



УДК 550.34:550.21

В. А. Салтыков¹, И. Ф. Абкадыров², П. В. Воропаев¹,
Ю. А. Кугаенко¹

¹ Камчатский филиал Геофизической службы РАН,
г. Петропавловск-Камчатский
e-mail: salt@emsd.ru

² Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский

Временная сеть широкополосных сейсмических станций в районе нового трещинного Толбачинского извержения

Для исследования сейсмичности в Южной части Ключевской группы вулканов, где 27 ноября 2012 г. началось новое трещинное Толбачинское извержение, была развернута временная сеть широкополосных сейсмических станций GURALP CMG-6TD. В докладе представлены станции временной сети и первые полученные образцы широкополосных сейсмических записей.

Региональная сеть сейсмических станций Камчатки [5] обеспечивает уровень надежной регистрации землетрясений Ключевской группы вулканов $K_S = 4,0 - 5,0$ (K_S — класс по энергетической классификации [4]).

Очередное сильное извержение началось 27 ноября 2012 г. в Южной части Ключевской группы вулканов, захватив юго-восточный склон вулкана Плоский Толбачик и северную часть Толбачинского Дола. Это — трещинное извержение гавайского типа, сопровождающееся излиянием протяжённых лавовых потоков и умеренной эруптивной деятельностью [3]. Извержение предварялось активизацией слабой сейсмичности, более подробно описанной в работе [2], а его начало было идентифицировано в КФ ГС РАН по сейсмическим данным.

В начале января 2013 г. в южной части Ключевской группы вулканов силами КФ ГС РАН и ИВиС ДВО РАН была развернута временная сеть из семи автономных сейсмических станций (рис. 1). Расстановка ориентирована на усиление региональной системы сейсмологических наблюдений в районе нового трещинного Толбачинского извержения 2012–2013 гг. и южной части Ключевской группы вулканов в целом.

Временная сеть состоит из широкополосных трехкомпонентных сейсмометров GURALP CMG-6TD (частотный диапазон 0,03–100 Гц), сочетающих функции датчика и цифрового регистратора, и обеспечивающих достаточный срок автономной регистрации (не менее пяти месяцев непрерывной работы при частоте оцифровки 100 отсчетов в секунду).

Станция «Толуд» установлена в долине реки Толуд вблизи полевой базы ИВиС ДВО РАН 6 января 2013 г. и оставлена для автономной работы до осени 2013 г. Станция установлена в мерзлый почвенно-пирокластический чехол на металлический диск.

Заглубление 30–40 см. Координаты $55,74990^\circ$ с. ш., $160,42203^\circ$ в. д., высота 988 м. Расстояние до зоны извержения около 7 км.

Станция «Каменистая» установлена в специализированный бункер на сейсмпостамент региональной станции «Каменистая» в северо-западной части Толбачинского Дола. Станция работала с 7 января 2013 г. по 23 мая 2013 г. Координаты $55,75663^\circ$ с. ш., $160,24738^\circ$ в. д., высота 1053 м. Расстояние до зоны извержения около 4,5 км.

Станция «Звезда» установлена в лавовой пещере в голоценовом вулканическом конусе Звезда в южной части Толбачинского Дола. Сейсмометр установлен в ответвление большого грота пещеры на дно лавовой трубы. Антенна GPS выведена на борт кратера Звезда. Станция работала с 7 января 2013 г. по 23 мая 2013 г. Координаты $55,64156^\circ$ с. ш., $160,21702^\circ$ в. д., высота 651 м. Расстояние до зоны извержения около 15 км.

Станция «Перевал» установлена на Толбачинском перевале (центральная часть Ключевской группы вулканов) в специализированный бункер на сейсмпостамент. Станция работала с 7 января 2013 г. по 23 мая 2013 г. Координаты $55,91182^\circ$ с. ш., $160,53815^\circ$ в. д., высота 1633 м. Расстояние до зоны извержения около 21 км.

