

Первое историческое извержение вулкана Крашенинникова (Камчатка) в 2025 г. по данным спутникового мониторинга в информационной системе VolSatView

О. А. Гирина¹, Д. В. Мельников¹, И. М. Романова¹, А. Г. Маневич¹,
Ю. С. Крашенинникова², А. А. Сорокин³, Л. С. Крамарева⁴, В. В. Марченков²

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

² *Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия*

³ *Вычислительный центр ДВО РАН, Хабаровск, 680000, Россия*

⁴ *Дальневосточный центр НИЦ «Планета», Хабаровск, 680000, Россия*

Действующий вулкан Крашенинникова находится в Восточном вулканическом поясе Камчатки. По данным тефрохронологии, последнее эксплозивное извержение вулкана было 1100 лет назад, а излияние лавовых потоков и образование лавового конуса в кратере Северного конуса вулкана — 400–600 лет назад. Согласно спутниковым данным из информационной системы «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» (VolSatView, <http://volcanoes.smislab.ru>), первое историческое извержение вулкана началось в 16:38 UTC (*англ.* Coordinated Universal Time) 2 августа 2025 г. В настоящей работе представлены первые результаты изучения извержения в течение 2–16 августа 2025 г. В это время на спутниковых снимках в районе вулкана постоянно наблюдались крупная термальная аномалия и пепловые шлейфы, которые протягивались на сотни километров в различных направлениях от вулкана. По состоянию на 12 августа протяжённость каждого из трёх лавовых потоков, излившихся с 2 по 12 августа на северо-западный и восточные склоны Северного конуса вулкана, составила около 3 км, общая площадь лавовых потоков достигала 2,7 км². Извержение вулкана Крашенинникова продолжается.

Ключевые слова: вулкан, Крашенинников, Камчатка, эксплозивно-эффузивное извержение, лавовый поток, спутниковый мониторинг, информационная система VolSatView, KVERT

Одобрена к печати: 18.08.2025

DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-4-397-404

Введение

Действующий стратовулкан Крашенинникова (54° 35' 45" с. ш., 160° 16' 12" в. д.) приурочен к Восточному вулканическому поясу Камчатки, он расположен на территории Кроноцкого заповедника примерно в 13 км к югу от оз. Кроноцкое, в 200 км от г. Петропавловска-Камчатского (<http://kvert.febras.net/volc?name=Krashenninnikov>). Комплексная вулканическая постройка, состоящая из двух слившихся конусов, находится в древней кальдере диаметром 9 км. У Южного конуса (1856 м) на вершине расположен кратер диаметром 800 м и глубиной 140 м, залитый лавой. Более молодой Северный конус (1760 м) имеет телескопическую структуру: в центре кальдеры диаметром около 2 км расположены вложенные друг в друга два конуса (*рис. 1*, см. с. 398). Высота среднего конуса — 115 м, диаметр кратера — 600 м, в нём находится шлако-лавовый конус высотой 60 м с кратером диаметром 15 м (Влодавец, Пийп, 1957; Пономарева и др., 1991). По данным тефрохронологии, последнее эксплозивное извержение вулкана было 1100 лет назад, а излияние лавовых потоков и образование шлако-лавового конуса в кратере Северного конуса вулкана — 400–600 лет назад (Пономарева и др., 1991, 2008). Состав пород вулкана варьируется в широких пределах — от базальтов до дацитов (Пономарева и др., 1991).

Вулкан назван в честь академика Российской академии наук Степана Петровича Крашенинникова, изучавшего Камчатку и опубликовавшего в 1755 г. первую в истории России научную монографию на русском языке «Описание земли Камчатки».



Рис. 1. Северный конус вулкана Крашенинникова. Фото Е. Сафоновой, август 2024 г.

