

УДК 550.34

ОРГАНИЗАЦИЯ ПУНКТА РЕГИСТРАЦИИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ
СЕЙСМИЧЕСКИХ ШУМОВ НА О. ШИКОТАН (КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)

В.И. Сеницын, В.А. Салтыков, Ю.А. Кугаенко

Камчатская опытно-методическая сейсмологическая партия Геофизической службы

РАН, г. Петропавловск-Камчатский, 683006, e-mail: ku@emsd.iks.ru

Осенью 2003 года были проведены экспедиционные работы с целью создания на о-ве Шикотан нового пункта наблюдений за высокочастотным сейсмическим шумом (ВСШ, амплитуда 10^{-9} - 10^{-12} м, частотный диапазон - первые десятки Гц) и проведения регистрации ВСШ в сейсмоактивной зоне на о. Шикотан (Курильские острова).

В настоящее время на Камчатке функционируют два пункта регистрации ВСШ: пункт «Начики», где непрерывная регистрация ведется с 1992 года, и пункт «Карымшина», работающий с 2001 года, расположенный на территории одноименной комплексной геофизической обсерватории. Исследования показали, что мониторинг приливной компоненты ВСШ является перспективным для контроля напряженного состояния среды и среднесрочного прогноза сильных ($M > 6$) землетрясений [1-3,5]. Оба камчатских пункта значительно удалены от сейсмофокальной зоны, в пределах которой формируются очаги сильнейших землетрясений. Это не позволяет исследовать связь ВСШ с более слабыми событиями и затрудняет соз-

дание модели связи ВСШ с сейсмичностью. Поэтому было решено организовать пункт регистрации на о.Шикотан в уже имеющейся сейсмометрической штольне в непосредственной близости от фокальной зоны (рис.1).

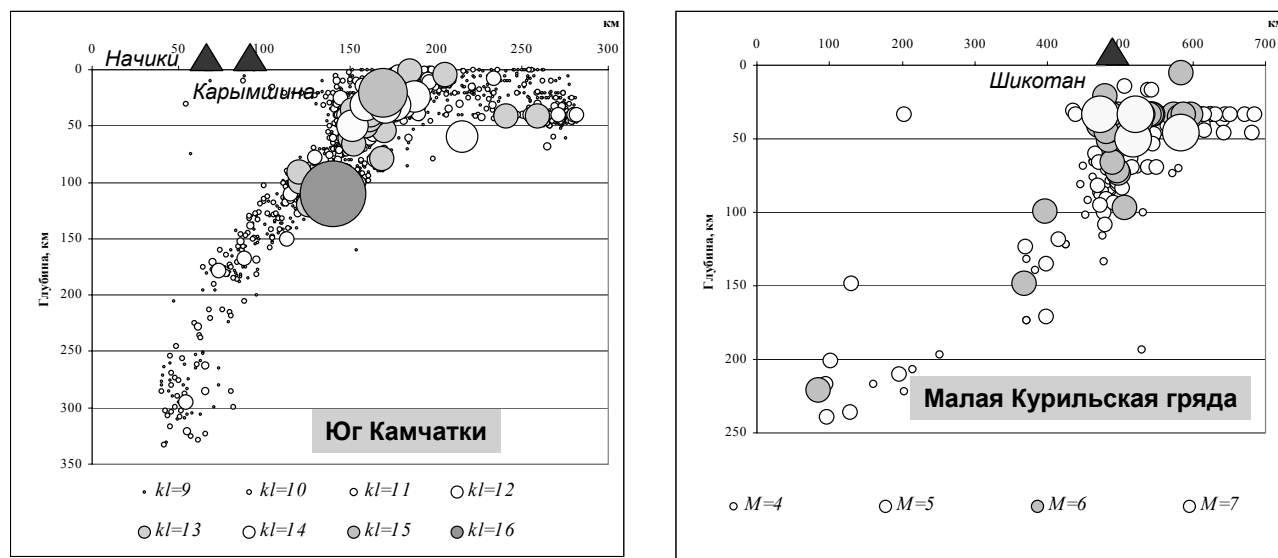


Рис.1. Вертикальные сейсмические разрезы вкост фокальной зоны для Южной Камчатки и о.Шикотан. Использованы гипоцентры землетрясений (кружки) в слое мощностью 50 км, который проходит через пункты регистрации ВСШ (треугольники).

