

Эксплозивное событие вулкана Мутновский (Камчатка) в июле 2026 г.

О. А. Гирина¹, А. Г. Маневич¹, И. М. Романова¹, И. А. Уваров²,
А. А. Сорокин³, С. П. Королев³, Л. С. Крамарева⁴, А. С. Малышева¹

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*

Вулкан Мутновский — один из наиболее активных вулканов Южной Камчатки. Он представляет собой сложную постройку, образованную четырьмя слившимися конусами стратовулканов с вершинными кальдерами. Активная воронка размером 440×300 м врезана в западную кромку кратера Юго-Западного вулкана. Современная активность Мутновского характеризуется преимущественно фумарольной деятельностью с подъёмом парогазовых струй до 300 м (изредка до 1000 м) над кромкой Активной воронки. В XXI в. произошло четыре эксплозивных события вулкана: 17 марта 2000, 16 апреля 2007, 3 июля 2013 и 1 июля 2026 г. Показано, что перед эксплозиями в 2000, 2007 и 2026 гг. наблюдалось усиление теплового потока в районе вулкана соответственно в 1998–2000, 2005–2007 и 2024–2026 гг. Оно проявлялось в активизации подвижек ледовых масс, перекрывающих внутрикальдерные склоны вулкана. Повышение теплового потока в районе Мутновского перед эксплозивным событием 2026 г. ярко выразилось в росте термальной активности вулкана, установленной по спутниковым данным. Предполагается, что следующее эксплозивное событие в Активной воронке вулкана может произойти весной или летом 2032 или 2033 г.

Ключевые слова: вулкан, Мутновский, Камчатка, эксплозивное событие, спутниковый мониторинг, термальная активность, VolSatView, KVERT

Одобрена к печати: 19.07.2026

DOI: 10.21046/2070-7401-2026-23-4-435-442

Введение

Вулкан Мутновский (52° 26′ 55″ с.ш., 158° 11′ 47″ в.д., 2323 м) является одним из наиболее активных вулканов Южной Камчатки. Ближайшие населённые пункты расположены на расстоянии 50–75 км от вулкана: Паратунка и Елизово (соответственно 50 и 75 км на север), Петропавловск-Камчатский (70 км на северо-восток). Предыдущее извержение вулкана Мутновский происходило 3 июля 2013 г.

Вулкан представляет собой сложную постройку, образованную четырьмя слившимися конусами стратовулканов с вершинными кальдерами. Дно самых крупных кальдер вулканов, Северо-Восточного и Юго-Западного, почти полностью перекрыто одноимёнными ледниками площадью 1,34 и 0,96 км² соответственно (Гавриленко и др., 2001). Активная воронка размером 440×300 м врезана в западную кромку кратера Юго-Западного вулкана (Вакин и др., 1966). Породы Мутновского представлены в основном базальтами, но наблюдаются также разности от андезитов до риодацитов (Маренина, 1956). Предположительно, вулкан начал формироваться в позднем плейстоцене (Мелекесцев и др., 1987). Его голоценовая активность характеризуется небольшими или умеренными фреатическими и фреато-магматическими извержениями. Датированные эруптивные события на вулкане происходили: в 1848, в марте 1852, в январе 1953, в январе и марте 1854, в апреле и мае 1898, с 2 по 6 апреля и 26 июня 1904, в июле и декабре 1916, в начале июля 1917, в январе и феврале 1927,

с 25 января по середину февраля 1928, в феврале 1929, в ноябре 1938, в мае 1939, 23 июня 1945, с 31 декабря 1960 по 3 января 1961, 17 марта 2000, 16 апреля 2007, 3 июля 2013 и 1 июля 2026 г. (Влодавец, Пийп, 1957; Гирина и др., 2009, 2014; Зеленский и др., 2002; Кирсанов и др., 1964). Извержения пепла до 5,5 км н.у.м. (над уровнем моря) из Активной воронки вулкана Мутновский были преимущественно единичными, лишь в 1960–1961 гг. отдельные эксплозии пепла наблюдались на протяжении четырёх дней.

