

**Институт вычислительной математики и математической геофизики
Сибирского отделения РАН**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИВМиМГ СО РАН

Академик Б.Г. Михайленко

_____ 2010 года
« ____ » _____

ОТЧЕТ

ИВМиМГ СО РАН по экспедиции за 2010 год

Зав. Лабораторией геофизической
информатики, д.т.н.



В.В. Ковалевский

Новосибирск 2010

Исполнители:

Зав. лабораторией, д.т.н.	В.В. Ковалевский
Нач. экспедиции	В.В. Борисов
Г.н.с. д.т.н.	М.С. Хайретдинов
Вед. инж.	В.А. Макаров
Вед. прогр.	Л.П. Брагинская
Науч. сотр.	Г.Ф. Седухина
Науч. сотр.	А.П. Григорюк
Млад. науч. сотр.	Г.М. Воскобойникова
Вед. инж.	И.Н. Иванова
Инж.	А.А. Якименко

1. Развертывание сейсмической линейной группы в штольне БНО ИЯИ РАН в районе Эльбрусского вулканического центра

Тематика работ: экспериментальные работы по регистрации низкоэнергетической сейсмической активности района вулкана Эльбрус с использованием линейной сейсмической группы (антенны) развернутой в туннеле вспомогательной штольни Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН.

Организации участники: ИВМиМГ СО РАН, ИФЗ РАН, КБГУ и БНО ИЯИ РАН.

Сроки проведения работ: 14-18 июля 2010 г.

Методика работ: При проведении совместных работ ИВМиМГ СО РАН, ИФЗ РАН и БНО ИЯИ РАН по мониторингу физических полей вулканических структур на базе Северокавказской геофизической обсерватории исследовались возможности изучения сейсмотектонических процессов и вулканической активности Эльбрусской вулканической области Эльбрус с использованием линейной сейсмической группы (антенны).

В Приэльбрусье впервые была развернута и опробована в режиме непрерывной работы подземная сейсмическая группа протяженностью 2.5 км из 6-и трехкомпонентных сейсмометров СК-1П с автономными цифровыми регистраторами «Байкал». Группа была развернута непосредственно над магматическим очагом вулкана Эльбрус, в туннеле вспомогательной штольни Баксанской нейтринной обсерватории. (рис. 1 - 5).

Использовались две расстановки регистраторов. Схема расположения точек регистрации расстановки I и расстановки II приведена на рис. 4. Регистрация продолжительностью 2-е суток на первой расстановке была произведена 14-15 июля, на второй — 17-18 июля 2010 г. Датчики в обеих расстановках устанавливались на бетонном основании и на коренных породах. В первой расстановке расстояние между датчиками 4 и 5 было 380 м, между датчиками 5 и 6 – 470 м. Вторая расстановка сейсмоприемников в штольне равномерная, расстояние между датчиками - 500 м. Сейсмическая группа располагалась от точки на расстоянии 1500 м от входа в штольню (пикет 15+00) до точки 4000 м от входа в штольню (пикет 40+00). Данные воспроизводились и обрабатывались в лабораторных условиях. В проведенных экспериментальных работах с подземной сейсмической группой отрабатывались методические аспекты ведения расчетов с использованием полученных записей с целью определения характеристик микросейсмических шумов в штольне БНО ИЯИ РАН, их суточных вариаций, проявлений техногенных шумов, связанных с работой подземного комплекса БНО ИЯИ РАН, а также

характера региональной сейсмической активности в районе магматического очага вулкана Эльбрус.

Оборудование и аппаратура:

В экспериментальных работах использовались регистрирующие комплексы «Байкал» (6 регистраторов) с трехкомпонентными датчиками СК1-П. Цифровой регистратор «Байкал» производства ИЛФ СО РАН, представляет собой автономный компьютеризированный комплекс. В составе регистратора имеется 24-разрядный 3-канальный аналогово-цифровой преобразователь. Данные записывались на съемную карту памяти объемом 4 Гбт. Синхронизация данных обеспечивалась наличием внутренних таймеров накопителя, имеющих коррекцию хода от сигналов GPS. Были отработаны методические аспекты ведения многоканальной цифровой регистрации в полевых условиях. Запись велась с частотой дискретизации 200 Гц. Регистрация волнового поля велась в режиме непрерывного времени с записью файлов волновых форм длиной 5ч.55м. = 21300с. Расписание работы приведено в таблице 1, координаты сейсмоприемников в штольне в таблице 2.

