

ЧТО РАЗБУДИЛО ВУЛКАН?

В июле 2025 года на Камчатке был зарегистрирован рой землетрясений, а 20 июля произошло событие с магнитудой 7,5. Первым вулканом, откликнувшимся на землетрясение, был Авачинский, расположенный вблизи Петропавловска-Камчатского: во время землетрясения произошёл парогазовый выброс на 200 м из фумарол на его вершине. Это было зафиксировано учёными из Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН по видеоданым. Допущения о связи вулканической деятельности с землетрясениями встречаются в сообщениях и других научных центрах. Но так ли это?

Кандидат геолого-минералогических наук **Ольга ГИРИНА**,
ведущий научный сотрудник
Института вулканологии и
сейсмологии ДВО РАН.

Находясь в космическом пространстве под влиянием Солнца, Луны и планет, Земля продолжает развиваться. Она постоянно испытывает внутренние тектонические напряжения, следствием разгрузки которых являются землетрясения.

Полуостров Камчатка находится в зоне субдукции литосферных плит — поддвига океанической тектонической плиты под континентальную. В рельефе эта зона выражена Курило-Камчатским глубоководным жёлобом. Подавляющее количество тектонических землетрясений в районе Камчатки приходится именно на эту зону. Каждое сильное землетрясение сопровождается предваряющими землетрясениями (форшоками) с нарастающей магнитудой и землетрясениями, связанными с постепенным успокоением очага тектонического события, — афтершоками. Очаг события вместе с форшоками и афтершоками может растягиваться на несколько сотен километров.

● ГРОЗНЫЕ СИЛЫ ПРИРОДЫ



На полуострове Камчатка расположено более семи тысяч вулканических построек различного облика и возраста. Они сформировались во время разнообразных извержений. Главные из них — эксплозивные, характеризующиеся взрывным поступлением магматического вещества на поверхность земли, эффузивные, представляющие собой излияние лавовых потоков на склоны вулканов, и экструзивные, сопровождающиеся выжиманием вязкой лавы из кратеров вулканов или трещин рядом с ними. Вязкость лавы зависит в первую очередь от состава магматического вещества, его температуры и газонасыщенности. Катастрофические извержения происходят с разрушением взрывами постройки вулкана, перемещением

*Извержение вулкана
Крашенинникова утром
3 августа 2025 года. Столб
пепла и газа поднимается
из Северного конуса
вулкана на высоту до 3 км
над уровнем моря.*