Ежедневный спутниковый мониторинг вулкана Мутновский 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.smislalab.ru>) (Гирина и др., 2018; Лупян и др., 2019; Gordeev et al., 2016; Lupyay et al., 2014; Sorokin et al., 2017). 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; Лупян и др., 2019; Girina et al., 2023; Gordeev et al., 2016), а также различные инструменты для проведения анализа этих данных и результатов их обработки. Учёными из KVERT в оперативном режиме вводятся в базу данных 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). В качестве основной характеристики термальной активности вулкана Мутновский рассматривается величина разности температуры термальной аномалии и фона (РТАФ) (Girina et al., 2023).

Современная активность вулкана Мутновский

В течение наблюдений за Мутновским в 1993–2026 гг. сотрудниками KVERT вулкан преимущественно находился в состоянии умеренной или слабой фумарольной активности с подъёмом парогазового столба в основном до 200–300 м над кромкой Активной воронки, лишь в отдельные дни фумарольные струи поднимались до 700–1000 м.

Коротко опишем эруптивные события, наблюдавшиеся на вулкане в XXI в.

2000 г. Около 19:00 UTC (*англ.* Coordinated Universal Time) 17 марта из г. Петропавловска-Камчатского наблюдались эксплозии, поднимавшие парогазовые с небольшим содержанием пепла облака примерно до 5 км н.у.м. В 01:00 UTC 18 марта высота парогазового столба составляла 3 км н.у.м., с 05:00 UTC 18 марта отмечалось снижение фумарольной активности вулкана. Обследование Мутновского показало образование в Активной воронке нового кратера с плоским дном размером 60×80 м, уровень дна воронки в результате этого взрыва повысился на 5 м. Площадь отложений пепла и обломков составила около 6–8 км² (Зеленский и др., 2002). Второй взрыв произошёл под южной стенкой кратера Терентьич, в результате этого тело ледника, заполнявшего кратер, было разбито на отдельные блоки, сместившиеся в южном направлении. Термальное озеро размером 250×200 м с температурой воды 26,7 °С в кратере Терентьич (*рис. 1*) образовалось в период с конца марта по начало июня 2000 г. (Зеленский и др., 2002). Следует отметить, что озеро в этом кратере с температурой воды 10 °С существовало в августе 1952 г. (Маренина, 1956). По мнению М.Е. Зеленского с соавторами (2002), извержение вулкана в 2000 г. было ожидаемо, так как в течение 1996–1999 гг., вероятно вследствие повышения теплового потока в районе вулкана, на дно кальдеры вулкана Мутновский обрушился большой объём ледниковых масс. Изменение гидрологической и гидрогеологической ситуации на вулкане, возможно, спровоцировало эксплозивное событие (Гавриленко и др., 2001).

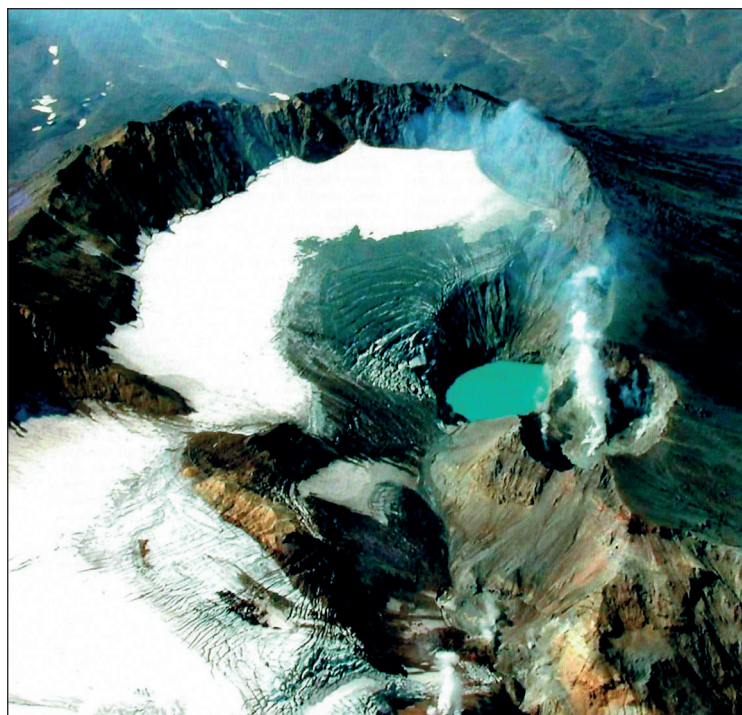


Рис. 1. Вулкан Мутновский: термальное озеро в кратере Терентий летом 2000 г., рядом с ним справа — Активная воронка. Фото из книги О. Б. Селянгина (2009)