О. Шикотан – крупнейший из островов Малой Курильской гряды. Площадь острова 182 км², максимальная высота над уровнем моря 412 м. Рельеф низкогорный, образовавшийся в результате разрушения древних вулканов. Проявления современного вулканизма отсутствуют. Остров сложен вулканическими породами и песчаниками верхнемелового и кайнозойского возраста.

Сейсмометрическая штольня пройдена горизонтально в отложениях верхнемеловой малокурильской свиты, представленных толщей тонко переслаивающихся алевролитов и аргиллитов с линзами песчаников. Длина штольни 22 м. Она надежно изолирована от внешнего шума и тепловых климатических воздействий. Удаление от закрытой Малокурильской бухты – 500 м. Расстояние от штольни до здания сейсмостанции «Шикотан» около 300 м. Сейсмостанция находится на окраине поселка Малокурильское.

Был создан и подготовлен к автономной работе комплекс для долговременной цифровой регистрации ВСШ. Входящие в его состав функциональные блоки представлены на рис.2.

Датчик установлен в дальнем конце штольни на бетонном постаменте. Он помещен в герметичный корпус и имеет автономное батарейное питание, емкость которого рассчитана не менее чем на 3 года непрерывной работы. Датчик ВСШ – узкополосный резонансный пьезоэлектрический сейсмометр [4], имеющий следующие технические параметры:

- Чувствительность с учетом предварительного усиления - не хуже 10¹² В/м
- Частота собственных колебаний, Гц

