли опасность для международных и местных авиаперевозок.

По данным Системы оповещения о вулканическом пепле и SO<sub>2</sub> Службы поддержки авиации (*англ.* Support Aviation Control Service (SACS) SO<sub>2</sub> and Ash Notification System, <http://sacs.aeronomie.be>), с помощью инструмента TROPOMI (*англ.* Tropospheric Ozone-Monitoring

Instrument) над Северным Ледовитым океаном было зарегистрировано облако диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ): 21 апреля в период 21:17–23:05 GMT площадью  $106\,205\text{ км}^2$  и массой  $3,664\text{ кт}$  ([https://sacs.aeronomie.be/alert/TropomiNrt/2022/04.alt/22/img/20220422\\_005703\\_112\\_vcd\\_interpol.gif](https://sacs.aeronomie.be/alert/TropomiNrt/2022/04.alt/22/img/20220422_005703_112_vcd_interpol.gif)) и 22 апреля в период 00:37–02:36 GMT площадью  $248\,636\text{ км}^2$  и массой  $5,771\text{ кт}$  ([https://sacs.aeronomie.be/alert/TropomiNrt/2022/04.alt/22/img/20220422\\_040917\\_112\\_vcd\\_interpol.gif](https://sacs.aeronomie.be/alert/TropomiNrt/2022/04.alt/22/img/20220422_040917_112_vcd_interpol.gif)).



Распространение пеплового облака в течение и впоследствии эксплозивного события 19 апреля 2022 г. влк. Карымский по состоянию на 01:10 GMT 21 апреля 2022 г. по данным из ИС VolSatView

После эксплозивного события 19 апреля отмечалась интенсивная стромболианская активность влк. Карымский, один из эпизодов которой запечатлён на спутниковом снимке Sentinel-2В в 00:41 GMT 22 апреля.

Следует отметить, что на влк. Малый Семячик, расположенном в 15 км к северо-востоку от Карымского, с 20 по 26 апреля термальная аномалия не отмечалась, хотя озеро в его кратере не замерзло всю зиму. Вероятно, это связано с пеплопадом из эруптивного облака Карымского — в озере отложилось много пепла. То, что территория вокруг влк. Карымский покрыта большим количеством пепла, отмечается на всех спутниковых снимках. С 29 апреля температура аномалии влк. Малый Семячик начала повышаться.

## Заключение

Эксплозивное событие влк. Карымский с подъёмом пеплового облака до 10 км н.у.м. произошло на фоне непрерывной эмиссии пепла из вулкана, продолжавшейся более часа. В связи с высокой циклонической активностью вблизи Камчатки пепловое облако было растянуто в полосу длиной более 1000 км и северным циклоном вынесено в Арктику. Пепловое облако наблюдалось на спутниковых снимках 19–22 апреля. В начале эксплозивного события выделилось достаточно много диоксида серы, в связи с этим полагаем, что в кратере вулкана находится лавовый купол, частично или полностью разрушенный 19 апреля. Площадь пеплового облака по состоянию на 01:10 GMT 21 апреля составляла около  $245,5\text{ тыс. км}^2$ . Для этого события VEI (*англ.* Volcanic Explosivity Index — вулканический эксплозивный индекс) оценивается как 2.

Работа ИС VolSatView, с помощью которой преимущественно выполнено настоящее исследование, осуществляется благодаря ресурсам: ДВ НИЦ «Планета»; Центра коллективного пользования (ЦКП) «ИКИ-Мониторинг» (тема «Мониторинг», госрегистрация № 122042500031-8) (Институт космических исследований РАН); ЦКП научным оборудованием «Центр обработки и хранения научных данных ДВО РАН», финансируемого Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, соглашение № 075-15-2021-663 (Вычислительный центр ДВО РАН) (Лупян и др., 2019; Lupyay et al., 2014; Sorokin et al., 2017).

## Литература

1. Гирина О.А., Лупян Е.А., Сорокин А.А., Мельников Д.В., Романова И.М., Кашицкий А.В., Уваров И.А., Мальковский С.И., Королев С.П., Маневич А.Г., Крамарева Л.С. Комплексный мониторинг эксплозивных извержений вулканов Камчатки. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2018. 192 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37061627>.
2. Гирина О.А., Лупян Е.А., Мельников Д.В., Кашицкий А.В., Уваров И.А., Бриль А.А., Константинова А.М., Бурцев М.А., Маневич А.Г., Гордеев Е.И., Крамарева Л.С., Сорокин А.А., Мальковский С.И., Королев С.П. 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>.
3. Иванов Б.В. Извержение Карымского вулкана в 1962–1965 гг. и вулканы Карымской группы. М.: Наука, 1970. 136 с.
4. Лупян Е.А., Прошин А.А., Бурцев М.А., Кашицкий А.В., Балашов И.В., Барталев С.А., Константинова А.М., Кобец Д.А., Мазуров А.А., Марченков В.В., Матвеев А.М., Радченко М.В., Сычугов И.Г., Толпин В.А., Уваров И.А. 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. No. 1. P. 1–8. <https://doi.org/10.1134/S1019331614010079>.
6. Gordeev E. I., Girina O. A., Lupyay E. A., Sorokin A. A., Kramareva L. S., Efremov V. Yu., Kashnitskii A. V., Uvarov I. A., Burtsev M. A., Romanova I. M., Melnikov D. V., Manevich A. G., Korolev S. P., Verkhoturov A. L. The VolSatView information system for Monitoring the Volcanic Activity in Kamchatka and on the Kuril Islands // J. Volcanology and Seismology. 2016. V. 10. No. 6. P. 382–394. <https://doi.org/10.1134/S074204631606004X>.
7. Ivanov B. V., Braitseva O. A., Zubin M. I. Karymsky Volcano // Active Volcanoes of Kamchatka. М.: Nauka, 1991, In 2 vol. V. 2. P. 202–203.
8. Lupyay E. A., Milekhin O. E., Antonov V. N., Kramareva L. S., Burtsev M. A., Balashov I. V., Tolpin V. A., Solov'ev V. I. 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>.
9. 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.

