

## СТАНЦИЯ KMS (КАМЕНСКОЕ) КАК КОМПЛЕКСНЫЙ ПУНКТ GPS И СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Сероветников С.С. , Бахтияров В.Ф.

*Камчатский филиал Геофизической службы РАН, Петропавловск-Камчатский, sssu@emsd.ru*

### Введение

В 1991 г. в восточной части Корякского автономного округа, считавшейся ранее сейсмически спокойным районом, произошло Хаилинское землетрясение  $M_w=6.6$ . Вследствие этого было принято решение об организации сети сейсмических станций для осуществления мониторинга сейсмической обстановки в данном районе.

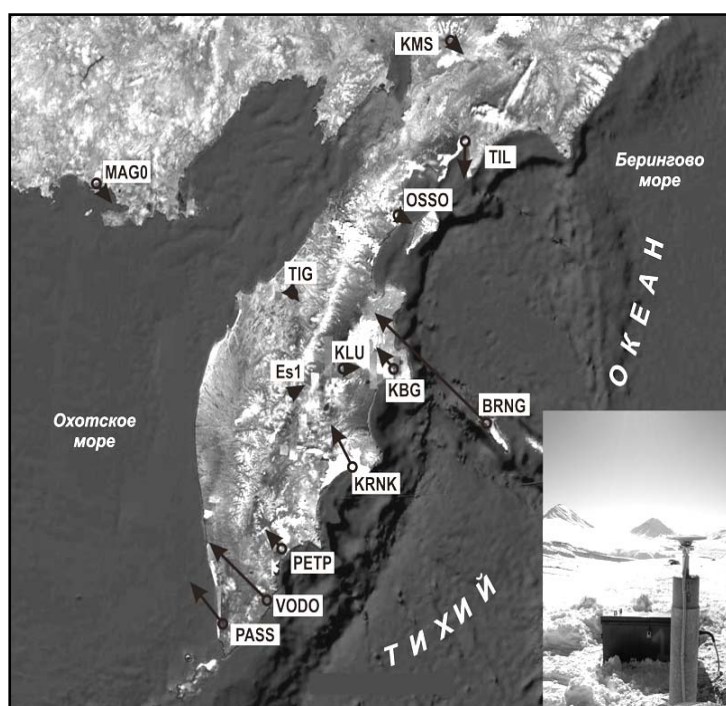
В 1995 г. Камчатской опытно-методологической сейсмологической партией совместно с японскими коллегами в рамках договора с Сообществом Университетов Японии была установлена широкополосная цифровая сейсмическая станция «POSEIDON» (табл. 1) в с. Каменское Пенжинского района Камчатской области.

Таблица 1. Данные об аппаратуре цифровой станции Посейдон.

Название станции	KAMR
Тип датчика	STS-1V/VBB
Точность отсчёта времени	$\leq 1$ мс
Перечень имеющихся каналов и их характеристики	BH(Z,N,E), велосиграф
Частотный диапазон, Гц	0.003-2.5
Частота опроса данных, Гц	20
Эффективная разрядность АЦП	24
Чувствительность, велосиграф – отсчетов/(м/с)	$9.1 \cdot 10^8$
Доступ к данным	MO DISK
Дата открытия	10.10.1994 г., 18.09.2001 г.
Координаты	Lat 62.456°, Lon 166.210°, H=64 м

В 1996 г. на территории сейсмостанции KAMR (телецентр с. Каменское, рис. 2а) лабораторией геодинамических исследований КОМСП ГС РАН организованы постоянные наблюдения за деформациями земной коры с использованием современных GPS систем.

С 2001 г. сейсмостанция KAMR реорганизована в комплексный пункт сейсмологических и GPS наблюдений KMS, входящий в региональную Камчатскую сеть GPS станций KAMNET (рис. 1) [1].



На сегодняшний день сеть из 20-ти GPS станций, расположенных на расстоянии около 200 км друг от друга, охватывает всю территорию Камчатского края. В районе г. Петропавловска-Камчатского и п. Усть-Камчатск сеть уплотнена. Здесь станции расположены на расстоянии 10-20 км.