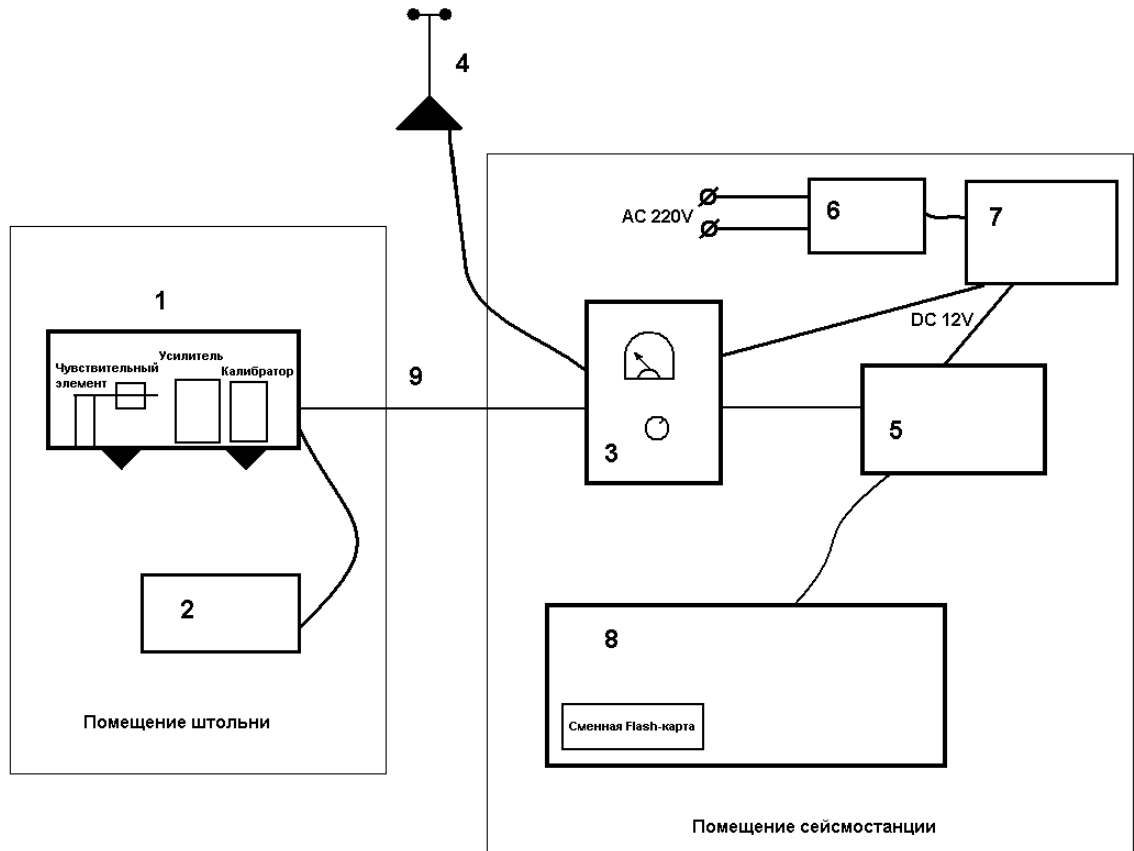


Рис.2 Блок-схема аппаратуры для регистрации ВСШ (о. Шикотан). 1 – датчик ВСШ (чувствительный элемент, усилитель, калибратор), 2 – батарея питания датчика, 3 – блок аналоговой обработки сигналов, 4 – анемометр, 5 – цифровой регистратор DataMark LS8000SH, 6 – зарядное устройство, 7 - аккумулятор резервного электропитания, 8 – центральный компьютер, 9 – соединительный кабель (300 м).

- Добротность, не менее 100

Параметры внутреннего предварительного усилителя:

- Коэффициент передачи 1000
 - Амплитуда шума, приведенная ко входу, не более, мкВ 1.5
 - Входное сопротивление, не менее, мОм 30
 - Напряжение питания, В $12.6 \pm 10\%$
 - Ток потребления, мА, не более 4

В состав датчика также входит внутренний калибратор, предназначенный для выработки импульса стабильного тока. Калибровка датчика ВСШ (Рис.3) осуществляется с помощью управляющего сигнала длительностью 15 секунд, вырабатываемого аналоговым блоком в момент очередного запуска регистрации. Импульс тока, вырабатываемый внутренним калибратором датчика, подается на калибровочную катушку, находящуюся в поле постоянного магнита, что вызывает перемещение массы датчика и возникновение характерного от-

клика чувствительного элемента. Цель калибровки – определение временной стабильности параметров сквозного канала регистрации ВСШ.

Помещение штольни соединено сигнальными кабелями с помещением станции, где расположены остальные элементы аппаратуры регистрации.

Блок аналоговой обработки сигналов выполняет следующие функции:

- выделение огибающей 30-герцового сигнала ВСШ для последующей регистрации;
- преобразование импульсного сигнала датчика скорости ветра в аналоговый интегрированный сигнал, для последующей регистрации;
- синхронное формирование импульсов запуска регистрации и включения калибровки датчика ВСШ;
- визуализацию сигналов выделенной огибающей ВСШ и скорости ветра, а также контроль работоспособности канала с помощью стрелочного прибора.

Блок аналоговой обработки сигналов соединен с регистратором с помощью многопроводного кабеля. С целью уменьшения шумов его импульсный источник питания блока конструктивно вынесен из корпуса и удален на расстояние не менее 1 метра. Подземный кабель связи датчика ВСШ и блока аналоговой обработки имеет сопротивление шлейфа не более 2 Ом.

Датчик скорости ветра (анемометр) расположен возле здания станции на вершине мачты высотой 6 метров и соединен с аналоговым блоком трехпроводной линией связи. Направление ветра не измеряется. В качестве кабеля связи датчика скорости ветра применен полевой провод со стальными и медными жилами, имеющий повышенную прочность.

Регистрация сигналов огибающей ВСШ и аналогового сигнала скорости ветра производится с помощью цифрового регистратора японского производства DataMark LS8000SH. Регистратор имеет в своем составе систему коррекции внутренней шкалы времени на основе GPS. Используются два канала оцифровки из имеющихся четырех.