Организация работ: Работы проводились экспедиционными отрядами ИВМиМГ, ИФЗ РАН и КБГУ, специалистами БНО ИЯИ РАН. Экспедиционный отряд ИВМиМГ СО РАН обеспечивал работу с аппаратуры «Байкал», сейсмических датчиков СК1-П по описанной методике экспериментов, регистрацию и обработку вибросейсмических данных, экспедиционный отряд ИФЗ РАН и КБГУ работы по мониторингу физических полей вулканических структур на базе Северокавказской геофизической обсерватории, специалисты БНО ИЯИ РАН общую организацию работ.



Рис.1 Вид на поселок Нейтрино



Рис. 2. Спутниковый снимок (Google Earth) района работ. Красные кружки - положение сейсмоприемников.



Рис. 3. Карта района расположения подземной сейсмической группы. Красная линия – шtolьня БНО ИЯИ РАН, красные точки – положение сейсмоприемников.

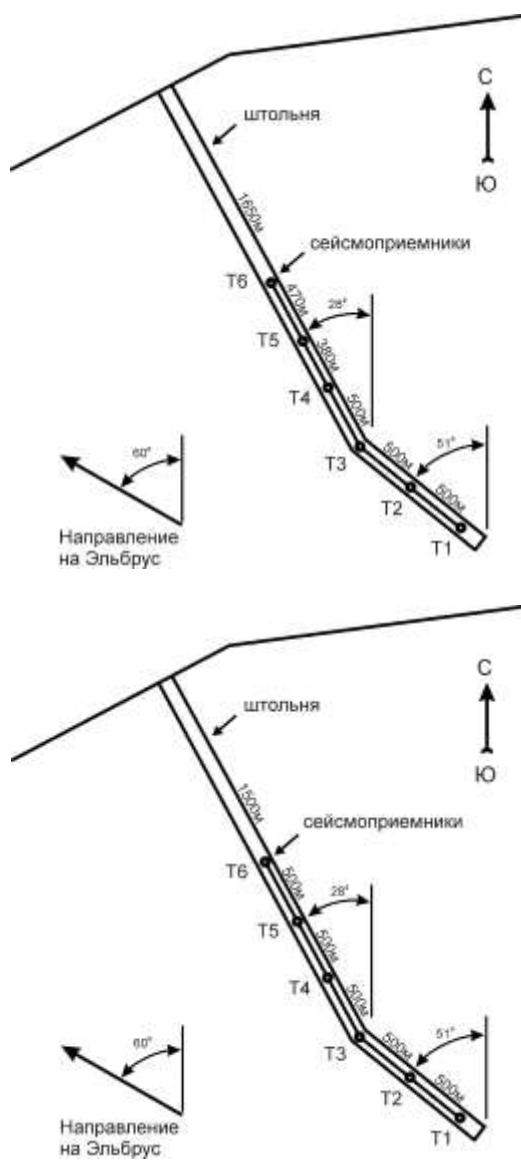


Рис. 4. Схема сейсмической группы в штольне БНО ИЯИ РАН (первая и вторая расстановка).

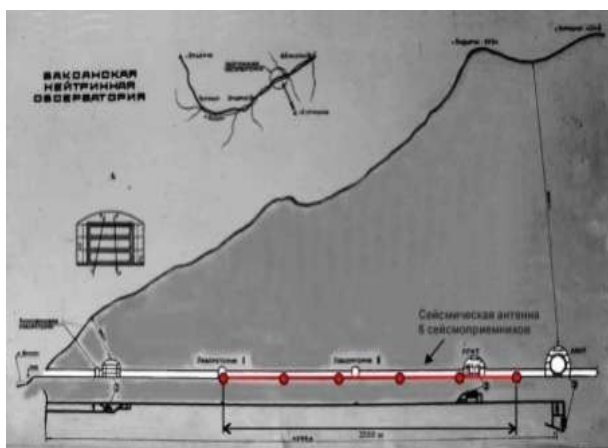


Рис. 5 Расположение сейсмических приемников СК-1П и регистраторов «Байкал» в штольне.