## The April 19, 2022, explosive event at Karymsky volcano (Kamchatka) from satellite data

O. A. Girina<sup>1</sup>, A. M. Konstantinova<sup>2</sup>, L. S. Kramareva<sup>3</sup>, A. A. Sorokin<sup>4</sup>,  
A. G. Manevich<sup>1</sup>, D. V. Melnikov<sup>1</sup>, I. M. Romanova<sup>1</sup>, I. A. Uvarov<sup>2</sup>,  
S. I. Malkovsky<sup>4</sup>, S. P. Korolev<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS  
Petropavlovsk-Kamchatsky 683006, Russia  
E-mail: girina@kscnet.ru*

<sup>2</sup> *Space Research Institute RAS, Moscow 117997, Russia*

<sup>3</sup> *Far Eastern Center of SRC Planeta, Khabarovsk 680000, Russia*

<sup>4</sup> *Computing Center FEB RAS, Khabarovsk 680000, Russia*

Karymsky is one of the most active volcanoes of Kamchatka. In the past two years, single powerful explosions with ash removal up to 8–10 km a.s.l. were noted. The explosive event of April 19, with the rise of an ash cloud up to 10 km a.s.l., occurred against the background of a continuous emission of ash from the volcano. Due to the high cyclonic activity near Kamchatka, the ash cloud on April 19–21 stretched into a 1000 km long band from southeast to northeast. The northern part of the eruptive cloud was drawn into the Arctic zone by another cyclone. The area of the ash cloud was over 246 thousand km<sup>2</sup>. In addition to the eruptive one, a large cloud of sulfur dioxide was well manifested at the beginning of the eruption. A cloud slightly saturated with sulfur dioxide was observed over the Arctic zone on April 21–22. A detailed description of the explosive event of the volcano and the spread of the ash cloud was performed based on the study of various satellite data in the information system “Remote monitoring of the activity of the volcanoes of the Kamchatka and the Kuriles” (VolSatView, <http://kamchatka.volcanoes.smislab.ru>).

**Keywords:** volcano, Karymsky, explosive event, satellite monitoring, VolSatView, KVERT, Kamchatka

Accepted: 04.05.2022

DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-2-255-260

### References

1. Girina O. A., Loupian E. A., Sorokin A. A., Melnikov D. V., Romanova I. M., Kashnitskii A. V., Uvarov I. A., Malkovsky S. I., Korolev S. P., Manevich A. G., Kramareva L. S., *Comprehensive Monitoring of Explosive Volcanic Eruptions of Kamchatka*, Petropavlovsk-Kamchatsky: IViS DVO RAN, 2018, 192 p. (in Russian), available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37061627>.
2. Girina O. A., Loupian E. A., Melnikov D. V., Kashnitskii A. V., Uvarov I. A., Bril A. A., Konstantinova A. M., Burtsev M. A., Manevich A. G., Gordeev E. I., Kramareva L. S., Sorokin A. A., Malkovsky S. I., Korolev S. P., Creation and development of the information system “Remote Monitoring of Kamchatka and Kuril Islands Volcanic Activity”, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2019, Vol. 16, No. 3, pp. 249–265 (in Russian), <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2019-16-3-249-265>.
3. Ivanov B. V., *Izverzhenie Karymskogo vulkana v 1962–1965 gg. i vulkany Karymskoi gruppy* (The 1962–1965 eruption of Karymsky volcano and volcanoes of the Karymsky group), Moscow: Nauka, 1970, 136 p. (in Russian).
4. Loupian E. A., Proshin A. A., Bourtsev M. A., Kashnitskii A. V., Balashov I. V., Bartalev S. A., Konstantinova A. M., Kobets D. A., Mazurov A. A., Marchenkov V. V., Matveev A. M., Radchenko M. V., Sychugov I. G., Tolpin V. A., Uvarov I. A., Experience of development and operation of the IKI-Monitoring center for collective use of systems for archiving, processing and analyzing satellite data, *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2019, Vol. 16, No. 3, pp. 151–170 (in Russian), <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, Vol. 84, No. 1, pp. 1–8, <https://doi.org/10.1134/S1019331614010079>.
6. Gordeev E. I., Girina O. A., Loupian E. A., Sorokin A. A., Kramareva L. S., Efremov V. Yu., Kashnitskii A. V., Uvarov I. A., Burtsev M. A., Romanova I. M., Melnikov D. V., Manevich A. G., Korolev S. P., Verkhoturov A. L., The VolSatView information system for Monitoring the Volcanic Activity in Kamchatka

- and on the Kuril Islands, *J. Volcanology and Seismology*, 2016, Vol. 10, No. 6, pp. 382–394, <https://doi.org/10.1134/S074204631606004X>.
7. Ivanov B. V., Braitseva O. A., Zubin M. I., Karymsky Volcano, *Active Volcanoes of Kamchatka*, 1991, Moscow: Nauka, in 2 Vol., Vol. 2, pp. 202–203.
  8. Lupyan E. A., Milekhin O. E., Antonov V. N., Kramareva L. S., Burtsev M. A., Balashov I. V., Tolpin V. A., Solov'ev V. I., System of operation of joint information resources based on satellite data in the Planeta Research Centers for Space Hydrometeorology, *Russian Meteorology and Hydrology*, 2014, Vol. 39, pp. 847–853, <https://doi.org/10.3103/S1068373914120103>.
  9. 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, Vol. 4, pp. 302–304.