2007 г. Аэрозольно-пепловое облако было обнаружено учёными из KVERT в районе вулкана на спутниковых снимках NOAA-17 AVHRR (*англ.* Advanced Very-High-Resolution Radiometer) в 23:40 UTC 16 апреля и Terra MODIS (*англ.* Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) в 00:43 UTC 17 апреля (Гирина и др., 2009). В результате анализа различных данных (спутниковых, сейсмических, визуальных) выяснено, что эруптивное событие с выносом большого количества аэрозольного и, в меньшей мере, пеплового материала произошло около 23:00 UTC 16 апреля. Крупное пепловое облако наблюдалось в течение 6 ч после обнаружения, пока полностью не рассеялось. По сообщению Зеленского, пепел, в виде тонкого налёта, отложился в радиусе не менее 5 км от центра взрыва. При полевых исследованиях вулкана 25 мая в Активной воронке был отмечен новый кратер диаметром 150–200 м и глубиной около 30 м (Гирина и др., 2009).



а



б

Рис. 2. Эксплозивные события вулкана Мутновский: а — 23:40 UTC 3 июля 2013 г., фото Ф. Фарберова; б — около 20:19 UTC 1 июля 2026 г., видеоданные Камчатского филиала Единой геофизической службы РАН

2013 г. Фумарольная активность вулкана в предыдущие годы была умеренной — высота парогазовых струй не превышала 3 км н.у.м. По спутниковым данным, в районе Активной воронки вулкана изредка отмечалась слабая термальная аномалия. По сообщению сотрудника Камчатского поисково-спасательного отряда Министерства чрезвычайных ситуаций Ф.А. Фарберова, 3 июля около 23:40 UTC на дне Активной воронки в кратере, образованном в 2007 г., сначала наблюдалась сильная фумарольная деятельность, затем начался интенсивный вынос пепла (рис. 2а) (Гирина и др., 2014).