Станция «Дом гляциологов» установлена на северном склоне вулкана Плоский Толбачик. Станция установлена в мерзлый шлак внутри небольшого деревянного домика, заглубление около 30 см. Сейсмометр установлен на металлический диск, засыпан песком и накрыт деревянным коробом. Координаты $55,87182^\circ$ с. ш., $160,36708^\circ$ в. д., высота 1596 м. Расстояние до зоны извержения около 12 км.

Кроме того в районе извержения были дополнительно установлены ещё две станции в разумной близости от центров эруптивной деятельности.

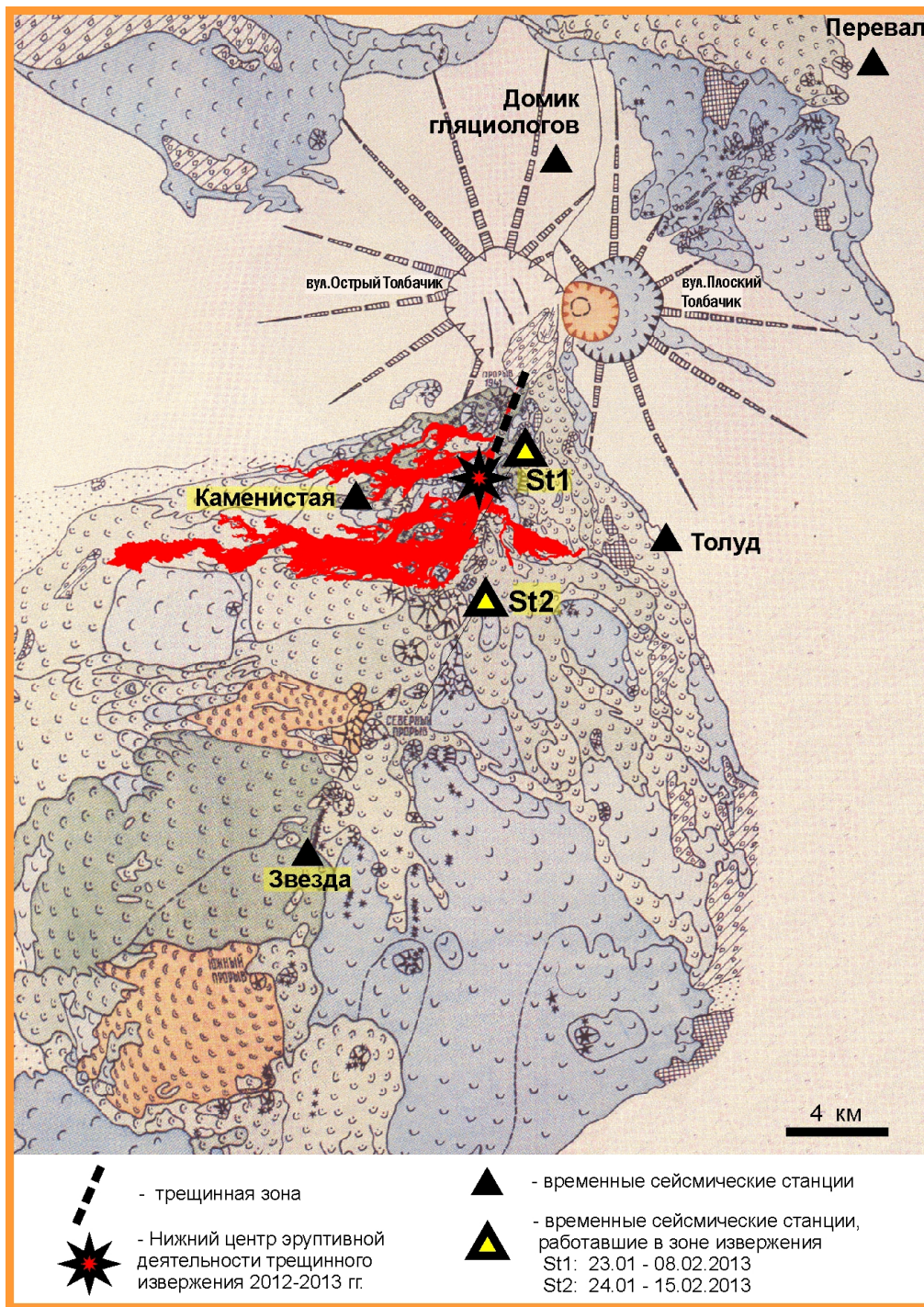


Рис. 1. Схема расстановки временных сейсмических станций в районе вулкана Толбачик. На карту вулканических образований Толбачинской региональной зоны шлаковых конусов [1] нанесены лавовые потоки трещинного Толбачинского извержения (по состоянию на 14 февраля 2013 г.)

Станция St1 — 1,5 км к востоку от северного края трещины, восточное подножье «конуса 1829», кекурное поле. Мощность снежного покрова около 120 см. Установка поверхностная на стальной диск в мерзлый вулканический шлак. Заглубление 15 см. Станция накрыта защитным термоизолирующим пенопластовым коробом и засыпана снегом. Азимут на действующий эруптивный центр 235°, расстоя-

ние около 2 км. Время работы: с 24 января 2013 г. по 8 февраля 2013 г. Координаты 55,77682° с. ш., 160,34513° в. д., высота 1757 м.

Станция St2 — 5 км к югу от южного края трещины. Северо-западный склон конуса Источник. Станция установлена на стальной диск в мерзлый шлак, заглубление около 40 см. Сверху место постановки засыпано камнями и снегом. Время работы:

