

СЕЙСМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В ДОЛИНЕ ГЕЙЗЕРОВ

Геологическая катастрофа, которая произошла в Долине Гейзеров 3 июня 2007 г., привлекла повышенное внимание к этому уникальному уголку природы и объекту туристической индустрии Камчатки. Остро обозначились проблемы, связанные с ограниченностью существующих представлений об опасных эндогенных и экзогенных процессах и отсутствием геолого-геофизического мониторинга этого района.

По карте общего сейсмического районирования ОСР-97 район Долины Гейзеров относится к 9-балльной зоне (Уломов, Шумилина, 1999). Расчетные периоды повторения сотрясений с интенсивностью более 7 баллов по шкале МСК-68 составляют 12-55 лет, 8 баллов – 50-120 лет. По существующим представлениям большинству гидротермальных систем мира присуща локальная сейсмическая активность. Долина Гейзеров расположена у подножья сложного разновозрастного вулканического комплекса Кихпинич, характеризующегося в настоящее время слабой фумарольной деятельностью (Брайцева и др., 1985). Последняя активизация вулкана произошла менее 600 лет назад. Район, несомненно, обладает высокой геодинамической активностью.

С момента открытия в 1941 г. Долины Гейзеров здесь не проводились ни геофизические, ни сейсмологические исследования. Отсутствует система наблюдений за современными движениями земной коры. Имеющаяся в настоящее время региональная сеть сейсмических станций ориентирована на исследование региональной сейсмичности Камчатки и Командорских островов и позволяет уверенно регистрировать землетрясения из района Долины Гейзеров начиная только с 7.5 класса (по энергетической классификации С.А. Федотова для курило-камчатских землетрясений (Федотов, 1972)). Ближайшие сейсмические станции камчатской региональной сети: 1) «Карымский» (район Карымского вулкана, расстояние до Долины Гейзеров около 70 км); 2) «Мыс Козлова» (побережье Кроноцкого полуострова, расстояние около 100 км); 3) «Тумрок» (хребет Тумрок, расстояние около 90 км). По имеющимся сообщениям об ощутимых землетрясениях, на территории Кроноцкого заповедника ощущались сейсмические сотрясения, информация о которых отсутствует в региональном каталоге. Таким образом, территория контролируется в сейсмологическом плане недостаточно: конфигурация и технические возможности сети не позво-

ляют осуществлять необходимый контроль тонкой структуры сейсмичности в локальных районах, в частности, в Долине Гейзеров. Отметим, что как местная, так и региональная сейсмичность потенциально являются причиной активизации склоновой неустойчивости.

Встает вопрос об организации в районе Долины Гейзеров системы локального мониторинга сейсмичности и современных движений земной коры. Это достаточно объемные, трудоемкие и дорогостоящие работы. Реализация такого проекта возможна лишь при наличии целевого финансирования или значительной спонсорской поддержки.

В конце 2007 г. при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в Долине Гейзеров была впервые организована регистрация сейсмических сигналов. Работы проведены сотрудниками Камчатского филиала Геофизической службы РАН (КФ ГС РАН). Цели проекта: установить в Долине гейзеров временную автономную цифровую сейсмическую станцию для оценки локальной сейсмичности; провести измерения фонового сейсмического сигнала для решения вопроса о пункте возможного размещения в Долине Гейзеров сейсмической станций. Проведенные наблюдения являются частью рекогносцировочных работ по организации локальной микрогруппы для сейсмического мониторинга.

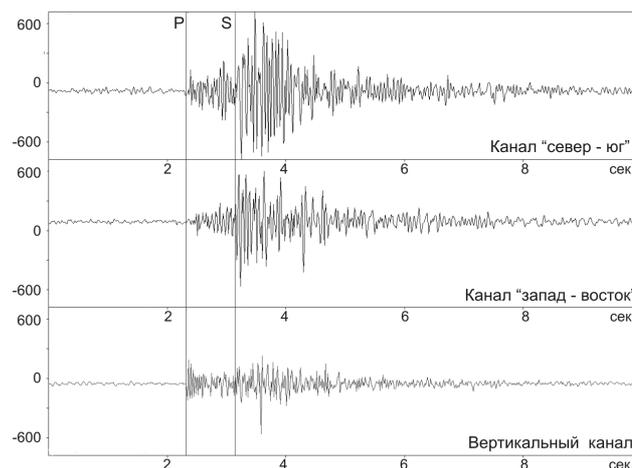


Рис. Запись близкого землетрясения, зафиксированного 2 декабря 2007 г. в 5 часов 34 мин. 31.4 сек. временной сейсмической станцией в Долине Гейзеров. Энергетический класс землетрясения $K=5$. Нанесены моменты вступления продольной (P) и поперечной (S) волн: $T_s-p=0.8$ сек. По оси ординат отложены отсчеты АЦП, единица младшего разряда соответствует 1.9×10^{-8} м/с. Обработка сейсмического сигнала проведена программой DIMAS, разработчик: Д.В. Дроздин.