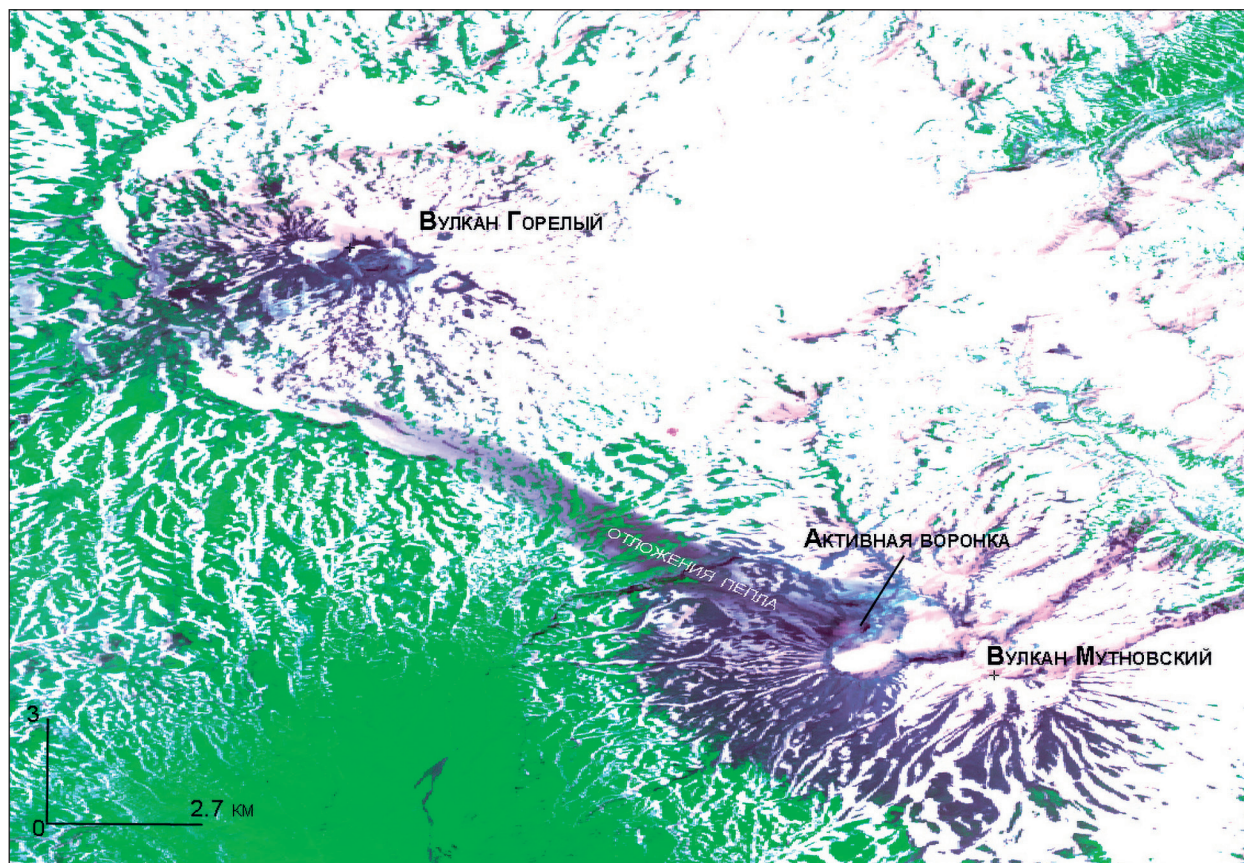


Рис. 3. Вулкан Мутновский: полоса отложений пепла протягивается до вулкана Горелый после эксплозивного события 1 июля 2026 г. на спутниковом снимке Landsat-8 в 00:21 UTC 11 июля 2026 г., данные из ИС VolSatView

2026 г. Эксплозивное событие с выносом пепла до 4,5 км н.у.м. произошло в Активной воронке около 20:19 UTC 1 июля (<http://kvert.febras.net/van/?n=2026-58>) (см. рис. 2б). Согласно видеоданным Камчатского филиала Единой геофизической службы РАН, с 16:07 до 19:00 UTC 1 июля над Активной воронкой вулкана поднялось девять отдельных небольших парогазовых облаков с некоторым содержанием пепла. В дальнейшем, вплоть до эксплозивного события, количество пепла в нижней части фумарольного столба несколько увеличилось. В результате извержения пепловый шлейф протянулся на 14 км на северо-запад (азимут 292°) от вулкана (рис. 3). Согласно данным со спутника Landsat-8 от 00:27 UTC 2 июля 2026 г. из ИС VolSatView, площадь отложений пепла составила 16,5 км². Следует отметить, что в 2024–2026 гг., также как и в 1996–1999 гг., с бортов кальдеры вулкана Мутновский обрушивались ледниковые массы вместе с обломками пород, в результате этого в районе входа в кратер на Донном фумарольном поле образовалось подпрудное озеро.

Обсуждение материалов

В работах (Гавриленко и др., 2001, 2007) показано, что усиление теплового потока в районе вулкана наблюдалось с 1998–1999 гг. перед фреатическим взрывом 17 марта 2000 г., а также в 2005–2006 гг. перед эксплозивным событием 16 апреля 2007 г. На повышение теплового потока в районе вулкана указывала активизация подвижек ледовых масс, перекрывающих большую часть внутрикальдерных склонов вулкана.

Следует отметить, что, по нашим данным, примерно с конца марта по сентябрь 2018 г. в Активной воронке существовало небольшое озеро, что указывало на ослабление теплового потока в районе воронки.

Сотрудники KVERT непрерывно фиксируют термальную аномалию в районе Активной воронки вулкана Мутновский с 8 января 2006 г. до настоящего времени (рис. 4). Выяснено, что фоном термальной активности вулкана является величина РТАФ, равная 9 °С. Эксплозивные события 2007 и 2013 гг. не отразились на изменении его термальной активности, возможно, в связи с редкими спутниковыми данными, доступными для анализа в те годы. С 2014 г. спутниковый мониторинг вулкана начал проводиться с помощью ИС VolSatView, детальность наблюдений за вулканом значительно повысилась.