При проведении регистрации задаются следующие параметры для DataMark LS8000SH:

- | | |
|---|----|
| - емкость внутренней энергонезависимой памяти, мБ | 20 |
| - частота оцифровки, Гц | 5 |
| - разрядность цифрового преобразования | 15 |
| - время непрерывной регистрации (не менее) сут. | 10 |

Электропитание всей аппаратуры регистрации (кроме датчика ВСШ) осуществляется от 12-вольтового аккумуляторного питания постоянного тока. Зарядка аккумулятора производится с помощью автоматического зарядного устройства, постоянно включенного в сеть. При отсутствии сетевого питания 220 В аккумулятор позволяет сохранять работоспособность аппаратуры на время не менее 300 часов. При восстановлении сетевого питания в течении 10-15

часов происходит полная зарядка аккумулятора. Данная схема электропитания позволяет существенно повысить надежность функционирования аппаратуры.

Запись сигналов огибающей ВСШ и скорости ветра продолжается непрерывно в течение 1-7 суток (может при необходимости длиться до 10 суток), после чего оператор станции прекращает регистрацию, соединяет портативный компьютер и регистратор, и переписывает данные на сменную Flash-карту. После этого оператор программирует регистратор на запись с новым именем файла и производит его запуск. Одновременно с запуском блок аналоговой обработки формирует сигнал, запускающий калибровку. Таким образом, в начале каждого файла данных содержится запись отклика сквозного канала ВСШ на калибровочный сигнал (рис.3).