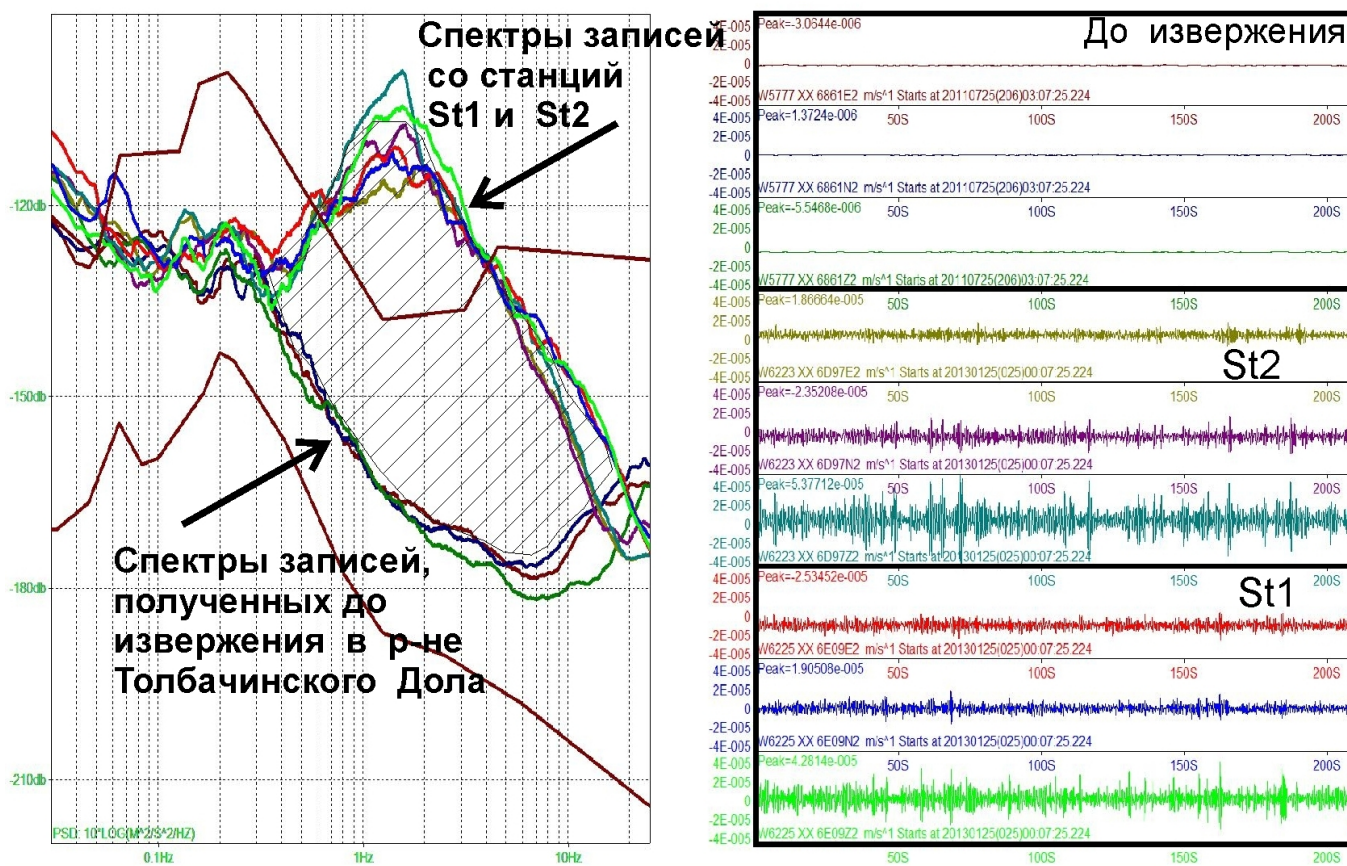


Рис. 2. Выделение в спектре сейсмической записи возмущений, обусловленных извержением.