Таблица1. Аппаратный комплекс «Байкал» ИВМиМГ СО РАН. Расписание сеансов регистрации.

	№ сеанса	Дата (Время по Гринвичу)	Продолж. сеанса	Примечания
I Расстановка	01	07-14-2010 11:00	5h 55m	
	02	07-14-2010 17:00	5h 55m	
	03	07- 14-2010 23:00	5h 55m	
	04	07-15-2010 05:00	5h 55m	
	05	07-15-2010 11:00	5h 55m	
	06	07-15-2010 17:00	5h 55m	
	07	07-15-2010 23:00	5h 55m	
	08	07-16 -2010 05:00	5h 55m	
II Расстановка	09	07-16-2010 11:00	5h 55m	D1 в 10:00 зааретирован, в 10:03 снят
	10	07-16-2010 17:00	5h 55m	
	11	07-16-2010 23:00	5h 55m	D2 в 8:45 зааретирован, регистратор № 19.
	12	07-17-2010 05:00	5h 55m	
	13	07-17-2010 11:00	5h 55m	D5 в 9:09 зааретирован в 9:25 снят
	14	07-17-2010 17:00	5h 55m	
	15	07-17-2010 23:00	5h 55m	D6 зааретирован после переноски около 16:00
	16	07-18-2010 05:00	5h 55m	
	17	07-18-2010 11:00	5h 55m	

Таблица2. Координаты аппаратных комплексов «Байкал» сейсмической группы в штольне БНО ИЯИ РАН:

T1	N43 14.904	E42 43.418
T2	N43 15.061	E42 43.156
T3	N43 15.233	E42 42.871
T4	N43 15.471	E42 42.699
T5	N43 15.709	E42 42.524
T6	N43 15.946	E42 42.349

Данные воспроизводились и обрабатывались в лабораторных условиях ежедневно. Предварительный анализ данных был прежде всего направлен на определении качества зарегистрированных сигналов. В условиях повышенной (40-50 град.) температуры и влажности не все аппаратные комплексы в первые сутки работы обеспечивали надежную регистрацию. Так в первой расстановке по техническим причинам не работал регистратор на

точке Т1. Был произведен ряд замен регистраторов «Байкал» и сейсмических датчиков СК1-П. Регистрация на второй расстановке шла без аппаратных сбоев. Было отмечено неравномерное потребление энергии различными регистраторами, что влияло на продолжительность работы на одном комплекте аккумуляторов. Она составляла для разных регистраторов от 30 до 40 часов на одном комплекте аккумуляторов 2x1,5 В емкостью 9000 мАч. В таблице 2 приведены номера комплексов «Байкал», работающих в точках регистрации в соответствии с расписанием. В таблице красным цветом отмечены сеансы, где регистраторы не работали, по техническим причинам и от разрядки аккумуляторов. Зеленым цветом отмечены регистраторы у которых есть дефекты записи по одному из каналов. Для определения уровня помехи, вносимой собственным аппаратным шумом 07-17-2010 были зааретированны 4 датчика (примечания Табл.1).

Методика предварительной обработки данных

Технология экспресс обработки зарегистрированных сигналов состояла в ежесуточном копировании информации с регистрирующих комплексов «Байкал», преобразовании данных в РС-формат, позволяющий производить визуальный и аналитический программный контроль информации. Такой контроль обеспечил возможность выявить проблемные с технической точки зрения регистраторы и произвести их замену, а также дать предварительную оценку характеристик микросейсмических шумов, а также характера региональной сейсмической активности в районе магматического очага вулкана Эльбрус.