Ежедневный спутниковый мониторинг вулкана Крашенинникова проводится учёными из Камчатской группы реагирования на вулканические извержения KVERT (*англ.* Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team) Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН с 2002 г. (Гирина и др., 2018; Girina et al., 2023). С 2014 г. он выполняется с помощью информационной системы (ИС) «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» (VolSatView, <http://volcanoes.smlab.ru>) (Гирина и др., 2018; Лупян и др., 2019; Gordeev et al., 2016; Luryan et al., 2014). Для мониторинга вулкана в ИС VolSatView имеются оперативно обновляемые данные среднего и низкого разрешения спутниковых систем: NOAA-18/19 (*англ.* National Oceanic and Atmospheric Administration, Национальное управление океанических и атмосферных исследований), Terra и Aqua, Suomi NPP (*англ.* National Polar-orbiting Partnership) и JPSS-1/2 (*англ.* Joint Polar Satellite System), Sentinel-3A/3B, «Метеор-М» № 2/4, Himawari-9, снимки высокого разрешения спутников Landsat-7/8/9, Sentinel-1A/1B/2A/2B и др. (Гирина и др., 2018; Girina et al., 2023; Gordeev et al., 2016; Sorokin et al., 2017), а также различные инструменты для проведения анализа этих данных и результатов их обработки. Учёными из KVERT в оперативном режиме вводятся в БД ИС KVERT данные о термальных аномалиях на вулканах и эксплозиях пепла, обнаруженных на спутниковых снимках в системе VolSatView, для анализа активности вулканов и прогноза их работы в будущем (Гирина и др., 2018).

Первое историческое извержение вулкана Крашенинникова

Первое сообщение об извержении вулкана Крашенинникова было получено из Токио, VAAC (*англ.* Volcano Ash Advisory Center), в 19:15 UTC (*англ.* Coordinated Universal Time, всемирное координированное время) 2 августа. В сообщении указано, что по состоянию на 18:30 UTC 2 августа над вулканом наблюдается эруптивная колонна до 4,2 км над уровнем моря (н. у. м.). После обработки спутниковых данных в ИС VolSatView учёные из KVERT опубликовали бюллетень VONA (*англ.* Volcano Observatory Notice for Aviation) с изменением Авиационного цветового кода с зелёного на оранжевый в 21:57 UTC 2 августа (<http://kvert.febras.net/van/?n=2025-39>). Было указано, что по состоянию на 20:50 UTC эруптивная колонна поднимается до 6 км н. у. м. над Северным конусом вулкана, пепловый шлейф протягивается от него на 72 км на восток. В дальнейшем много визуальной информации появилось от сотрудников Кроноцкого заповедника и туристов, облетающих вулкан на вертолётах (рис. 2, см. с. 399).



Рис. 2. Эксплозивное извержение вулкана Крашенинникова вечером 3 августа 2025 г. Эруптивная колонна поднимается из Северного конуса вулкана до 3 км н. у. м. Фото Н. Акбировой, сотрудника Кроноцкого заповедника

Термальная аномалия в районе вулкана (5 пикселей, температура 62,2 °С) начала наблюдаться на спутниковом снимке Suomi NPP из ИС VolSatView с 16:39 UTC 2 августа одновременно с появлением первого пеплового облака, поднявшегося на 3 км н.у.м. До этого на снимках спутников «Метеор-М» № 2 в 16:36 UTC и Himawari-9 в 16:30 UTC этого дня термальной аномалии в районе вулкана не обнаружено. Исходя из вышесказанного, полагаем, что эксплозивное извержение вулкана Крашенинникова началось в 16:38 UTC 2 августа.