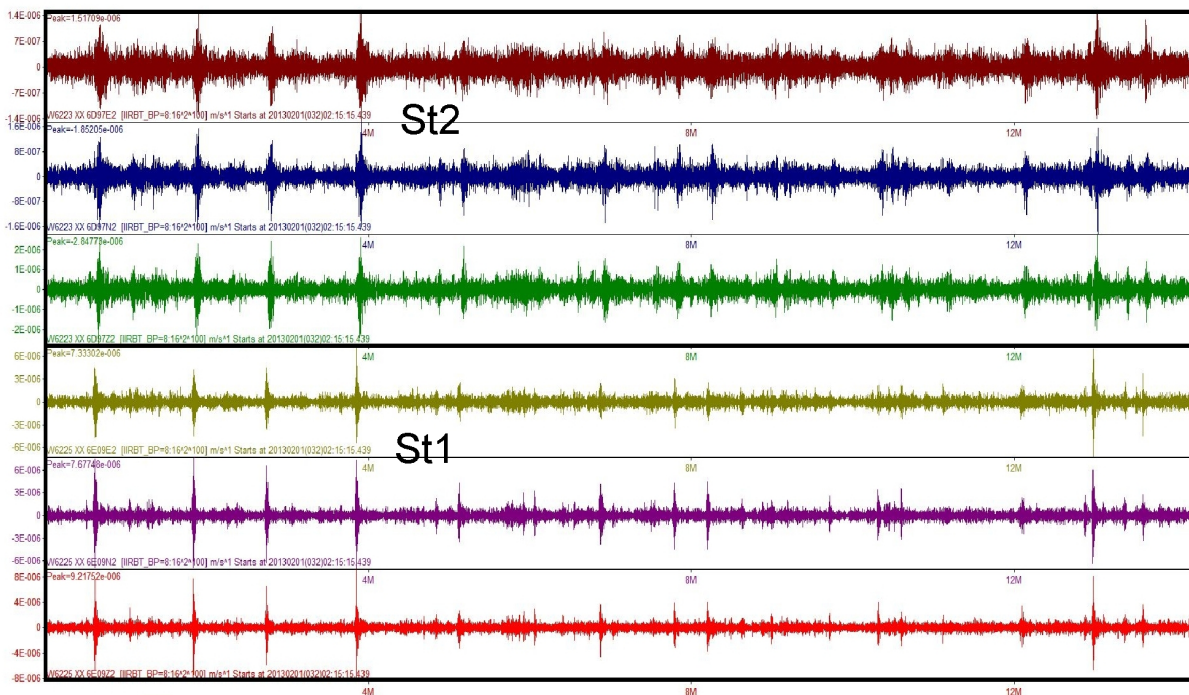


Рис. 3. Пример серии квазипериодических сейсмических событий.