Комплексный пункт GPS и сейсмологических наблюдений KMS обеспечивает непрерывный мониторинг сейсмической и деформационной обстановки и является самым северным пунктом Камчатской GPS и сейсмической сети.

Рис. 1. Региональная сеть GPS станций KAMNET и направление векторов скоростей среднегодовых смещений пунктов сети.

### Комплексный пункт сейсмологических и GPS наблюдений KMS

Комплексный пункт KMS включает в себя сейсмическую станцию KAMR на базе датчиков STS-1, GPS станцию на базе приемника TOPCON Z-12 1-K и антенны TOPCON GEODETIC TOP700779A, систему считывания и хранения данных, систему передачи данных и удаленного контроля работы станции с использованием телефонной линии, систему бесперебойного питания.

Передача данных GPS станции и удаленный контроль работы организованы с использованием модемной связи. Передача сейсмических данных и резервной копии GPS данных производится почтой на сменных носителях ежемесячно.

Сейсмические датчики STS-1 установлены в бункере на территории телецентра в п. Каменское. Антенна GPS станции установлена на крыше бункера (рис 2б, 3).

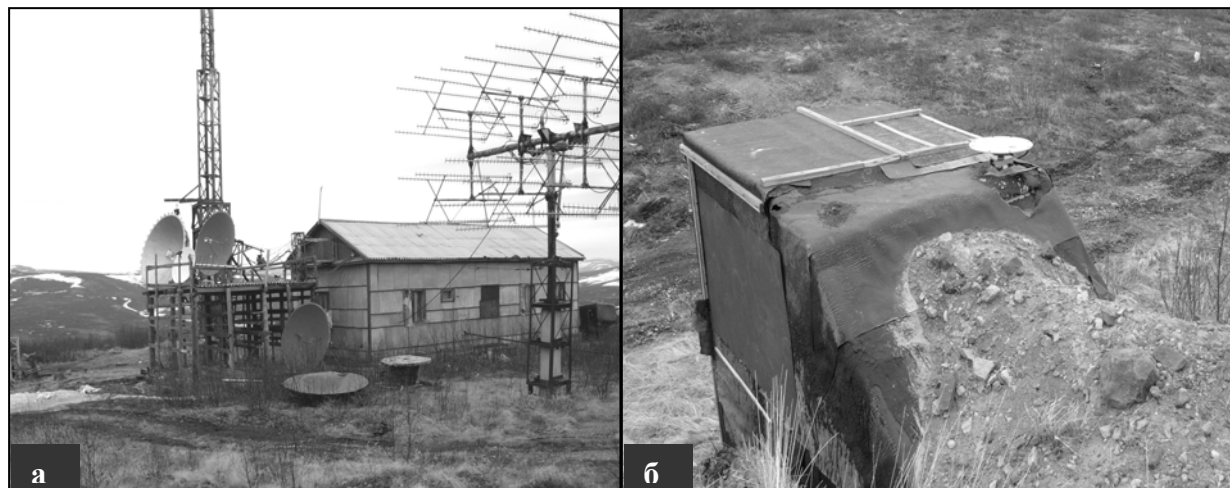


Рис. 2. Здание телецентра п. Каменское (а); бункер сеймостанции KMS с антенной GPS, установленной на крыше (б).

Блоки регистрирующей и вспомогательной аппаратуры станции KMS сосредоточены в здании телецентра и оформлены в виде единого агрегата стоечного типа. На рис. 4 представлена принципиальная схема комплексной станции KMS.