По данным обработки спутниковой информации среднего разрешения учёными из KVERT в ИС VolSatView и ИС KVERT, разность температуры термальной аномалии и фона (Girina et al., 2023) в первый же день извержения превысила 80 °С (рис. 3, см. с. 400) и оставалась высокой весь период наблюдений с 2 по 16 августа. На рис. 3а показана выборка из 80 ночных значений разности температуры термальной аномалии и фона по данным приборов AVHRR (англ. Advanced Very-High-Resolution Radiometer), MODIS (англ. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), VIIRS (англ. Visible Infrared Imaging Radiometer Suite), SLSTR (англ. Sea and Land Surface Temperature Radiometer), МСУ-МР (Многозональное сканирующее устройство малого разрешения). Разность величин спектральной энергетической яркости термальной аномалии и фона, полученная в автоматическом режиме по 1000 ночным данным прибора АИИ (англ. Advanced Himawari Imager), достигла наибольшей величины 4 августа (см. рис 3б). Вероятно, в это время лавовые потоки не только продолжали двигаться на северо-западный склон вулкана, но и начали изливаться на его восточные склоны, значительно увеличив площадь горячей лавы и, как следствие, размер термальной аномалии. В дальнейшем вулкан часто был закрыт плотными облаками, но, судя по его высокой термальной активности, эксплозивно-эффузивное извержение продолжалось (см. рис. 3).

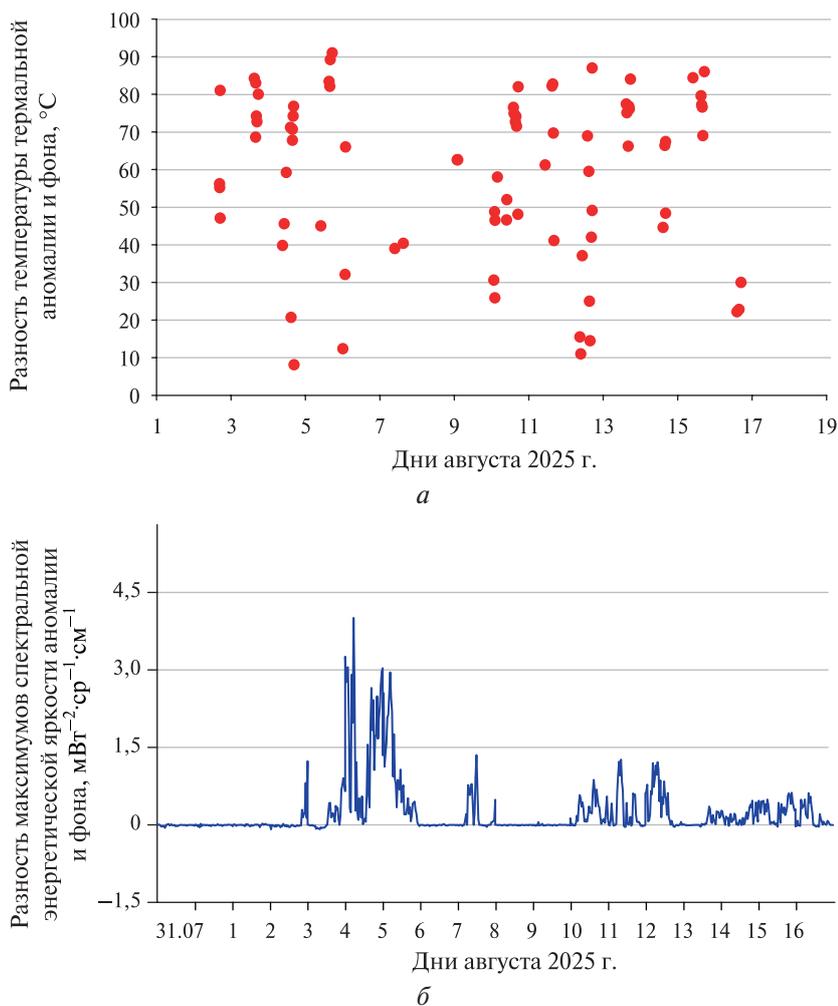


Рис. 3. Термальная активность вулкана Крашенинникова за период с 2 по 16 августа 2025 г. по данным из ИС VolSatView: *а* — Разность температуры термальной аномалии и фона по спутниковой информации среднего разрешения, обработанной вручную учёными из KVERT; *б* — разность максимумов спектральной энергетической яркости аномалии и фона, полученная в автоматическом режиме по информации со спутника Himawari-9