Фото Натальи Акбировой, Кроноцкий заповедник

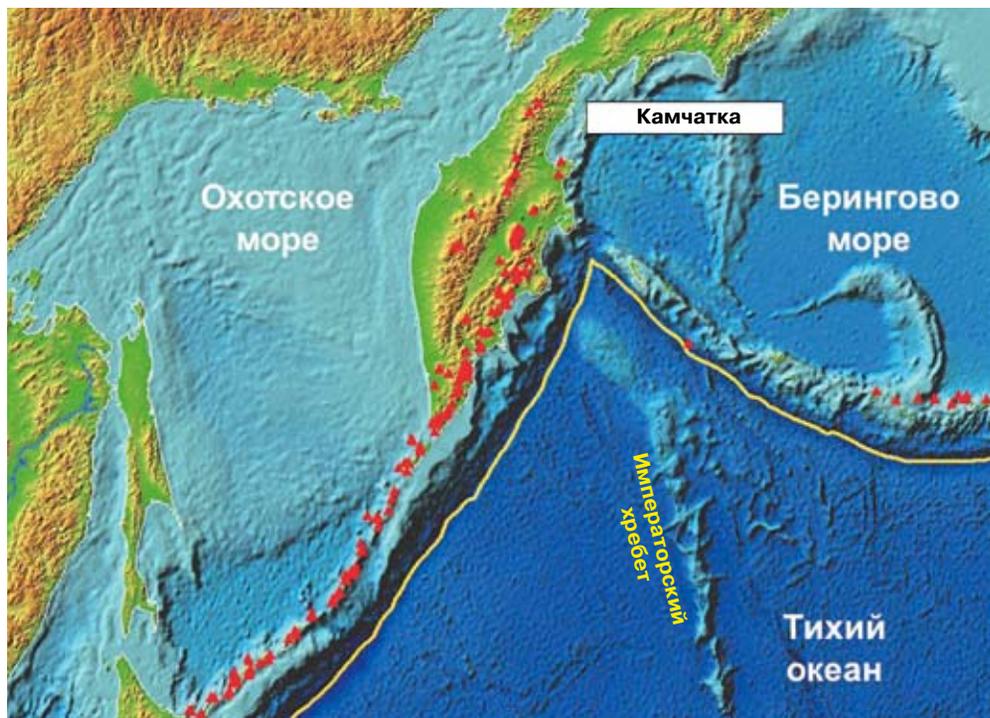


рыхлых продуктов в виде обломочных лавин, выносом и перемещением ювенильного (глубинного) материала в виде пирокластических потоков. Объём изверженного вещества во время катастрофических событий может достигать сотен кубических километров.

На Камчатке тридцать действующих вулканов, из них четыре (Шивелуч, Ключевской, Безымянный, Карымский) извергаются почти постоянно. С созданием в 1935 году Камчатской вулканологической станции им. Ф. Ю. Левинсона-Лессинга в посёлке Ключи наблюдения за вулканами проводятся непрерывно. В XX веке на полуострове произошло 116 эксплозивно-эффузивных извержений четырнадцати вулканов: Шивелуча, Ключевского, Безымянного, Толбачика,

Кизимена, Карымского, Жупановского, Авачинского, Корякского, Горелого, Мутновского, Ксудача, Желтовского и Ильинского. Извержения трёх вулканов были катастрофическими: объём материала, выброшенного вулканом Ксудач 28 марта 1907 года, был около 1,5—2 км³; Безымянный 30 марта 1956 года — 3 км³ пород, а объём продуктов, изверженных вулканом Шивелуч 11 ноября 1964 года, оценивается в 2,3 км³.

За первую четверть XXI века произошло 97 эксплозивно-эффузивных извержений тринадцати вулканов: Шивелуча, Ключевского, Безымянного, Толбачика, Кизимена, Карымского, Жупановского, Авачинского, Корякского, Горелого, Мутновского, Камбального, Крашенинникова. Следует отметить, что в



Из материалов Геннадия Аудейко. Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

Активные вулканы (обозначены красными треугольниками) Курило-Камчатской и Алеутской вулканических дуг.

нынешнем веке шесть вулканов (Корякский, Кизимен, Толбачик, Жупановский, Камбальный, Крашенинникова) извергались после более чем тридцатилетнего молчания. Для двух вулканов — Камбального и Крашенинникова — извержения были первыми историческими, то есть впервые наблюдаемые вулканологами.