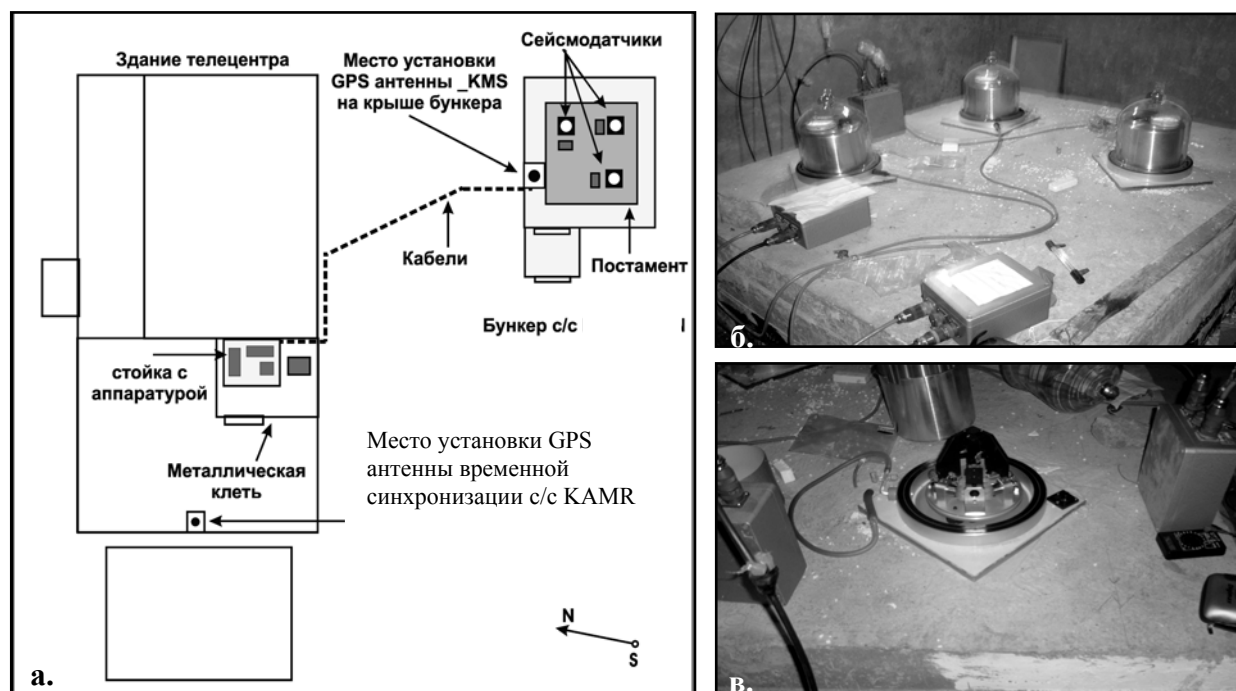


Рис. 3. Схема расположения объектов комплексной станции KMS (а); постамент с установленными датчиками STS-1 (б); датчик STS-1, вскрытый для проведения технического обслуживания (в).

Результатом работы станции является непрерывный поток сейсмических и GPS данных отражающих сейсмическую и деформационную обстановку в районе.

Полученные данные обрабатываются программными пакетами GAMIT GLOBK [3, 4] (данные GPS) и Rcompr\* (данные сейсмостанции). Далее производится построение графиков утилитой PGW\* для первичной визуализации данных (рис. 5). Для удобства первичной оценки данных сейсмостанции, используется дисперсия 15-минутного осреднения сигнала, что позволяет выделять сейсмические события из общего фона. Во время обработки утилитой Rcompr\* происходит сжатие сейсмических данных в 3-5 раз и создание статистического Log файла, позволяющего осуществлять их выборочное скачивание с использованием модемной связи.

