

Многopараметрический мониторинг деятельности Авачинского вулкана для обеспечения безопасности густонаселенных районов Камчатского края

Озеров А.Ю., Бахматова Я.А., Мельников Д.В., Нuzhдаев И.А., Фролов В.И.

Multiparametric monitoring of the Avacha volcano to ensure the safety of densely populated areas of Kamchatka

Ozerov A.Yu., Bakhmatova Ya.A., Melnikov D.V., Nuzhdaev I.A., Frolov V.I.

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;
e-mail: bakhyaana@mail.com*

Вулкан Авачинский (Россия, Камчатка) является активным андезитовым вулканом, представляющим значительную опасность для близлежащих населенных пунктов. Представлен проект создания пилотного вулканологического научно-исследовательского полигона для контроля состояния вулкана, прогнозирования сценариев извержений.

Введение

Авачинский вулкан (2741 м), расположенный на полуострове Камчатка, является активным [8], относится к типу Сомма-Везувий. В историческое время извержения отмечены в 1737, 1772, 1779, 1827, 1851-1855, 1878, 1881, 1894-1895, 1901, 1909, 1926-1927, 1938, 1945, 1991, 2001 гг. [1, 2, 4, 6]. Эти извержения были умеренной силы, с выбросами пепла, пирокластическими и лавовыми потоками. В 1991 г. произошло одно из наиболее заметных извержений конца XX века. Во время этого извержения был зарегистрирован мощный выброс пепла, достигавший высоты до 5-7 км, в результате которого кратерная чаша была заполнена лавовой пробкой [4]. Пепел вулкана выпал в г. Петропавловск-Камчатский и других близлежащих населенных пунктах. Это событие стало объектом пристального внимания вулканологов и сейсмологов.

Авачинский вулкан сохраняет свою активность и в XXI веке. Последнее извержение произошло в 2001 г. Оно сопровождалось выбросом пепла на высоту более 900 м над кратером, лавовая пробка и верхние участки склона были нарушены сквозной трещиной [3]. Хотя это извержение не было разрушительным, оно еще раз подтвердило, что вулкан остается потенциально опасным. Последние годы его активность относительно низкая, хотя регулярные выбросы газа и тепловая активность свидетельствуют о продолжающемся вулканическом процессе.

На Камчатке существуют различные системы мониторинга активных вулканов Камчатки (ИВиС ДВО РАН и структурное подразделение KVERT, КФ ФИЦ ЕГС РАН). Однако, спутникового и сейсмического мониторинга недостаточно для эффективного предсказания извержения Авачинского вулкана. Исполин расположен в 25 км от г. Петропавловск-Камчатский, столицы региона с населением около 190 тысяч человек. Близость аэропорта и многочисленных поселковых агломераций увеличивают риски в случае крупного извержения.

Анализ извержений Авачинского вулкана целесообразно проводить в сравнении с аналогичными вулканическими объектами, например, с вулканом Галерас (самый активный и самый большой андезитовый стратовулкан вулкан в Колумбии) [7]. В 1993 г. при извержении вулкана в кратере погибли 6 ученых, среди которых был ведущий научный сотрудник Института вулканологии Игорь Александрович Меняйлов. Трагедия произошла из-за сильного взрывного извержения. Ученые полагали, что вулкан находится в относительно спокойном состоянии, сейсмическая обсерватория в г. Пасто зафиксировала усиление вулканического дрожания, но других признаков готовящегося извержения не было. Извержение произошло внезапно и сопровождалось выбросами вулканического пепла, газа и бомб. Так и извержение Авачинского вулкана в 1991 г. не было предсказано учеными. Трагедия на вулкане Галерас подчеркнула важность улучшения методов мониторинга вулканической активности и разработки более точных систем прогнозирования, а также стала

напоминанием о рисках, с которыми сталкиваются исследователи, изучающие активные вулканы.

Исходя из вышеперечисленного, было предложено [5] создать проект наукоемкой, высокотехнологичной системы многопараметрического мониторинга опасных вулканических процессов для снижения рисков нанесения ущерба объектам инфраструктуры, жизни и здоровью людей. Система получила название Вулканологический Многопараметрический Автоматизированный Комплекс (ВМАК).

Целью работы является создание пилотного вулканологического научно-исследовательского полигона для контроля состояния Авачинского вулкана, прогнозирования сценариев извержений и обеспечения безопасности городов Петропавловск-Камчатский, Елизово и Вилучинск. ВМАК (рисунок) должен включать набор инструментально-измерительного оборудования, системы энергоснабжения, накопления и передачи данных. Комплекс необходимо расположить в районе действующего Авачинского вулкана или его кратера. Все оборудование должно быть соединено в общую систему сбора и передачи данных в приемно-аналитический центр Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН для последующей обработки, интерпретации и принятия стратегических решений.