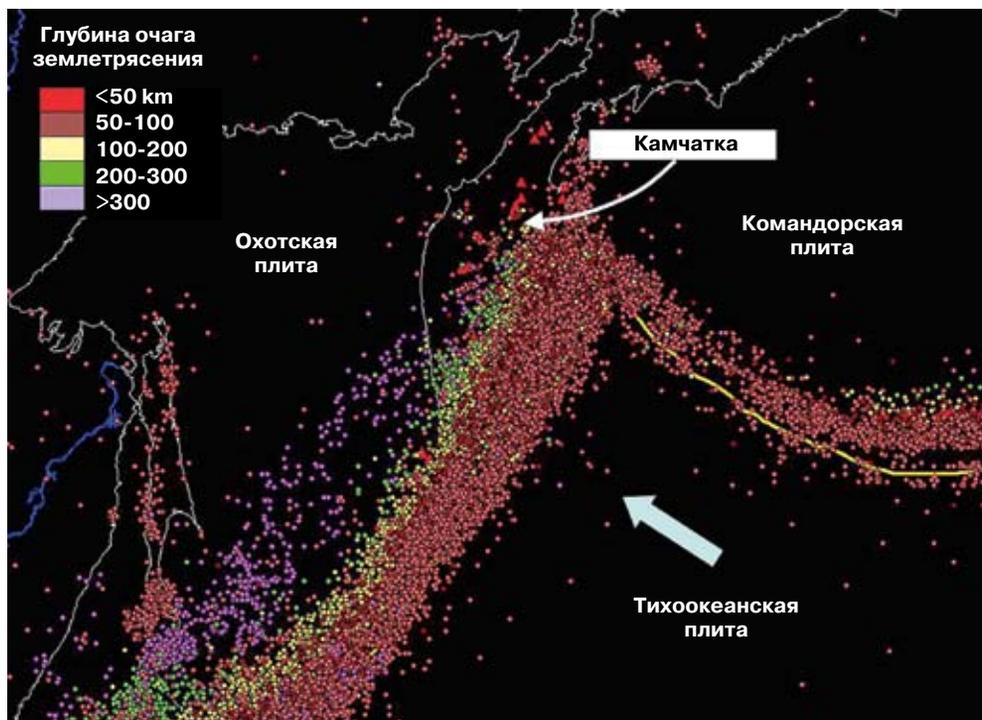
Могут ли извержения вулканов стать причиной тектонических землетрясений? Пока не ясно. С одной стороны, тектонические землетрясения, особенно с высокими магнитудами, представляют собой глобальные события планетарного масштаба, очаги которых протягиваются на сотни километров. С другой стороны, «эффект бабочки», в роли которой может выступить извержение вулкана, вероятно, способен запустить подготовку мощного землетрясения.

Опережение мощного землетрясения извержениями двух вулканов было задокументировано в первой научной монографии на русском языке «Описание земли Камчатки», написанной географом и исследователем Степаном Петровичем Крашенинниковым и опубликованной в 1755 году*. Крашенинни-

ков отмечал, что после сильных извержений вулканов Авачинский и Ключевской («Камчатская гора» — по Крашенинникову) в 1737 году произошло «страшное земли трясение». Он так описывает извержение Авачинского вулкана: «Помянутая гора из давних лет курится бесперестанно, но огнем горит временно. Самое страшное ея возгорение было в 1737 году, по объявлению Камчадалов в летнее время, а в котором месяце и числе, того они сказать не умели; однакож оно продолжалось не более суток, а окончилось извержением великой тучи пеплу, которым около лежащие места на вершок покрыты были» (стр. 171; здесь и далее при цитировании — ссылки на конкретные страницы из книги С. П. Крашенинникова «Описание земли Камчатки»).

А так пишет он об извержении вулкана Ключевской: «...во все то время не имели

* Описание земли Камчатки : [в 2 томах] / сочиненное Степаном Крашенинниковым, Академии наук профессором. — В Санктпетербурге : При Императорской Академии наук, 1755.



Из материалов Геннадия Авдейко. Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

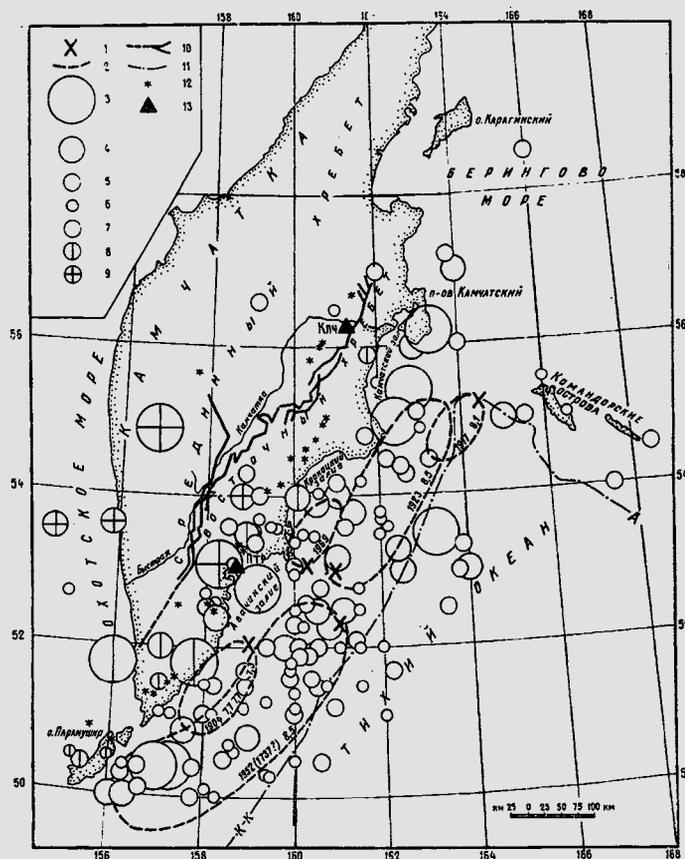
Землетрясения в районах Курило-Камчатской и Алеутской вулканических дуг.