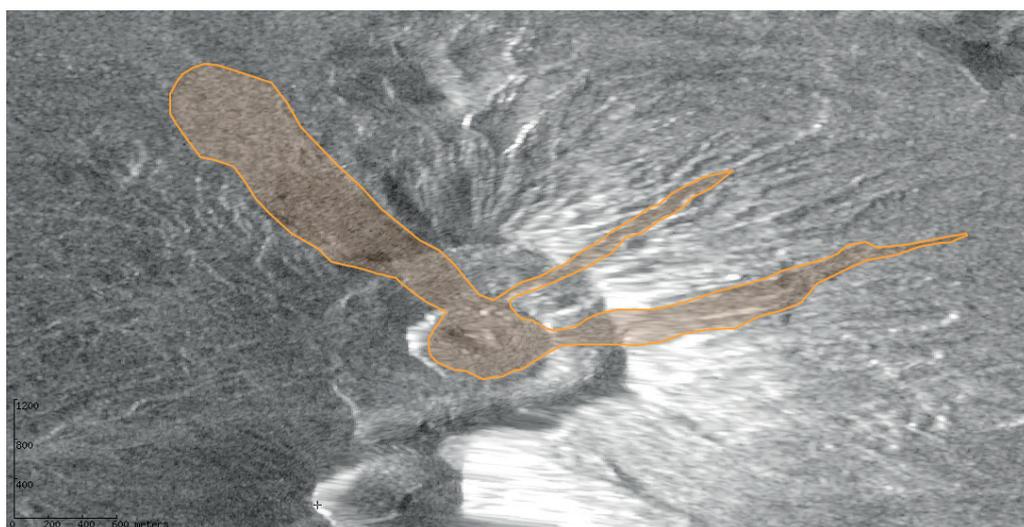
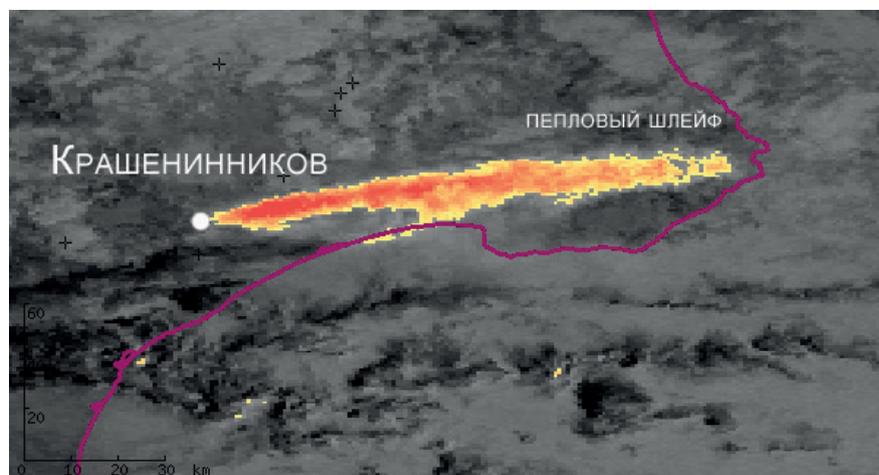


