

Магматическая активность Мутновского вулкана в 2021 г.*Поляков А.Ю.¹, Усачева О.О.¹, Кирюхин А.В.¹, Тсучия Н.², Миндалева Д.²***Magmatic activity of Mutnovsky volcano in 2021***Polyakov A.Yu.¹, Usacheva O.O.¹, Kiryukhin A.V.¹, Tsuchiya N.², Mindaleva D.²*¹ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;**e-mail: pol@kscnet.ru*² *Университет Тохоку, Высшая школа экологических исследований, г. Сендай, Япония*

Предпринята попытка связать магматическую активность вулкана с событием 18 августа 2021 г. (обвалом, засыпавшим туристическую тропу). В рамках проекта международного сотрудничества в 2022 г. планируется проведение магнитотеллурического зондирования северо-восточного сектора Мутновского вулкана.

Введение

В 2020-2021 гг. на Мутновском геотермальном месторождении по данным КФ ФИЦ ЕГС РАН регистрировалось значительное увеличение числа микроземлетрясений (514 в 2020 г. и 306 в 2021 г., при среднегодовом значении около 250). Для дальнейшего исследования магматической активности Мутновского вулкана и прилегающей Северо-Мутновской гидротермальной системы необходимо получение информации о геоэлектрическом строении вулканической структуры посредством магнитотеллурического зондирования.

Магматическая активность Мутновского вулкана и ее связь с событием 18 августа 2021 г.

Для оценки связи между обвалом 18 августа 2021 г. и магматической активностью вулкана были использованы данные КФ ФИЦ ЕГС РАН по микросейсмическим событиям в исследуемом районе за 2021 г. На рис. 1 видно, что за 2 месяца до описываемого события количество суточных сейсмических событий резко увеличилось.

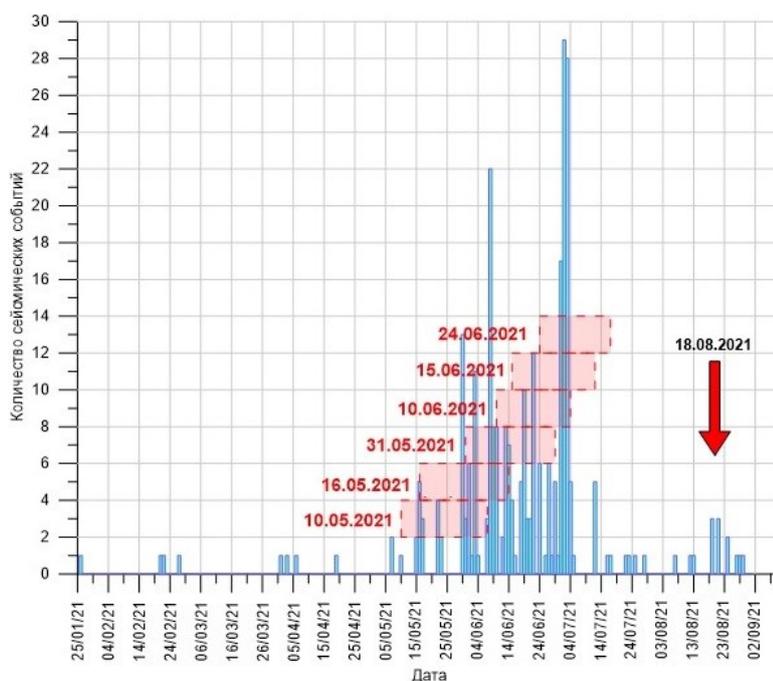


Рис. 1. Сейсмическая активность в районе вулкана Мутновский. Красная стрелка – обвал 18 августа 2021 г. Прямоугольники – плоско-ориентированные кластеры, выделенные в программе Frac-Digger.

После месяца затишья (примерно с 14 июля по 17 августа 2021 г.), небольшая активизация могла вызвать обвал, засыпавший тропу в кратер Мутновского вулкана. Гидрогеомеханический анализ локальной сейсмичности [1] (данные КФ ФИЦ ЕГС РАН) позволил выделить 6 плоско-ориентированных кластеров в пределах северо-восточного сектора Мутновского вулкана за рассматриваемый период (май-август 2021 г.). Их следы в горизонтальной плоскости на глубине 3000 м показаны на рис. 2, в вертикальной – на рис. 3.