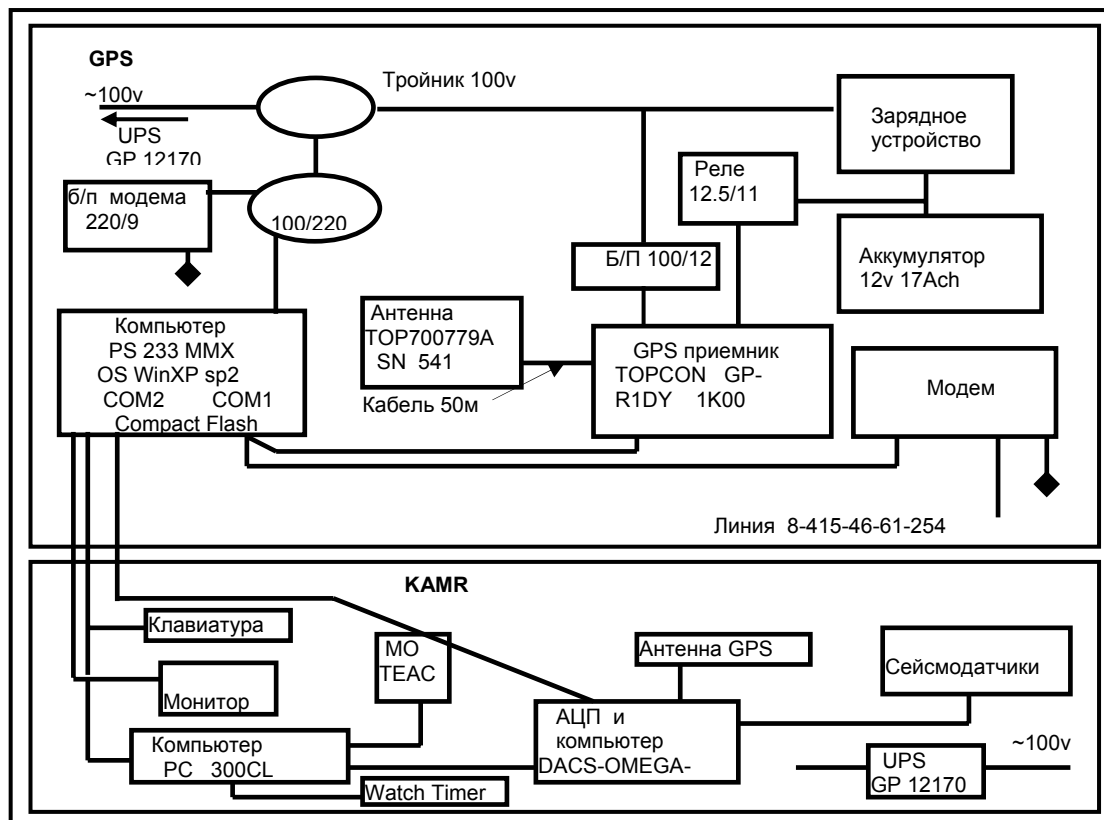


Рис. 4. Принципиальная блок схема комплексной станции KMS.

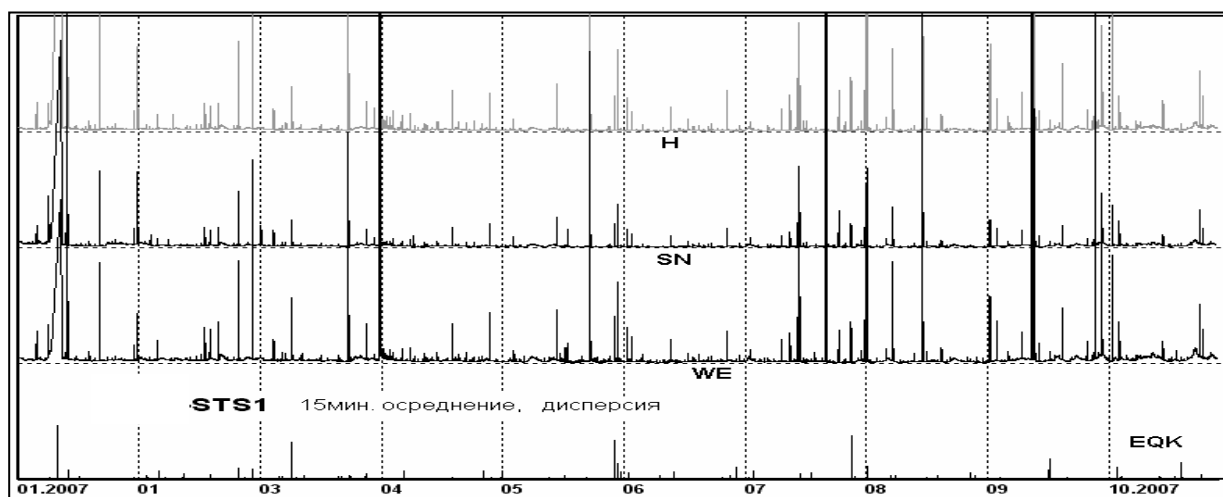


Рис. 5. Дисперсия сигнала, поступающего с сейсмостанции, за 2007 г., осреднение 15 мин. Н - вертикальный канал, SN - канал север-юг, WE - канал запад-восток, EQK - землетрясения с энергетическим классом  $K > 5$ ,  $E_{QK} \sim 10^K / D^2$ , где  $D$  - расстояние до гипоцентра, км. По оси  $x$  - время, по оси  $y$  - относительная величина.