жители такого страху и опасности, как от последнего ея возгорения, которое в 1737 году случилось. Сей ужасный пожар начался Сентября 25 числа, и продолжался с неделю, с такою свирепостью, что жители, которые близ горы на рыбном промысле были, ежечасно к смерти готовились, ожидая кончины. Вся гора казалась раскаленным камнем. Пламя, которое в нутри ея сквозь ращелины было видимо, устремлялось иногда в низ, как огненные реки, с ужасным шумом. В горе слышан был гром, треск и будто сильными мехами раздувание, от которого все ближние места дрожали. Особливой страх был жителям в ночное время: ибо в темноте все слышнее и виднее было. Конец пожара был обыкновенной, то есть извержение множества пеплу, из которого однакож немного на землю пало — для того что всю тучу унесло в море» (стр. 175).

Сильные землетрясения наблюдались жителями Камчатки в октябре 1737 года, а в районе Большерецкого устья, на островах, Курильской лопатке и по берегу Восточного моря продолжались до самой весны 1738 года. С. П. Крашенинников

отмечал: «...как около Авачи так на Курильской Лопатке и на островах было страшное земли трясение с чрезвычайным наводнением, которое следующим образом происходило: Октября 6 числа помянутого 1737 году по полуночи в третьем часу началось трясение, и с четверть часа продолжалось волнами так сильно, что многия камчатския юрты обвалились, и балаганы попадали» (стр. 171). Далее автор описал несколько волн цунами, связанных с землетрясением, которые принесли большой ущерб камчадалам.

О следующем сильном землетрясении он рассказал так: «После того в 23 числе Октября, по полудни в седьмом часу было в Нижнем Камчатском остроге такое сильное земли трясение, что многия Камчатския жилища попадали, печи в казачьих избах разсыпались, уцерькви колокола звонили, и самую тамошнюю новую церьков, которая построена из толстаго лествинишнаго лесу, так расшатило, что бревна из дверных колод и из пазов со всем вон вышли, а продолжалось оно с перемежкой до самой весны 1738 году, однако гораздо лехче прежняго» (стр. 175—176).



Карта эпицентров землетрясений Камчатки и Командорских островов в период с 1900 по 1961 годы. Интересно отметить, что зоны землетрясений 1952 и 2025 (на карте не обозначены) годов почти накладываются друг на друга. $M \geq 6$. 1 — эпицентр сильных ($M \geq 7,8$) землетрясений, рассчитанный по сейсмограммам; 2 — область афтершоков землетрясений $M \geq 7,8$; 3—6 — эпицентры землетрясений: $M = 7,5$; $M = 7,0$; $M = 6,5$; $M = 6,0$ соответственно; 7—9 — глубина очага: 0—100, 101—200, больше 200 км соответственно; 10 — крупнейшие разломы, пунктиром — предполагаемые; 11 — оси глубоководных жёлобов: Курило-Камчатского (К—К) и Алеутского (А); 12 — вулканы; 13 — сейсмостанции.

Рисунок из статьи: Федотов С. А., Шумилина Л. С., Чернышова Г. В. Сейсмичность Камчатки и Командорских островов по данным детальных исследований // Вулканология и сейсмология. 1987. № 6. С. 29—60.