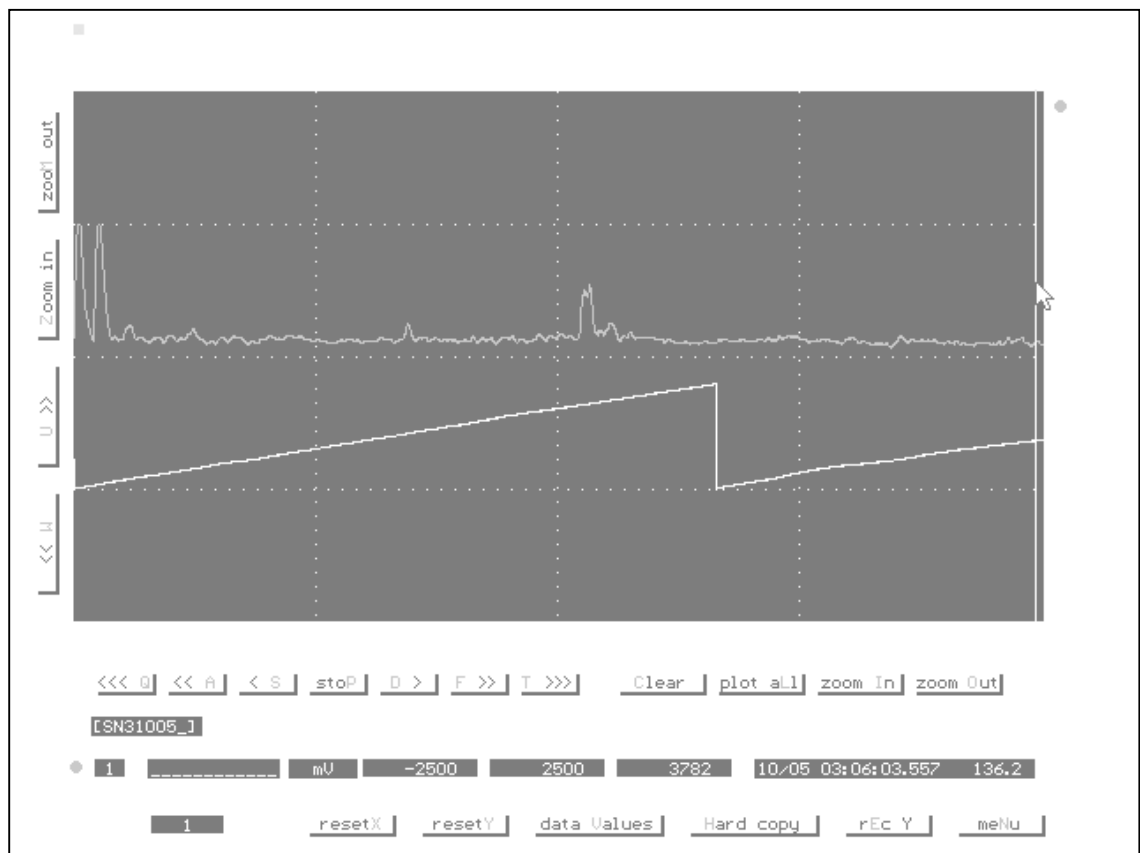


Рис.3. Участок записи огибающей ВСШ (вверху) и кумулятивный график скорости ветра в условных единицах (внизу). Длина записи 9 минут. В начале записи – калибровка.

После проведения нескольких сеансов регистрации оператор меняет Flash-карту с файлами данных на новую и отправляет ее в КОМСП с целью последующей обработки. Объем памяти Flash-карты составляет 256 МБ и позволяет накапливать информацию 2.5-3 месяца. Данные также сохраняются в компьютере и удаляются только после подтверждения получения карты.

Полевые работы проведены с 18 сентября по 15 октября 2003 г. В штольне были установлены и запущены комплекс регистрации ВСШ и автономная сейсмическая станция. Па-

раллельная регистрация сейсмичности и ВСШ велась сеансами длительностью около суток с 27 сентября по 6 октября 2003 года. Получен непрерывный ряд наблюдений ВСШ с 30 сентября по 1 ноября 2003 года. На основании полученного материала сделан вывод о том, что новый пункт характеризуется низким уровнем антропогенных помех и подходит для долговременных режимных наблюдений.

Организация и проведение регистрации ВСШ на о-ве Шикотан позволила получить исходный фактический материал для последующего изучения связи ВСШ с изменениями напряженного состояния среды. Данные, полученные в ходе экспедиционных работ, позволяют решить как методические проблемы, связанные с организацией планируемых долговременных режимных наблюдений ВСШ, так и оценить воздействие на ВСШ различных внешних факторов. Также полученные материалы будут использованы для сравнения характеристик ВСШ на Камчатке и на Шикотане с целью выявления региональных особенностей в пределах единой геологической структуры – Курило-Камчатской островной дуги.

Исследования ВСШ в сейсмофокальной зоне на о.Шикотан поддержаны Российским фондом фундаментальных исследований (Гранты РФФИ 03-05-79030 и 04-05-65210)

Список литературы

1. Салтыков В.А., Сеницын В.И., Чебров В.Н. Вариации приливной компоненты высокочастотного сейсмического шума в результате изменений напряженного состояния среды // Вулканология и сейсмология. 1997. № 4. С.73-83.
2. Салтыков В.А., Сеницын В.И., Чебров В.Н. Использование высокочастотного сейсмического шума для среднесрочного прогноза сильных камчатских землетрясений // Сб. Кроноцкое землетрясение на Камчатке 5 декабря 1997 года: предвестники, особенности, последствия. Петропавловск-Камчатский. КГАРФ. 1998. С.99-105.
3. Салтыков В.А., Сеницын В.И., Чебров В.Н. Вариации высокочастотных сейсмических шумов как среднесрочный предвестник сильного землетрясения // Материалы Международной конференции «Проблемы сейсмологии III тысячелетия». Новосибирск. 2003. С.132-133.
4. Смирнов В.Б., Черепанцев А.С., Сергеев В.В. Аппаратно-методические аспекты регистрации высокочастотного шума // Вулканология и сейсмология. 1990. № 2 С.88-100.
5. Рыкунов Л.Н., Салтыков В.А., Сеницын В.И., Чебров В.Н. Характерные параметры высокочастотного сейсмического шума перед сильными камчатскими землетрясениями 1996 г. // Доклады РАН. 1998. Т.361. №3. С.402-404.