В ходе экспериментальных работ было проведено 17 сеансов регистрации сейсмических сигналов, шестью 3-х компонентными датчиками. Накопленный архив файлов РС-формата (более 200 файлов длиной 21300 с каждый) составляет около 2ГБ. Проведена экспресс-обработка и предварительный анализ полученных данных.

Аппаратные и программные средства

В ходе работ использовались:

1. Трехканальное, автономное, программируемое сейсмические регистраторы «Байкал-АСН08»

Технические характеристики регистратора «Байкал-АСН08»:

Количество каналов одного блока	3
Разрядность АЦП	24
Частота дискретизации	4000 Гц
Вес МЗР (LSB)*	5 нВ.
Входной диапазон $K_{ус}=20$ (1)	31,25(625) мВ
Диапазон частот входного сигнала	0 – 400 Гц
Входное сопротивление (блока)	Дифференц. $Z_{in} = 60 \text{ Ком} \parallel 10 \text{ нF}$
Количество эффективных разрядов (тип.)	19.05
Эффективное значение входного шума (0.4 – 30 Гц.)	0.1 мкВ
Коэффициент подавления синф. сигнала (КОСС)	>80 дБ
Точность синхронизации блока	$1 * 10^{(-6)}$ сек
Емкость внутренней энергонезависимой памяти	1 – 32 ГБ
Питание блока	2 элемента типа D
Потребляемый ток от гальв. эл-в (запись)	200 мА
Внешнее питание	9 – 15 В пост. тока
Потребляемый ток от внешнего источника (запись)	60 мА

Диап. раб. температур	-40 – +60 град С
Интерфейсы.	
USB, блок – ПК	650 Кб/сек, двунаправленная
RS-232, блок – ПК (диагностический)	9600 бод
Программное обеспечение специализированное, под управление ОС WindowsXP.	

2. Сейсмические датчики СК-1П

Технические характеристики трёхкомпонентного сейсмоприемника СК–1П:

Частота собственных колебаний	1 Гц \pm 50%
Затухание сейсмоприемника при активной нагрузке 10 кОм	0,55 \pm 10%
Коэффициент преобразования сейсмоприемника на частоте 10Гц без нагрузки	140 В/м/с \pm 12%
Диапазон перемещения подвижной массы относительно «нулевой» линии	$\geq \pm 2$ мм
Частота второго электромеханического резонанса	≥ 13 Гц

3. Пакет программ для предварительной обработки, реализующий функции визуализации, спектрального анализа сигналов и шумов.

4. Специализированные алгоритмы и программы Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН.

Результаты и выводы.

Произведены предварительные оценки характеристик микросейсмических шумов в штольне БНЛ ИЯИ РАН, проявлений техногенных шумов, связанных с работой подземного комплекса БНЛ ИЯИ РАН, а также характера региональной сейсмической активности в районе магматического очага вулкана Эльбрус. Результаты этих работ подтверждают возможность изучения сеймотектонических процессов и вулканической активности Эльбрусской вулканической области с использованием подземной сейсмической группы в штольне БНО ИЯИ РАН. Начальный анализ зарегистрированных сейсмосигналов позволил выявить проявление низкоэнергетической сейсмической активности в Приэльбрусье начиная от расстояний 2-3 км от сейсмической группы (разломы в окрестности горы Андырчи), до расстояний 12-20 км (район вулкана Эльбрус). Сейсмическая группа также хорошо регистрирует слабые землетрясения на расстоянии 50 – 100 км в регионе. На рис. 6-9 приведены сейсмограммы местных и региональных сейсмических событий в районе вулкана Эльбрус, зарегистрированных линейной сейсмической группой в штольне БНО ИЯИ РАН.