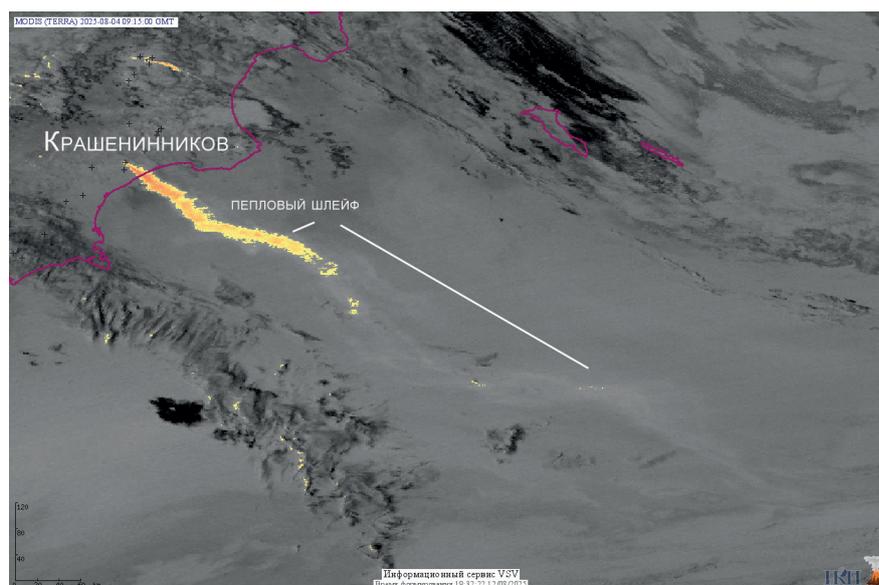
Рис. 4. Поля лавовых потоков вулкана Крашенинникова, образовавшихся за период 2–12 августа 2025 г., на спутниковом снимке Sentinel-1A (C_SAR_IW, каналы VH, VV (V, *англ.* vertical; H, *англ.* horizontal)) в 19:41 UTC 12 августа 2025 г. из ИС VolSatView

Полагаем, что извержение началось с образования трещины северо-западного простирания, которая рассекла вершинный кратер Северного конуса вулкана и его северо-западный склон. Сразу же из трещины начали изливаться лавовые потоки, которые быстро залили лавой кратер и начали переливаться на северо-западный склон конуса, этим обусловлен стремительный рост размера термальной аномалии в районе вулкана и её температуры (см. *рис. 3*). Из многочисленных жерл на трещине в кратере и на северо-западном склоне вулкана продолжается вынос вулканических бомб размером до 2–3 м, шлака и пепла, а также изливание лавы на северо-западный и восточные склоны Северного конуса. По состоянию на 12 августа протяжённость каждого из трёх лавовых потоков составила около 3 км; общая площадь лавовых потоков, излившихся с 2 по 12 августа, достигала 2,7 км², в том числе новой лавы в кратере — 0,4 км². Площадь самого большого поля лавы на северо-западном склоне Северного конуса, с высотой бортов лавовых потоков до 10 м, составила 1,32 км² (*рис. 4*, см. с. 400).

Наиболее сильно непрерывная эксплозивная активность вулкана проявлялась 2–5 августа — эксплозии поднимали пепел до 6 км н. у. м. и иногда до 8,5, пепловый шлейф протягивался более чем на 1250 км на северо-восток (2–3 августа) и юго-восток (4–5 августа) от вулкана (*рис. 5*).



a



b

Рис. 5. Пепловые шлейфы вулкана Крашенинникова на спутниковых снимках Terra (MODIS) из ИС VolSatView: *a* — в 23:05 UTC 2 августа 2025 г.; *b* — 09:15 UTC 4 августа 2025 г. Красные линии — контуры полуострова Камчатка и Командорских островов

Плотная облачность окутывала вулкан 6–9 августа — пепловые шлейфы не наблюдались. Отдельные крупные эксплозии отмечались 10 августа в 02:00, 10:20 и 16:20 UTC: пепел поднимался до 4 км н.у.м., пепловые шлейфы перемещались до 120 км на северо-восток и восток от вулкана, в дальнейшем проявлялась умеренная эксплозивная деятельность вулкана с распространением пепловых шлейфов до 200 км преимущественно на юго-восток от вулкана.

Эксплозивно-эффузивное извержение вулкана Крашенинникова продолжается, его эксплозивная активность остаётся опасной для местных авиоперевозок. В связи с тем, что это первое историческое извержение вулкана, потенциальная опасность выноса эксплозиями пепла до 10 км н.у.м. сохраняется.