\* - программные пакеты Rcompr и PGW разработаны сотрудником лаборатории геодинамических исследований КФ ГС РАН Бахтияровым В.Ф.

20 апреля 2006 г. в Корякском нагорье произошло Олюторское землетрясение  $M_w=7.6$ . Комплексный пункт KMS является ближайшим к эпицентру землетрясения пунктом, на котором было зарегистрировано данное событие (рис.6, 7).

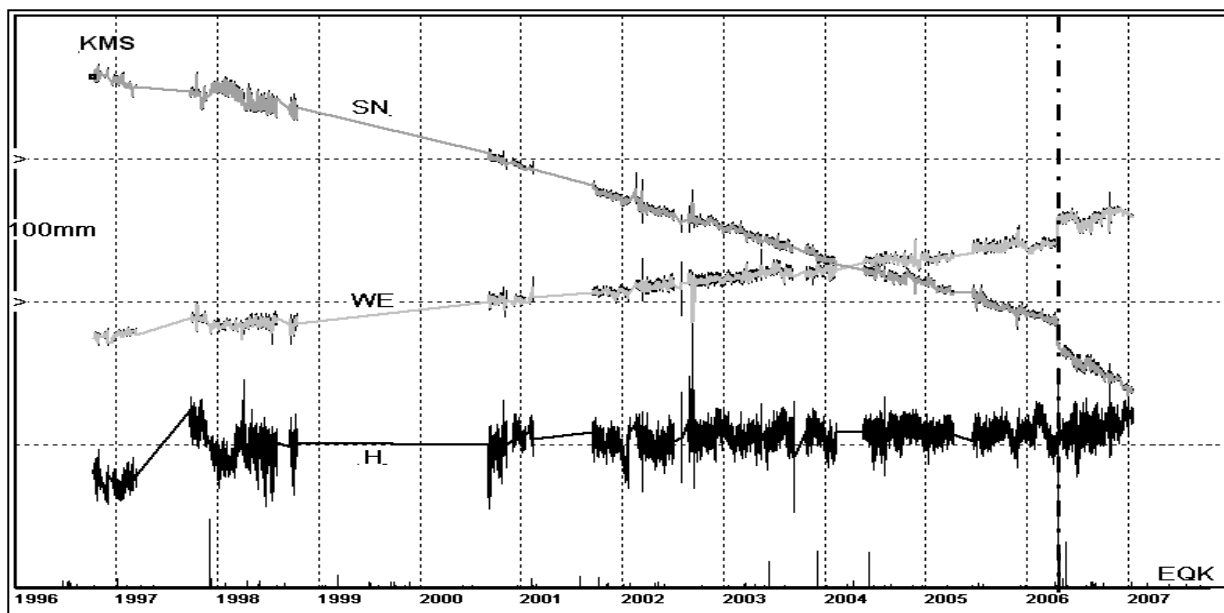


Рис. 6. График изменения координат GPS станции KMS за период 1996–2007 гг. SN – направление север-юг, WE – направление запад-восток, H – высота, EQK землетрясения с  $K>5$ ,  $EQK \sim 10^K/D^2$ , где D – расстояние до гипоцентра, км. Ось x – время, ось y – смещение.

— · — · — · — Олюторское землетрясение 20 апреля 2006 г.