Наиболее сильное землетрясение, произошедшее 6 октября (17 октября по новому стилю) 1737 года, по оценке академика РАН Сергея Александровича Федотова, имело магнитуду 8,3—8,5. Сейсмологи доктор физико-математических наук Александр Александрович Гусев и кандидат физико-математических наук Лидия Сократовна Шумилина полагали, что магнитуда этого землетрясения достигала 9,2. Магнитуда землетрясения 23 октября (4 ноября по новому стилю) оценена в 7,8*. Необходимо ещё раз отметить, что извержения вулканов Авачинский летом 1737 года и Ключевской 25—30 сентября 1737 года наблюдались до сильных землетрясений, продолжавшихся с 6 октября 1737 года до весны 1738 года.

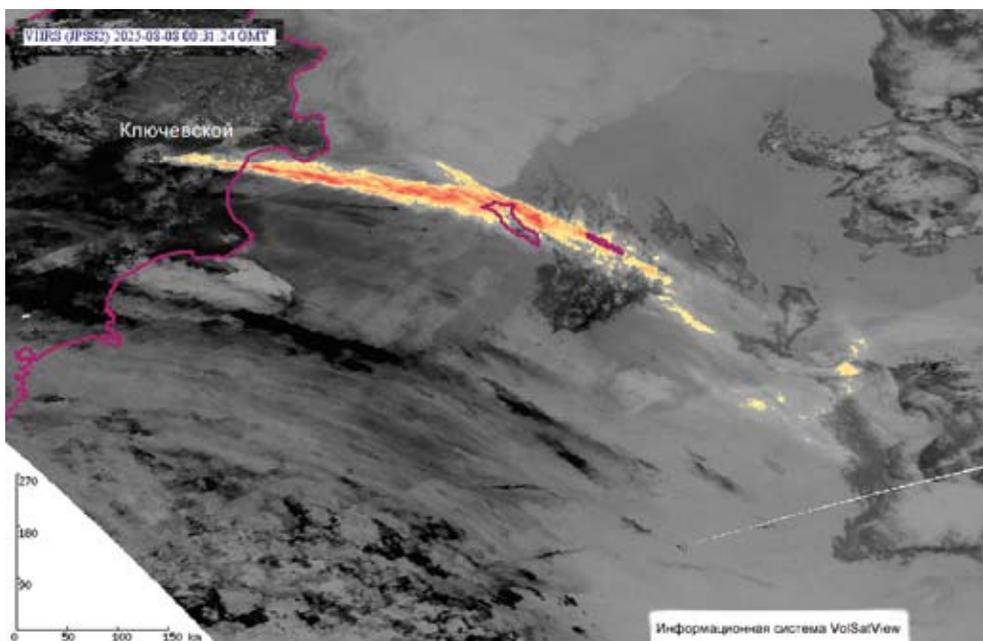
* Источник: КФ ФИЦ ЕГС РАН, <http://www.emsd.ru/140-kamchtop>.

Судя по описаниям С. П. Крашенинникова, сейсмическая активность в районе Камчатки в 1737—1738 годах была очень похожа на таковую в 2025 году. Возникает вопрос: а могут ли землетрясения стать причиной извержений вулканов?

В 2025 году 30 июля в 11:24 местного времени у берегов Камчатки произошло землетрясение магнитудой 8,8. До этого, 20 апреля 2025 года, началось извержение вулкана Ключевской, которое сопровождалось фонтанированием лавы в кратере вулкана, а с 28 июля по западному склону вулкана начал изливаться лавовый поток. Пароксизмальное извержение вулкана Ключевской с выносом пепла до 11,5 км над уровнем моря происходило в течение семи суток (с 6 по 12 августа). Такой сценарий извержений характерен для вулкана Ключевской. Например, мощные пароксизмальные фазы его извержений длительностью шесть и двое суток с выносом пепла до 14 км над уровнем моря

*Лавовый купол Пика Креницына
(остров Онекотан), сформированный
12—19 ноября 1952 года.
Снимок от 28 июля 2024 года.*

Фото Антона Нуждаева. Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН



Пепловый шлейф от вулкана Ключевской в 00:31 UTC 8 августа 2025 года на спутниковом снимке JPSS-2 (Joint Polar Satellite System), прибор VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite). Красные линии — контуры полуострова Камчатка и Командорских островов.

Источник: Информационная система «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» (VolSatView).