Заключение

Уникальное событие произошло 2 августа 2025 г.: началось первое историческое эксплозивно-эффузивное извержение вулкана Крашенинникова. Учёными из KVERT ИВиС ДВО РАН в 16:39 UTC 2 августа на спутниковом снимке Suomi NPP из ИС VolSatView были обнаружены в районе вулкана термальная аномалия и пепловое облако. Ими было объявлено, что спящий вулкан проснулся. Полагаем, что триггером для начала извержения вулкана Крашенинникова стало мощное землетрясение с магнитудой 8,8, произошедшее 30 июля 2025 г. в районе Камчатки. В течение рассмотренных нами 14 дней почти ежедневно наблюдалась эксплозивная активность вулкана с выносом пепла преимущественно до 4 км н.у.м., на северо-западный и восточные склоны Северного конуса вулкана были излиты лавовые потоки общей площадью 2,7 км². Извержение вулкана Крашенинникова продолжается.

Представленный в работе анализ комплексных наблюдений первого исторического извержения вулкана Крашенинникова выполнялся в рамках темы ИВиС ДВО РАН «Комплексный мониторинг активных вулканов Камчатки и Курильских островов наземными и дистанционными методами: изучение, оценка опасности, прогноз извержений вулканов. Геологический, энергетический, экологический эффекты извержений вулканов; анализ динамики вулканогенного процесса средствами геоинформационных технологий; моделирование механизмов извержений» (госрегистрация № 124031400008-3).

Работа ИС VolSatView, которая стала основой для проведения анализа наблюдений за вулканом, обеспечивалась с использованием ресурсов, предоставленных: Институтом вулканологии и сейсмологии ДВО РАН; Дальневосточным центром НИЦ «Планета»; Центром коллективного пользования (ЦКП) «ИКИ-Мониторинг», поддержка работы которого осуществляется Институтом космических исследований РАН в рамках темы «Мониторинг», госрегистрация № 122042500031-8; ЦКП научным оборудованием «Центр обработки и хранения научных данных ДВО РАН», поддержка работы которого осуществляется в рамках государственного задания Хабаровского Федерального исследовательского центра ДВО РАН.

Литература

1. *Влодавец В. И., Пийп Б. И.* Каталог действующих вулканов Камчатки // Бюл. вулканол. станций. 1957. № 25. С. 5–95.
2. *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.
3. *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>.

4. Пономарева В. В., Вольнец О. Н., Флоренский И. В. Глава 16. Вулкан Крашенинникова // Действующие вулканы Камчатки. Т. 2. М.: Наука, 1991. 416 с. С. 62–69.
5. Пономарева В. В., Чурикова Т. Г., Мелекесцев И. В., Брайцева О. А., Певзнер М. М., Сулержицкий Л. Д. Позднеплейстоцен-голоценовый вулканизм Камчатки // Изменение окружающей среды и климата: природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Т. II. Новейший вулканизм Северной Евразии: закономерности развития, вулканическая опасность, связь с глубинными процессами и изменениями природной среды и климата. М.: ИГЕМ РАН, 2008. С. 19–40.
6. Girina O. A., Manevich A. G., Loupian E. A. et al. Monitoring the thermal activity of Kamchatkan volcanoes during 2015–2022 using remote sensing // Remote Sensing. 2023. V. 15. No. 19. Article 4775. <https://doi.org/10.3390/rs15194775>.
7. Gordeev E. I., Girina O. A., Lupyay E. A. et al. 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>.
8. Lupyay 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>.
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. 44. No. 4. P. 302–304.