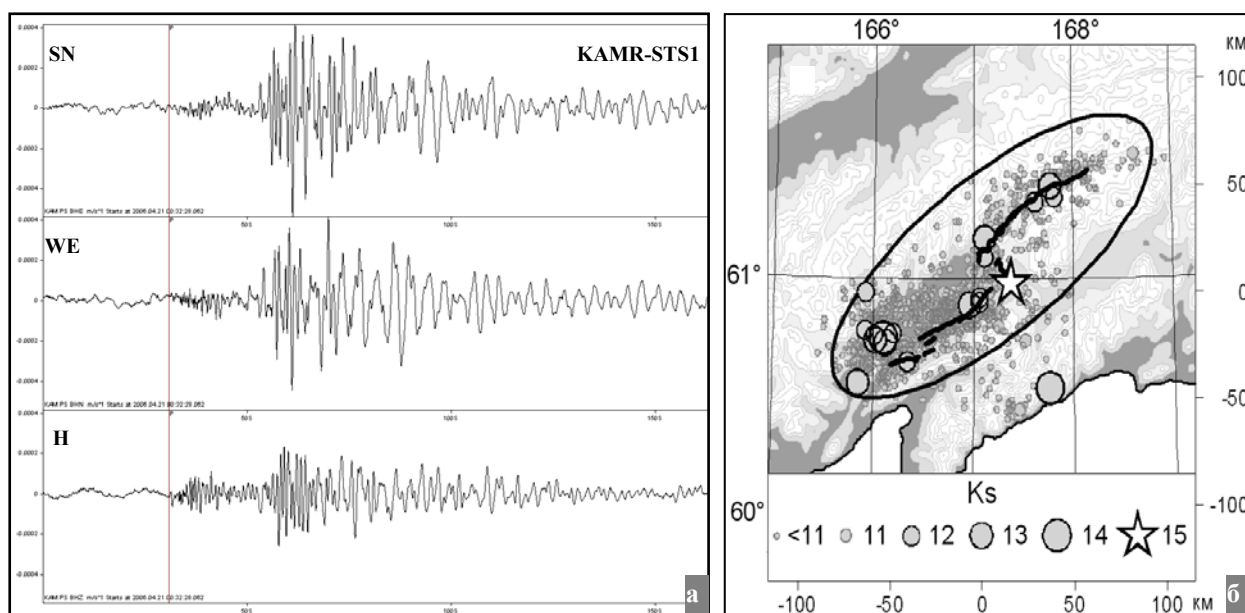


Рис. 7. Фрагмент сейсмограммы афтершока 21.04.2006 г. 00:32:28 (а): SN – канал север-юг, WE – канал запад-восток, H – вертикальный канал; (б) зона распределения афтершоков Олюторского землетрясения 20 апреля 2006 г. [2].

С помощью сейсмической станции KAMR зарегистрировано более 1000 афтершоков Олюторского землетрясения 20 апреля 2006 г. (рис. 7б) [2].

### Заключение

Создание комплексной станции KMS позволило значительно расширить круг задач, решаемых при геофизических исследованиях Камчатки. Сейсмическая станция позволяет регистрировать землетрясения с  $K_{min}=9.5$ , происходящие в Корякском нагорье (рис. 8 [3]), что

очень важно в условиях усиления сейсмической активности. При помощи широкополосной региональной цифровой сейсмической станции появляется возможность решения многочисленных задач исследования физики очага землетрясений. GPS станция позволяет осуществлять геодинамический мониторинг этой слабоизученной территории.

Работа комплексного пункта в тяжелых климатических условиях севера требует модернизации систем станции для повышения надежности работы оборудования.