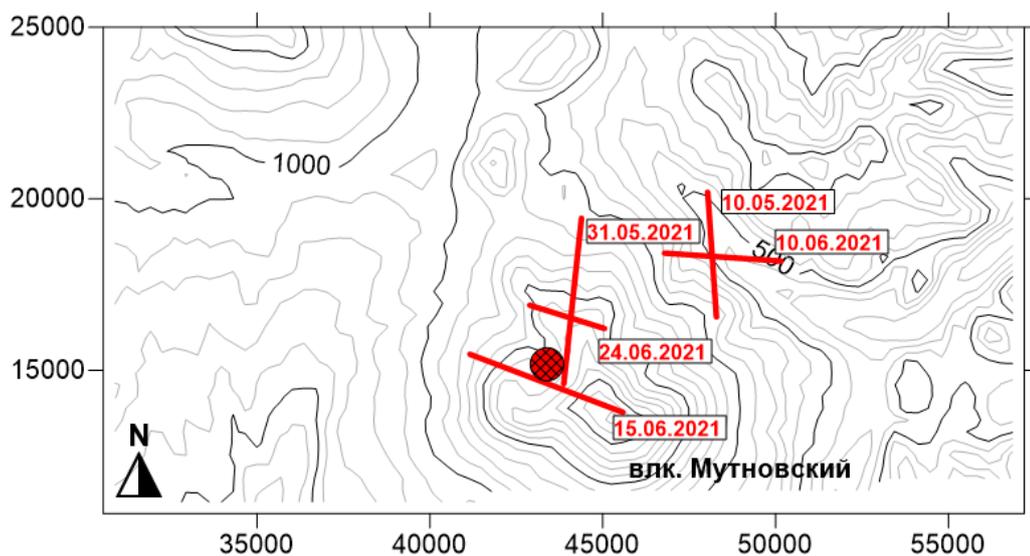


Рис. 2. Следы плоскостей кластеров на горизонтальной поверхности на глубине 3 км. Красный круг – примерное место обвала.