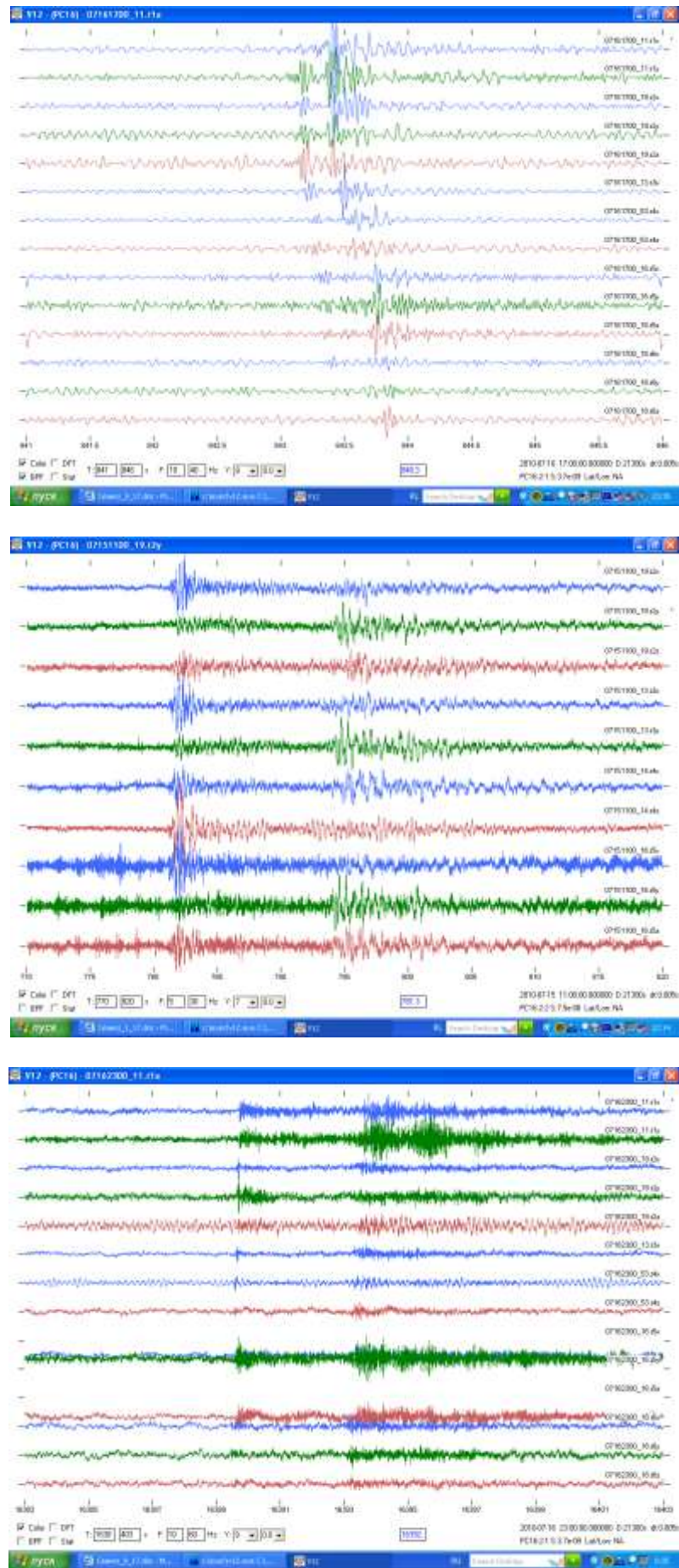


Рис. 7

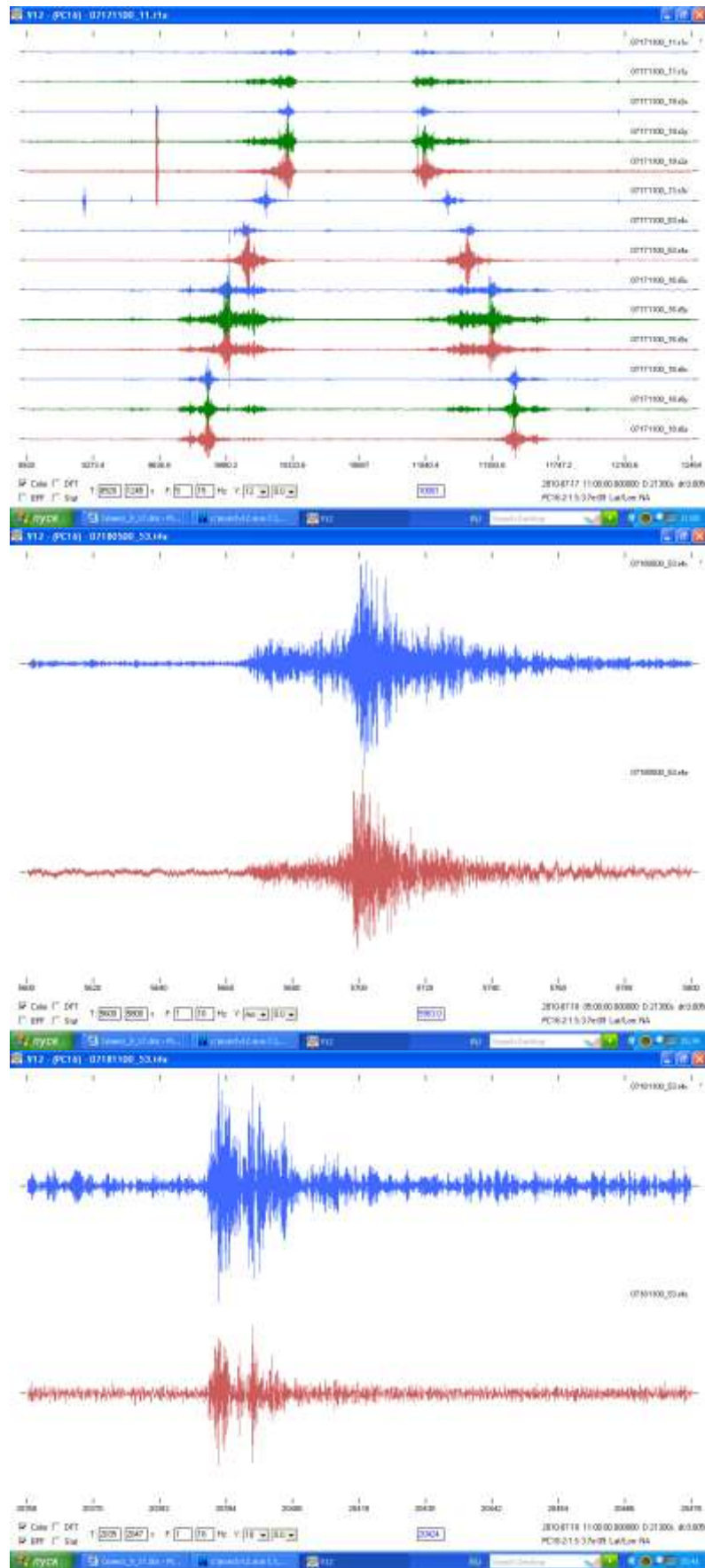


Рис. 9

Рис.6-9 Сейсмограммы местных и региональных сейсмических событий в районе вулкана Эльбрус, зарегистрированных линейной сейсмической группой в штольне БНО ИЯИ РАН.

3. Заключение

В 2010 году проведены экспедиционные работы:

Выполнены экспериментальные работы по регистрации низкоэнергетической сейсмической активности района вулкана Эльбрус с использованием линейной сейсмической группы (антенны). В Приэльбрусье впервые была развернута и опробована в режиме непрерывной работы подземная сейсмическая группа протяженностью 2.5 км из 6-и трехкомпонентных сейсмометров СК-1П с автономными цифровыми регистраторами «Байкал». Группа была развернута непосредственно над магматическим очагом вулкана Эльбрус, в туннеле вспомогательной штольни Баксанской нейтринной обсерватории. Общий объем записанных сейсмограмм содержит 400 волновых форм, общей продолжительностью более 100 часов трехкомпонентных записей с сейсмической группы. Организации участники: ИВМиМГ СО РАН, ИФЗ РАН, КБГУ и БНО ИЯИ РАН. Сроки проведения работ: 14-18 июля 2010 г.