Регистрация проводилась в ноябре-декабре 2007 г. Станция была установлена на территории кордона «Долина Гейзеров» Кроноцкого государственного биосферного заповедника, в среднем течении реки Гейзерной, на водоразделе рек Гейзерной и ручья Водопадного, по долине которого прошла обломочная лавина, на высоте 495 м над уровнем моря. Расстояние до подпрудного озера составило около 250 м, высоты до уреза воды - 70 м. В месте установки залегают гидротермально-измененные озерные отложения поздне-плейстоценового возраста, мощность которых в районе Долины Гейзеров достигает 300 м (Леонов, 1989).

Использовались трехкомпонентный блок короткопериодных сейсмометров СМ-3 с периодом собственных колебаний 2 сек. и цифровой 24-разрядный регистратор GSR-24. Параметры регистрации:

- регистрируемый параметр: скорость смещения грунта;
- частота оцифровки: 100 отсч./сек.;
- частотный диапазон регистрации: 0.5 ÷ 25 Гц;
- разрядность АЦП: 23+знак;
- динамический диапазон регистрации: не хуже 120 дБ;
- емкость флэш-карты: 2 Гб;
- срок автономности по емкости памяти: 14 суток.

Установка аппаратуры осуществлялась в сложных зимних условиях. В точке регистрации высота снежного покрова достигала 1 м. Сейсмометры были установлены в зимнем полевом варианте: на мерзлый грунт. Аппаратура (сейсмометры, регистратор, блок батарей питания) были помещены в портативный защитный металлический корпус. Станция была полностью размещена под снегом, что уменьшало уровень ветровых помех. GPS-антенна для привязки записи к точному времени была закреплена на мачте на высоте 1.5 м над уровнем снега.

Первые результаты обработки полученных записей позволили оценить уровень фонового микросейсмического сигнала. Территория кордона «Долина Гейзеров» характеризуется низким уровнем шумов - сказывается удаленность от районов антропогенной активности. По сейсмическим данным место проведенной регистрации можно рассматривать как потенциально подходящее для организации сейсмостанции. Зарегистрирован ряд региональных землетрясений. Как и предполагалось, обнаружены локальные сейсмические события. Пример записи такого землетрясения ($K=5$) приведен на рисунке. Величина $T_s-p=0.8$ сек. Расстояние до гипоцентра не превышает 4-5 км. Р-волна подошла к станции субвертикально, что позволяет предположительно связать землетрясение с областью развития корового магматического очага Узоно-Гейзерной

депрессии (Белоусов и др., 1983). Точнее определить положение гипоцентра по данным единственной станции не представляется возможным.

Проведенные работы по регистрации сейсмических сигналов в Долине Гейзеров можно рассматривать как пример конструктивного взаимодействия представителей различных научных коллективов Камчатки: Камчатского филиала Геофизической службы РАН, Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Кроноцкого государственного биосферного заповедника. Группа КФ ГС РАН, проводившая работы, пользовалась активной поддержкой коллег, получала своевременные консультации и всю необходимую для организации наблюдений информацию. Администрация заповедника проявила всестороннюю заинтересованность в дальнейшем сотрудничестве и в планируемом мониторинге сейсмичности и современных движений земной коры в районе Долины Гейзеров. Ведется работа по систематизации и передаче в КФ ГС РАН имеющейся информации о землетрясениях, которые ощущались на территории Кроноцкого заповедника.

Участники работ благодарят всех сотрудников Камчатского научного центра, оказавших им поддержку, в особенности В.А. Дроздина, одного из ведущих специалистов в области исследований гейзеров.

Работы проведены при финансовой поддержке РФФИ – Грант № 07-05-02107 и № 07-05-00225.

Кугаенко Ю.А., Салтыков В.А.,
Синицын В.И., *Камчатский филиал
Геофизической службы РАН*

Список литературы

- Белоусов В.И., Гриб Е.Н., Леонов В.Л.* Геологические позиции гидротермальных систем Долины Гейзеров и кальдеры Узон // *Вулканология и сейсмология*. 1983. № 1. С.65-79
- Брайцева О.А., Флоренский И.В., Пономарева В.В., Литасова С.Н.* История активности вулкана Кихпинич в голоцене // *“Вулканология и сейсмология”*. 1985. № 6. С. 3-19.
- Леонов В.Л.* Структурные условия локализации высокотемпературных гидротерм. М.: Наука, 1989. 104 с.
- Уломов В.И., Шумилина Л.С.* Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-97. Масштаб 1:8000000. Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах. М.: ОИФЗ, 1999. 57 с.
- Федотов С.А.* Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. М.: Наука, 1972. 117 с.