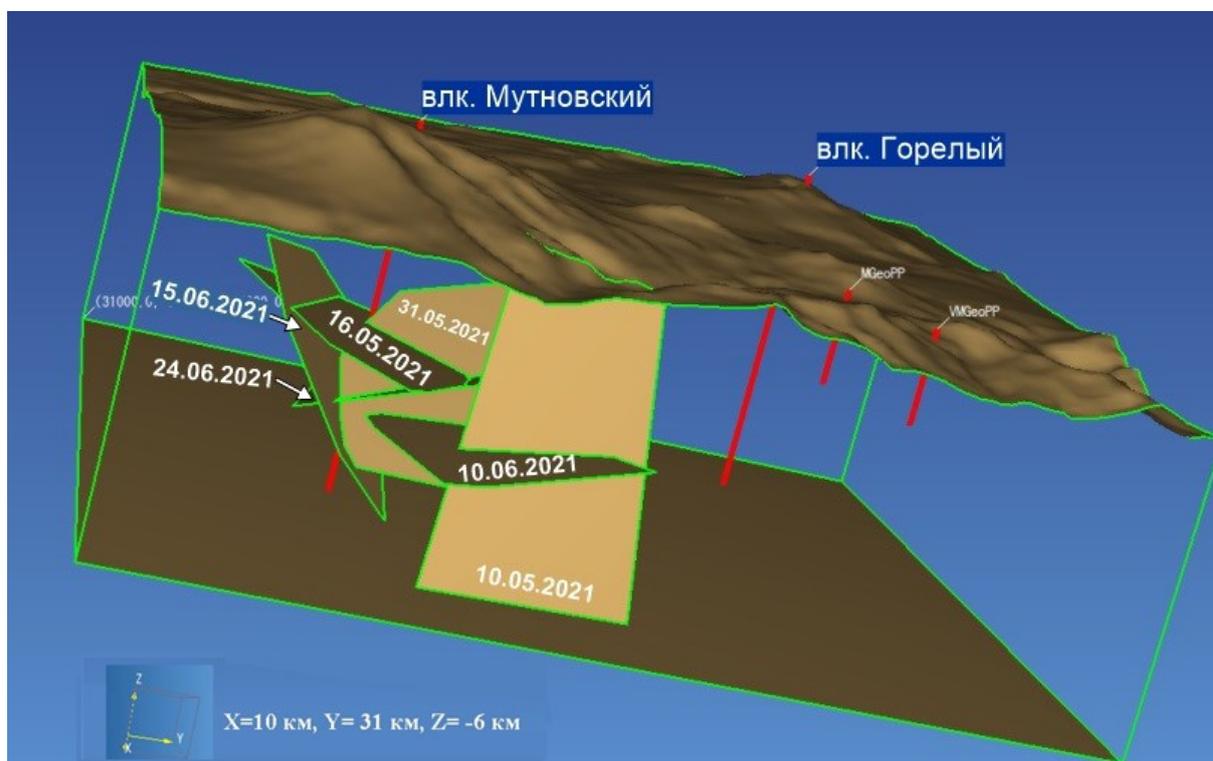


Рис. 3. Геометрия инъекций магмы под Мутновским вулканом по сейсмическим данным КФ ФИЦ ЕГС РАН за период май-август 2021 г.

Таким образом, событию 18 августа 2021 г. предшествовала серия внедрений магматического вещества под постройкой Мутновского вулкана в течение короткого промежутка времени, предположительно ставшая триггером обвала. Детальное

исследование глубинного строения в совокупности с уже используемым методом геомеханического анализа сейсмичности позволит более точно интерпретировать имеющиеся данные и, возможно, предупреждать о повышенной опасности при посещении вулкана, так как туристический маршрут на Мутновский вулкан весьма популярен.

Проект магнитотеллурического зондирования северо-восточного сектора Мутновского вулкана

Для исследования магматической активности Мутновского вулкана и прилегающей Северо-Мутновской гидротермальной системы необходимо получение информации о геоэлектрическом строении вулканической структуры. Применение магнитотеллурического зондирования позволит получить детальную информацию о глубинном строении магматической системы вулкана Мутновский и прилегающей Северо-Мутновской геотермальной системы (профили электрического сопротивления недр в областях, указанных на рис. 4). На основании полученной информации планируется дополнить модель распределения магмы и флюидов в магматической системе, дать оценку геотермального потенциала месторождения, уточнить температуру и характеристики системы продуктивных разломов в исследуемой области.