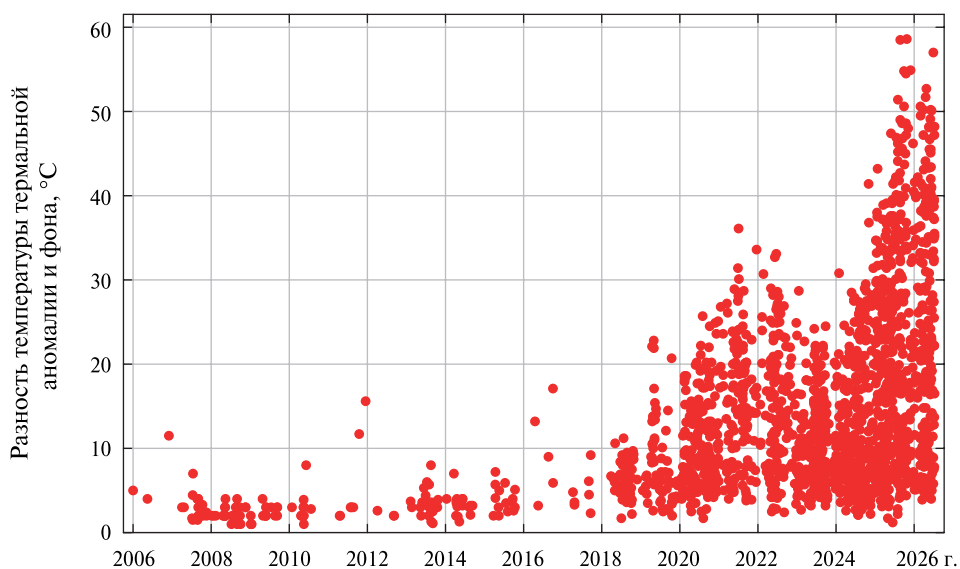


Рис. 4. Величина РТАФ в районе Активной воронки вулкана Мутновский в 2006–2026 гг. по данным KVERT

С 2006 г. по 1 марта 2019 г. величина РТАФ преимущественно не превышала 10 °С, но с конца апреля 2019 г. она начала расти и достигла наибольшего значения 36,1 °С 7 июля 2021 г., затем к 5 марта 2024 г. она снизилась до 18,2 °С (см. рис. 4). В дальнейшем термальная активность вулкана только росла, к 26 августа 2025 г. РТАФ достигла максимума 58,5 °С и оставалась на уровне выше 50 °С вплоть до эксплозивного события 1 июля 2026 г. (см. рис. 4).

Спутниковые наблюдения за термальной активностью вулкана Мутновский показывают, что период её повышения примерно равен трём годам (2024–2026), так же как и в предыдущие годы термальных активизаций: 1998–2000 и 2005–2007 гг. Перерывы между эксплозивными событиями, по имеющимся данным, составили 7, 6 и 13 лет. Согласно статистике, возможно, какое-либо эксплозивное событие на вулкане Мутновский происходило в 2019 или 2020 г., но если и было, оно осталось незамеченным.

Имеющийся опыт наблюдений за вулканом Мутновский предполагает, что в настоящее время происходит постепенное ослабление термальной активности вулкана. Следующее её

повышение, вероятно, начнётся в 2029 или 2030 г., и соответственно следующее эксплозивное событие в Активной воронке вулкана может произойти весной или летом 2032 или 2033 г.

Однако Мутновский — действующий вулкан, на его активность влияют многие факторы, способные нарушить статистическую картину событий. Учёные из KVERT продолжают ежедневный мониторинг вулкана Мутновский.