The first historical eruption of Krasheninnikov volcano (Kamchatka) in 2025 according to satellite monitoring in the VolSatView information system

O. A. Girina¹, D. V. Melnikov¹, I. M. Romanova¹, A. G. Manevich¹,
Yu. S. Krasheninnikova², A. A. Sorokin³, L. S. Kramareva⁴, V. V. Marchenkov²

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

² Space Research Institute RAS, Moscow 117997, Russia

³ Computing Center FEB RAS, Khabarovsk 680000, Russia

⁴ Far Eastern Center of SRC “Planeta”, Khabarovsk 680000, Russia

Krasheninnikov is an active volcano in the Eastern Volcanic Belt of Kamchatka. According to tephrochronological data, the last explosive eruption of the volcano was 1100 years ago, and the effusing of lava flows and the formation of a cinder-lava cone in the crater of the Northern Cone of the volcano occurred 400–600 years ago. According to satellite data from the information system “Remote monitoring of the activity of volcanoes in Kamchatka and the Kuril Islands” (VolSatView, <http://volcanoes.smlab.ru>), the first historical eruption of the volcano began at 16:38 UTC on August 2, 2025. The paper presents the first results of the study of the eruption during August 2–16, 2025. During this time, in the satellite images, there were constantly observed in the area of the volcano a large thermal anomaly and ash plumes that stretched for hundreds of kilometers in different directions from the volcano. As of August 12, the length of each of the three lava flows that effused from August 2 to 12 on the northwestern and eastern slopes of the Northern Cone was about 3 km, the total area of the lava flows reaching 2.7 km². The eruption of Krasheninnikov Volcano continues.

Keywords: volcano, Krasheninnikov, Kamchatka, explosive-effusive eruption, lava flow, satellite monitoring, information system VolSatView, KVERT

Accepted: 18.08.2025

DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-4-397-404

References

1. Vlodavets V.I., Piip B.I., Catalog of active volcanoes of Kamchatka, *Byulleten' vulkanologicheskikh stantsii*, 1957, No. 25, pp. 5–95 (in Russian).
2. Girina O.A., Loupian E.A., Sorokin A.A., Melnikov D.V., Romanova I.M., Kashnitskii A.V., Uvarov I.A., Malkovskii S.I., Korolev S.P., Manevich A.G., Kramareva L.S. *Kompleksnyi monitoring ehksplozivnykh izverzhenii vulkanov Kamchatki* (Comprehensive monitoring of explosive volcanic eruptions of Kamchatka), Petropavlovsk-Kamchatsky: IViS DVO RAN, 2018, 192 p. (in Russian).
3. Loupian E.A., Proshin A.A., Bourtsev M.A. et al., 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, V. 16, No. 3, pp. 151–170 (in Russian), <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170>.
4. Ponomareva V.V., Volynets O.N., Florensky I.V., Chapter 16. Krasheninnikov Volcano, In: Active volcanoes of Kamchatka, V. 2, Moscow: Nauka, 1991, pp. 70–71.
5. Ponomareva V.V., Churikova T.G., Melekestev I.V., Braitseva O.A., Pevzner M.M., Sulerzhitsky L.D., Late Pleistocene-Holocene volcanism of Kamchatka, In: *Izmenenie okruzhayushchei sredy i klimata: prirodnye i svyazannye s nimi tekhnogennye katastrofy. T. II. Noveishii vulkanizm Severnoi Evrazii: zakonomernosti razvitiya, vulkanicheskaya opasnost', svyaz' s glubinnymi protsessami i izmeneniyami prirodnoi sredy i klimata* (Environmental and climate change: natural and related technogenic disasters. V. II. Recent volcanism of Northern Eurasia: development patterns, volcanic hazard, connection with deep processes and changes in the natural environment and climate), Moscow: IGEM RAN, 2008, pp. 19–40 (in Russian).
6. Girina O.A., Manevich A.G., Loupian E.A. et al., Monitoring the thermal activity of Kamchatkan volcanoes during 2015–2022 using remote sensing, *Remote Sensing*, 2023, V. 15, No. 19, Article 4775, <https://doi.org/10.3390/rs15194775>.
7. Gordeev E.I., Girina O.A., Lupyan E.A. et al., 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, pp. 382–394, <https://doi.org/10.1134/S074204631606004X>.
8. 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, 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, V. 44, No. 4, pp. 302–304.