с 24 января 2013 г. по 15 февраля 2013 г. Азимут на действующий эруптивный центр 358° , расстояние около 4,5 км. Координаты: $55,72482^\circ$ с. ш., $160,31985^\circ$ в. д., высота 1280 м.

Установка временной сети сейсмических станций позволила довести расчётный уровень надёжной регистрации для района «Вулкан Плоский Толбачик — Толбачинский Дол — новое трещинное Толбачинское извержение» до $K_S = 3,5$.

Что показал первичный анализ сейсмических записей станций St1 и St2?

Широкополосный сейсмический сигнал имеет максимум на частоте 1–2 Гц.

Сопоставление спектров записей станций St1 и St2 со спектром записи, полученной в районе Толбачинского Дола перед извержением, позволило оценить полосу частот вулканического дрожания: 0,5–15 Гц. Превышение уровня сигнала в спектре достигает 60 дБ, что соответствует увеличению амплитуды в 103 раз (рис. 2).

Особенностью записей St1 и St2 является преобладание амплитуды вертикальных каналов над горизонтальными (примерно в 2 раза по дисперсии). Это позволяет предположить, что источник сигнала заглублен и в записи присутствуют объёмные волны (это предположение требует специальной проверки).

Превышение N-компоненты над E-компонентой на St2 соответствует направлению на источник (извержение). Этот эффект отсутствует на St1, так как расстояние до прорыва сопоставимо с размерами области эруптивной деятельности.

При анализе поляризации сигнала на St2 азимут направления на источник стабилен и тяготеет к направлению на север. Для St1 азимут нестабилен и колеблется в диапазоне $220\text{--}290^\circ$, что свидетельствует о протяженном источнике или миграции источника дрожания вдоль трещины.

В записях обнаружены локальные землетрясения. Наиболее сильные из них заметны визуально. Для выделения более слабых событий необходима фильтрация. Представляют интерес серии квазипериодических локальных землетрясений (рис. 3).

Заключение

В районе нового трещинного Толбачинского извержения 2012–2013 гг. были организованы дополнительные сейсмологические наблюдения. В январе–мае 2013 г. здесь работала локальная сеть из 5–7 широкополосных сейсмических станций GURALP CMG-6TD, оптимизировавшая региональную сеть в Южной части Ключевской группы вулканов. Основная часть записей находится в обработке. Получены первые результаты, связанные с сейсмическими проявлениями эруптивной деятельности извержения.

Список литературы

1. Действующие вулканы Камчатки. Том 1. М.: Наука, 1991. 302 с.
2. Салтыков В. А., Кугаенко Ю. А., Воропаев П. В. Об аномалии сейсмического режима, предварающей новое (2012 г.) трещинное Толбачинское извержение на Камчатке // Вестник КРАУНЦ. 2012. № 2. Вып. 20. С. 16–19.
3. Самойленко С. Б., Мельников Д. В., Магуськин М. А., Овсянников А. А. Начало нового трещинного Толбачинского извержения (2012 г.) // Вестник КРАУНЦ. 2012. № 2. С. 20–22.
4. Федотов С. А. Энергетическая классификация курило-камчатских землетрясений и проблема магнитуд. М.: Наука, 1972. 116 с.
5. Чебров В. Н., Дроздин Д. В., Кугаенко Ю. А., Левина В. И., Сеньков С. Л., Сергеев В. А., Шевченко Ю. В., Яцук В. В. Система детальных сейсмологических наблюдений на Камчатке в 2011 г. // Вулканология и сейсмология. 2013. № 1. С. 18–40.