Представленный в работе анализ эксплозивных событий вулкана Мутновский 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, ставшая основой для проведения анализа наблюдений за вулканом, обеспечивалась с использованием ресурсов, предоставленных ИВиС 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 № 126031818938-6; 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. Вакин Е. А., Кирсанов И. Т., Пронин А. А. Активная воронка Мутновского вулкана // Бюл. вулканолог. станций. 1966. № 40. С. 25–35.
2. Влодавец В. И., Пийп Б. И. Каталог действующих вулканов Камчатки // Бюл. вулканолог. станций. 1957. № 25. С. 5–95.
3. Гавриленко Г. М., Зеленский М. Е., Муравьев Я. Д. Подвижка ледника в северо-восточном кратере вулкана Мутновский (Камчатка) в 1996–1998 гг.: причины и последствия этого явления // Вулканология и сейсмология. 2001. № 2. С. 18–23.
4. Гавриленко Г. М., Мельников Д. В., Зеленский М. Е., Тавиньо Л. Многолетний гидрогеохимический мониторинг вулкана Мутновский (Камчатка) и фреатическое извержение вулкана в апреле 2007 г. // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. 2007. № 1(9). С. 127–132.
5. Гирина О. А., Ушаков С. В., Малик Н. А., Маневич А. Г., Мельников Д. В., Нуржаев А. А., Демянчук Ю. В., Котенко Л. В. Действующие вулканы Камчатки и о. Парамушир Северных Курил в 2007 г. // Вулканология и сейсмология. 2009. № 1. С. 3–20.
6. Гирина О. А., Маневич А. Г., Мельников Д. В., Нуржаев А. А., Демянчук Ю. В. Активность вулканов Камчатки в 2013 г. // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы региональной конф., посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2014. С. 38–45.
7. Гирина О. А., Луян 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.
8. Зеленский М. Е., Овсянников А. А., Гавриленко Г. М., Сеньюков С. Л. Извержение вулкана Мутновский (Камчатка) 17 марта 2000 г. // Вулканология и сейсмология. 2002. № 6. С. 25–28.
9. Кирсанов И. Т., Огородов Н. В., Чирков А. М. Состояние вулканов Мутновского и Горелого за период с ноября 1960 по июнь 1961 г. // Бюл. вулканолог. станций. 1964. № 36. С. 39–47.
10. Луян 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>.
11. Маренина Т. Ю. Геолого-петрографический очерк Мутновского вулкана // Тр. Лаб. вулканологии. 1956. Вып. 12. С. 3–52.
12. Мелекесцев И. В., Брайцева О. А., Пономарева В. В. Динамика активности вулканов Мутновский и Горелый в голоцене и вулканическая опасность для прилегающих районов // Вулканология и сейсмология. 1987. № 3. С. 3–18.

13. Селянгин О. Б. К вулканам Мутновский и Горелый: вулканологический и туристический путеводитель. Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2009. 108 с.
14. 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. Iss. 19. Article 4775. <https://doi.org/10.3390/rs15194775>.
15. Gordeev E. I., Girina O. A., Lupyatov 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>.
16. Lupyatov 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>.
17. 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. P. 302–304.

The explosive event of Mutnovsky volcano (Kamchatka) in July 2026

O. A. Girina¹, A. G. Manevich¹, I. M. Romanova¹, I. A. Uvarov²,
A. A. Sorokin³, S. P. Korolev³, L. S. Kramareva⁴, A. S. Malysheva¹

¹ Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS
Petropavlovsk-Kamchatsky 683006, Russia
E-mail: mag@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

Mutnovsky volcano is one of the most active volcanoes of the Southern Kamchatka. It is a complex edifice formed by four merged stratovolcanos with summit calderas. The Active funnel, 440×100 m in size, is cut into the western rim of the Yugo-Zapadny volcano’s crater. Mutnovsky’s modern activity is characterized mainly by fumarole activity, with gas-steam jets rising up to 300 m (rarely up to 1000 m) above the rim of the Active funnel. In the 21st century, four explosive events of the volcano occurred: March 17, 2000; April 16, 2007; July 3, 2013; and July 1, 2026. It has been shown that before the explosions in 2000, 2007, and 2026, increased heat flow was observed in the area of the volcano, respectively, in 1998–2000, 2005–2007, and 2024–2026. This was manifested by increased movement of the ice masses covering the volcano’s intracaldera slopes. The increase in heat flow in the Mutnovsky area prior to the 2026 explosive event was clearly evident in the volcano’s increased thermal activity, as determined by satellite data. It is expected that the next explosive event in the Active funnel could occur in the spring or summer of 2032 or 2033.

Keywords: volcano, Mutnovsky, Kamchatka, explosive event, satellite monitoring, thermal activity, VolSatView, KVERT

Accepted: 19.07.2026

DOI: 10.21046/2070-7401-2026-23-4-435-442

References

1. Vakin E. A., Kirsanov I. T., Pronin A. A., Active crater of Mutnovsky volcano, *Byulleten’ vulkanologicheskikh stantsii*, 1966, No. 40, pp. 25–35 (in Russian).
2. Vlodavets V. I., Piip B. I., Catalog of active volcanoes of Kamchatka *Byulleten’ vulkanologicheskikh stantsii*, 1957, No. 25, pp. 5–95 (in Russian).