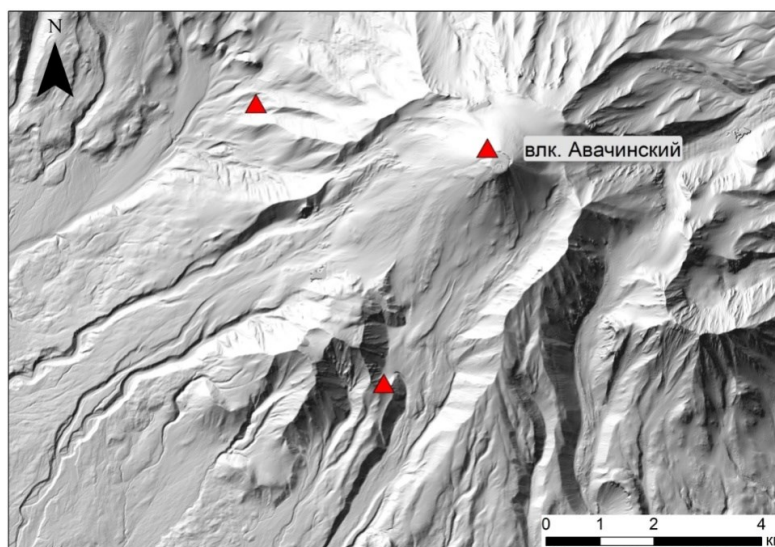


Рисунок. Схема расположения пунктов ВМАК (красные треугольники) в районе вулкана Авачинский.

В базовую комплектацию (Тип-1) комплекса входят: сейсмическая широкополосная станция с регистратором, станция ГНСС (глобальная навигационная спутниковая система), система определения содержания вулканогенного газа SO_2 , датчики определений вулканогенных газов (МультиГаз), метеостанция, видеокамера, инфракрасная камера, система определения надпочвенных концентраций ртути и CO_2 . Кроме этого, будет установлен специальный комплекс (Тип-2), который подразумевает инструментальные наблюдения в кратерной области Авачинского вулкана. Здесь будет располагаться следующее оборудование: сейсмическая широкополосная станция с регистратором, термopара, комплекс (МультиГаз) электрохимических и инфракрасных датчиков дистанционного анализа вулканических газов (CO_2 , SO_2 , HCl , HF , H_2O), метеостанция. Все данные с комплексов будут передаваться в режиме реального времени в приемно-аналитический центр Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН. ВМАК позволит получать поток геохимических, геофизических и видео данных о состоянии вулкана. Для ведения долговременных архивов различного вида наблюдений, обработки данных и проведения анализа информации будет создана специализированная программно-аппаратная система.

Текущее состояние проекта

В рамках Межведомственной комплексной программы научных исследований Камчатского полуострова и сопредельных акваторий в 2024-2026 гг. ИВиС ДВО РАН является исполнителем НИР по теме «Изучение механизмов извержений Авачинского вулкана и создание методик оценки вулканической опасности» (FWME-2024-0015). Структура этой темы исследований подразумевает установку в пределах вулкана трех пунктов ВМАК. На сегодняшний день для них уже приобретено основное научно-исследовательское оборудование.

Выводы:

1. Для понимания процессов, происходящих на вулкане, разработана концепция многопараметрического мониторинга на Авачинском вулкане, включающая геофизические и геохимические методы исследования.
2. Система новых инструментов и методов комплексного анализа позволит подойти к пониманию процессов, происходящих в питающей системе Авачинского вулкана, идентифицировать глубинные процессы.
3. Проект позволит разработать эффективные меры для обеспечения безопасности в регионе, где вулканическая активность представляет серьезную угрозу для населения, объектов инфраструктуры, транспорта и хозяйственной деятельности человека.
4. Использование комбинации приборов и проведение комплексного анализа позволит выявить характерные особенности, закономерности и критерии оценки подготовки эксплозивных извержений, а также разработать стратегию прогнозирования с применением искусственного интеллекта.
5. В дальнейшей перспективе планируется распространить установку ВМАК и на другие активные вулканы Камчатки: Корякский, Ключевской, Безымянный, Шивелуч и др.

Список литературы

1. *Гирина О.А., Озеров А.Ю., Мельников Д.В., Маневич А.Г.* Вулкан Авачинский: мониторинг и основные характеристики извержений // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы XXII Всероссийской научной конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2019. С. 11-14.
2. *Дрознин В.А., Муравьев Я.Д.* Энергетический и экологический аспекты извержения вулкана Авачинский на Камчатке (январь 1991 г.) // Вулканология и сейсмология. 1994. № 3. С. 3-19.
3. *Мелекесцев И.В., Селиверстов Н.И., Сеньюков С.Л.* Информационное сообщение об активизации октября 2001 г. вулкана Авачинский на Камчатке и проведенных исследованиях 2001 г. // Вулканология и сейсмология. 2002. № 2. С. 79-80.
4. *Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Двигало В.Н., Базанова Л.И.* Исторические извержения Авачинского вулкана на Камчатке (попытка современной интерпретации и классификации для долгосрочного прогноза типа и параметров будущих извержений). Часть II (1926-1991 гг.) // Вулканология и сейсмология. 1994. № 2. С. 3-23.
5. *Озеров А.Ю., Мельников Д.В.* Новый подход к мониторингу вулканов Авачинский и Корякский // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы XXII Всероссийской научной конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2019. С. 24-27.
6. *Федотов С.А., Двигало В.Н., Дрознин В.А. и др.* Последнее извержение вулкана Авачинский в январе 1991 г. и проблема вулканической опасности // Вулканизм, структуры и рудообразование: Тез. Докл. VII Всесоюзного вулканол. совещ. Иркутск, 1992. С. 36-37.
7. *Galeras Volcano, Colombia* [Электронный ресурс] URL: <https://geology.com/volcanoes/galeras/>
8. *KVERT – Камчатская группа реагирования на вулканические извержения* [Электронный ресурс] URL: <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/>