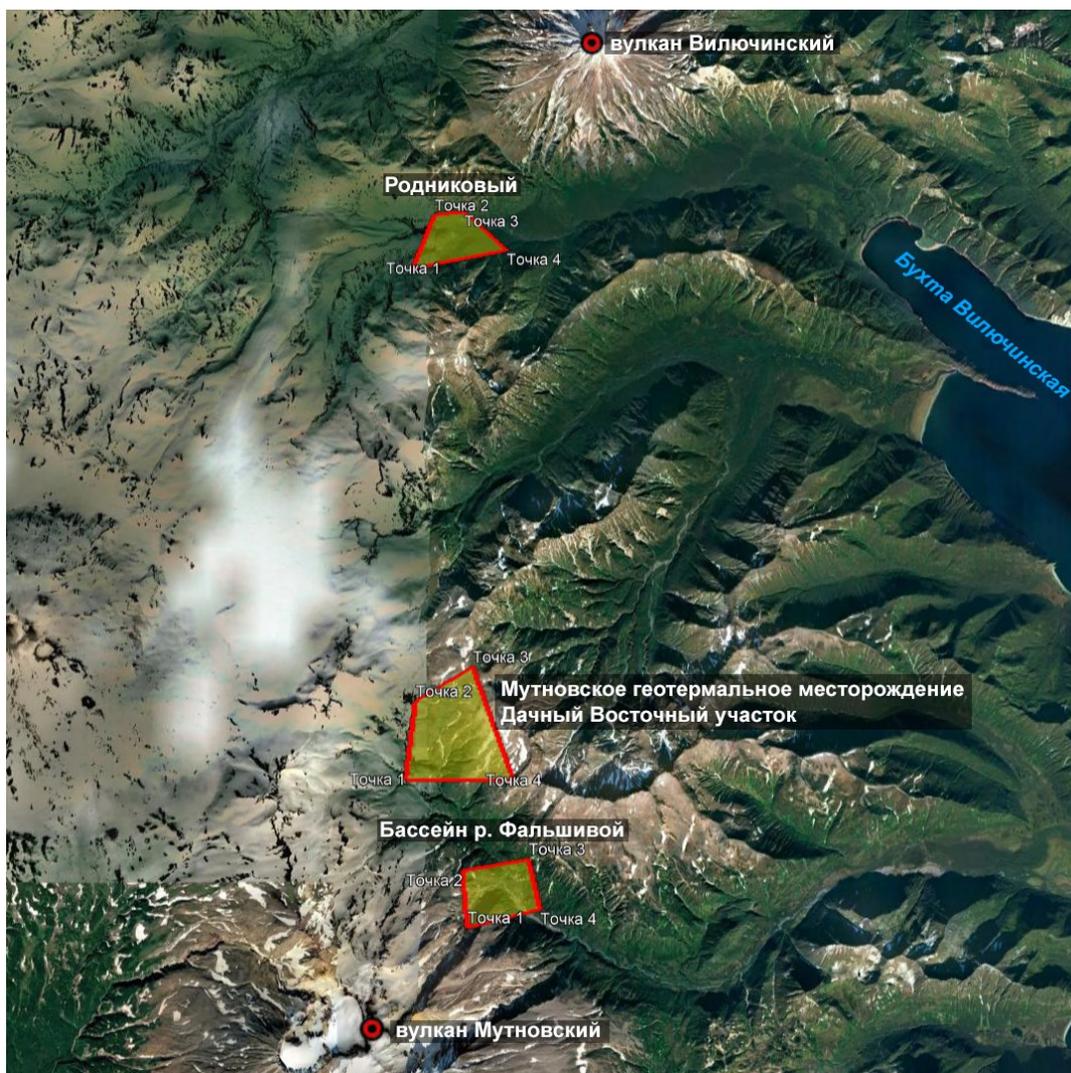


Рис. 4. Точки наблюдения (участки Родниковый, Дачный Восточный и бассейн р. Фальшивой).

Первый этап работ будет посвящен изучению характера и степени геоэлектрической неоднородности в областях, указанных на рис. 4. Измерения будут производиться в нескольких точках, равномерно покрывающих исследуемую область. Для проведения измерений устанавливается магнитотеллурическая станция. Регистрация сигнала длится около 40 часов в каждой точке.

Второй этап исследования предполагает первичную обработку полученной информации по мере ее поступления.

Завершающий этап будет посвящен камеральным работам, интерпретации результатов обработки и подготовке научных публикаций сотрудниками лаборатории тепломассопереноса ИВиС ДВО РАН при участии иностранных партнеров.

Исследования с использованием магнитотеллурического регистратора MTU-5C (Phoenix Geophysics Ltd) запланированы на период полевых работ 2022 г. Оборудование предоставляется японской стороной в рамках проекта международного сотрудничества, поддержанного РФФИ.

Выводы

Обнаружена возможная связь магматической активности Мутновского вулкана с обвалом, произошедшим 18 августа 2021 г. Исследование гипоцентрального поля землетрясений на основе анализа плоско-ориентированных кластеров [1, 2, 3] важно для определения связи гипоцентрального поля сейсмоактивной среды и ее геолого-тектонического строения в виде плоских сейсмогенных разломов, предположительно активируемых глубинными флюидами, и выявления связи сейсмичности и вулканизма.

В период полевых работ 2022 г. предполагается получение детальной информации о глубинном строении магматической системы вулкана Мутновский и прилегающей Северо-Мутновской геотермальной системы посредством магнитотеллурического зондирования.

Работа выполнена при поддержке РФФИ по проекту № 21-55-50003\21 ЯФ «Магматический фрекинг и флюидные потоки в вулканических структурах».

Список литературы

1. *Кiryukhin A.V.* Геотермофлюидомеханика гидротермальных, вулканических и углеводородных систем. Санкт-Петербург: ООО «Эко-Вектор Ай-Пи», 2020. 431 с.
2. *Kiryukhin A., Chernykh E., Polyakov A. et al.* Magma Fracking Beneath Active Volcanoes Based on Seismic Data and Hydrothermal Activity Observations // *Geosciences*. 2020. V. 10. № 52. P. 1-16. DOI: 10.3390/geosciences10020052
3. *Kiryukhin A.V., Polyakov A.Y., Usacheva O.O. et al.* Thermal-permeability structure and recharge conditions of the Mutnovsky high-temperature geothermal field (Kamchatka, Russia) // *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 2018. V. 356. P. 36-55. DOI: 10.1016/j.jvolgeores.2018.02.010