3. Gavrilenko G. M., Zelensky M. E., Muravyov Ya. D., Glacier movement in the northeastern crater of Mutnovsky volcano (Kamchatka) in 1996–1998: causes and consequences of this phenomenon, *Vulkanologiya i seismologiya*, 2001, No. 2, pp. 18–23 (in Russian).
4. Gavrilenko G. M., Melnikov D. V., Zelensky M. E., Tavignot L., Hydrochemical monitoring of Mutnovsky volcano (Kamchatka) and phreatic eruption in april 2007, *Bull. of Kamchatka Regional Association "Educational-Scientific Center". Earth Sciences*, 2007, V. 9, No. 1, pp. 127–132 (in Russian).
5. Girina O. A., Ushakov S. V., Malik N. A., Manevich A. G., Melnikov D. V., Nuzhdaev A. A., Demyanchuk Yu. V., Kotenko L. V., The active volcanoes of Kamchatka and Paramushir Island, North Kurils in 2007, *J. Volcanology and Seismology*, 2009, V. 3, No. 1, pp. 1–17, <https://doi.org/10.1134/S0742046309010011>.
6. Girina O. A., Manevich A. G., Melnikov D. V., Nuzhdaev A. A., Demyanchuk Yu. V., Volcanic activity in Kamchatka in 2013, *Volcanism and related processes. Proc. Conf. dedicated to the Day of Volcanologist*, Petropavlovsk-Kamchatsky: IVS FEB RAS, 2014, pp. 38–45 (in Russian).
7. 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., *Kompleksnyi monitoring ehksplozivnykh izverzenii vulkanov Kamchatki* (Comprehensive monitoring of explosive volcanic eruptions of Kamchatka), Petropavlovsk-Kamchatsky: IViS DVO RAN, 2018, 192 p. (in Russian).
8. Zelensky M. E., Ovsyannikov A. A., Gavrilenko G. M., Senyukov S. L., Eruption of Mutnovsky Volcano (Kamchatka) on March 17, 2000, *Vulkanologiya i seismologiya*, 2002, No. 6, pp. 25–28 (in Russian).
9. Kirsanov I. T., Ogorodov N. V., Chirkov A. M., State of Mutnovsky and Gorely volcanoes for the period from November 1960 to June 1961, *Byulleten' vulkanologicheskikh stantsii*, 1964, No. 36, pp. 39–47 (in Russian).
10. Loupian E. A., Proshin A. A., Burtsev 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>.
11. Marenina T. Yu., Geological and petrographic essay on Mutnovsky Volcano, *Proc. Laboratory of volcanology*, 1956, Iss. 12, pp. 3–52 (in Russian).
12. Melekestev I. V., Braitseva O. A., Ponomareva V. V., Holocene activity dynamics of Mutnovsky and Gorely volcanoes and the volcanic risk for adjacent areas (as indicated by tephrochronological studies), *Volcanology and Seismology*, 1990, V. 9, No. 3, pp. 337–362.
13. Selyangin O. B., *To the Mutnovsky and Gorely volcanoes: a volcanological and tourist guide*, Petropavlovsk-Kamchatsky: Novaya Kniga, 2009. 108 p. (in Russian).
14. Girina O. A., Manevich A. G., Loupian E. A., Uvarov I. A., Korolev S. P., Sorokin A. A., Romanova I. M., Kramareva L. S., Burtsev M. A., Monitoring the thermal activity of Kamchatkan volcanoes during 2015–2022 using remote sensing, *Remote Sensing*, 2023, V. 15, Iss. 19, Article 4775, <https://doi.org/10.3390/rs15194775>.
15. Gordeev E. I., Girina O. A., Lupyan 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., Verkhoturrov 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, pp. 382–394, <https://doi.org/10.1134/S074204631606004X>.
16. 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, V. 39, pp. 847–853, <https://doi.org/10.3103/S1068373914120103>.
17. 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, pp. 302–304.