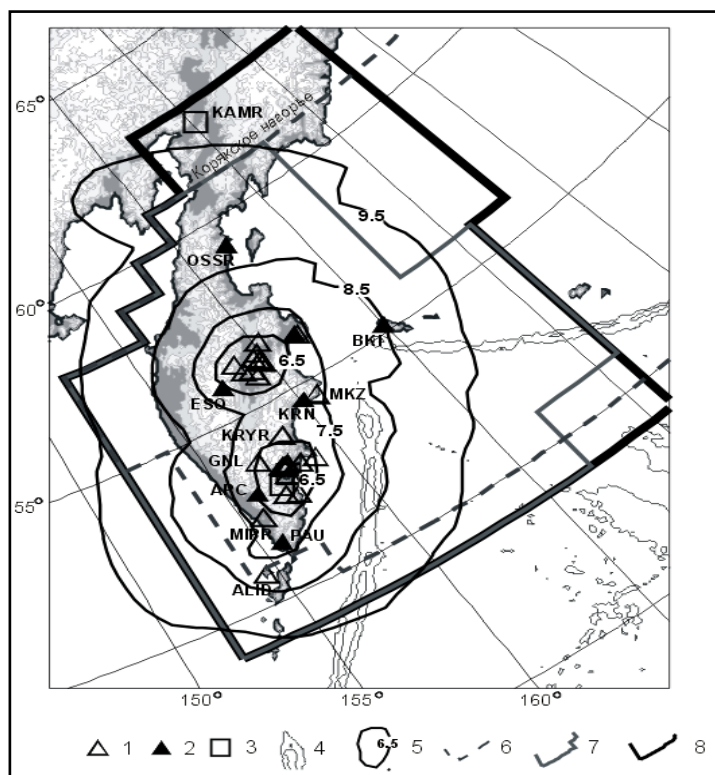


Рис. 8. Карта энергетической представительности  $K_{min}$  и сеть сейсмических станций Камчатки. Условные обозначения: 1 – радиотелеметрические сейсмические станции; 2 – сейсмические станции с регистрацией на фотобумагу; 3 – цифровые сейсмические станции (KAMR – KMS, KRMR – «Карымшина», PET – «Петропавловск»); 4 – изобаты 6000 и 7000 м; 5 – изолинии  $K_{min}$ ; 6 – границы района ответственности КФ ГС РАН в 1985 г.; 7 – границы района в 2004 г.; 8 – границы района в 2007 г.

### Список литературы

1. Левин В.Е., Бахтияров В.Ф., Павлов В.М., Титков Н.Н., Серветников С.С. Предварительные результаты геодинамических исследований Олюторского землетрясения (20.04.06) по данным камчатской GPS сети // Олюторское землетрясение (20 (21) апреля 2006 г., Корякское нагорье). Первые результаты исследований. Петропавловск-Камчатский: ГС РАН, 2007. С. 251-262.
2. Ландер А.В., Левина В.И., Иванова Е.И. Олюторское землетрясение 20(21) апреля 2006г.  $M_w=7.6$ : сейсмическая история региона и предварительные результаты исследования серии афтершоков // Олюторское землетрясение (20(21) апреля 2006г, Корякское нагорье). Первые результаты исследований. Петропавловск-Камчатский: ГС РАН, 2007. С. 14-33.
3. Левина В.И., Иванова Е.И., Ландер А.В., Гусева Е.М. Камчатка и Командорские острова // Землетрясения Северной Евразии в 2002 году. Обнинск: ГС РАН, (в печати)
4. Herring T.A., King R.W., McClusky S.C. GAMIT Reference Manual. GPS Analysis at MIT. Release 10.3. Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences Massachusetts Institute of Technology. 28 September 2006.
5. Herring T.A., King R.W., McClusky S.C. GLOBK Reference Manual. Global Kalman filter VLBI and GPS analysis program. Release 10.3. Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences. Massachusetts Institute of Technology. 28 September 2006.

С этой целью необходимо переоснащение аппаратного комплекса станции современными промышленными компьютерами (micro\_PC) с OS Linux.

Для повышения оперативности работы планируется оснащение станции модемом стандарта DSL, обеспечение полного контроля работы станции и передачи данных через Интернет. Замена GPS приемника станции на приемник GPS-ГЛОНАСС позволит получать данные о деформационной обстановке в районе с использованием двух навигационных сетей.

Кроме этого, требуется программное решение фильтрации фоновых сигналов, записанных станцией, и в перспективе оснащение созданной программой комплекса предварительной обработки данных. Это позволит получать данные в чистом незашумленном виде.

Комплексный пункт KMS обеспечивает непрерывный мониторинг сейсмической и деформационной обстановки и является самым северным пунктом региональной Камчатской GPS и сейсмической сети.