наблюдались, соответственно, в 2013 и 2023 годах. Извержение вулкана в 2025 году закончилось 16 августа. Полагаю, что сильное землетрясение летом 2025 года не повлияло на активность вулкана Ключевской.

Другое дело вулкан Крашенинникова. Согласно данным, полученным методом тефрохронологии*, последний раз вулкан извергался 400—600 лет назад. Спутниковые наблюдения зафиксировали начало термальной активности вулкана в 04:38 местного времени 3 августа 2025 года. Одновременно появилось первое пепловое облако, поднявшееся на высоту трёх километров над уровнем моря. То есть вулкан начал извергаться спустя три дня после мощного землетрясения 30 июля 2025 года. Стоит обратить внимание на тот факт, что излияние лавы на склоны Крашенинникова непрерывно продолжается уже три месяца, значит, можно утверждать, что вулкан и так был готов к извержению — в его недрах накопилось достаточно много магматического вещества, а мощное землетрясение послужило триггером для его начала.

Приведём ещё несколько случаев, когда сильные землетрясения вблизи Камчатки и Курильских островов стали триггерами для извержений вулканов.

Землетрясение магнитудой 8,5 произошло в 04:58 местного времени 5 ноября 1952 года в акватории южной части Камчатки. По свидетельству сотрудника Сейсмологического института Академии наук СССР (ныне — Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН) Фёдора Алексеевича Кириллова, от Кроноцкого полуострова до северных Курильских островов наблюдались повреждения построек, обрушения печей и труб. На острове Шумшу в посёлке Козыревский по песку прибойной полосы прошли трещины до 25 см шириной. Первая волна цунами повернула дома, сорвав их с фундамента. Вторая волна уничтожила рыбоконсервный завод и все строения, расположенные на низком берегу. А 12 ноября 1952 года началось эксплозивно-экструзивное извержение вулкана Кре-

ницына, продолжавшееся семь дней — до 19 ноября. Вынос пепла происходил из вновь образовавшегося бокового кратера на склоне вулкана, а также у его подножия, где в дальнейшем сформировался лавовый купол. Это было первое историческое извержение вулкана, спровоцированное, по мнению сотрудников Камчатской вулканологической станции Бориса Ивановича Пийпа и Александра Евгеньевича Святловского, ноябрьским землетрясением 1952 года.

1 января 1996 года в 18:26 местного времени в Тихом океане в 60 км к юго-востоку от вулкана Карымский было отмечено землетрясение магнитудой 5,6. А в 21:57 местного времени 1 января произошло неглубокое землетрясение магнитудой 6,9 уже в Карымском вулканическом центре. Рой землетрясений продолжался до 08:31 местного времени 2 января. Эпицентры этих сейсмических событий находились в 5—10 км южнее вулкана Академия наук. Такой рой землетрясений не мог не отразиться на активности вулкана Карымский. И действительно, 1—2 января начались одновременные эксплозивные извержения вулканов Карымский и Академия наук. Если вулкан Карымский — активный действующий, то для вулкана Академия наук это извержение стало первым, зафиксированным в истории. Оно продолжалось около 18 часов, извержение Карымского не прекращалось в течение десяти лет.

Событий, являющих однозначную связь мощных землетрясений и извержений вулканов, зарегистрировано в мире немного. Связано это, в первую очередь, с отсутствием непрерывной сети сейсмических станций. В настоящее время, благодаря спутниковому мониторингу вулканов, фиксируются все проявления вулканической активности, но пока не ясны причины поступления магматического вещества на поверхность Земли. Вулканологи изучают цикличность деятельности отдельных часто извергающихся вулканов (например Ключевского, Безымянного), эволюцию состава вулканогенных пород, научились прогнозировать эксплозивные извержения некоторых вулканов и т. д. Но вопрос, почему происходят извержения вулканов, пока остаётся открытым. Это важная фундаментальная проблема, над решением которой учёные продолжают работать.

* Тефрохронология — датирование событий, природных явлений, археологических находок, основанное на исследовании слоёв вулканического пепла (тефры) и определении их возраста радиоуглеродным методом.