

УДК 528.344

С. С. Сероветников, Н. Н. Титков, С. Л. Сеньюков

Камчатский филиал Геофизической службы РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683 006;
e-mail: sssu@emsd.ru

Особенности деформаций в районе вулкана Безымянный по данным GPS мониторинга

В статье изложены предварительные результаты анализа данных GPS мониторинга района вулкана Безымянный.

В рамках проекта PIRE (U.S.-Russia Partnership for Volcanological Research and Education), создана сеть пунктов наблюдений деформаций поверхности в районе вулкана Безымянный с помощью GPS станций.

Первая попытка оценить деформации связанные с активностью Безымянного проводилась в 1981 г. с использованием лазерных дальномеров, но потерпела неудачу в связи со сложностью климата и рельефа для проведения долговременных полевых работ.

В 2005–2006 гг. установлены 14 пунктов GPS наблюдений в районе вулкана, 10 пунктов подготовлены для установки постоянных GPS станций и 4 точки для периодических наблюдений [1]. Постоянные GPS станции позволяют фиксировать динамику развития деформационных процессов и оценивать глубину и геометрию магматического очага. Точки

периодических наблюдений дают дополнительную информацию о долгопериодных деформациях в районе вулкана. 2010 г. был последним годом работ в рамках проекта PIRE, но в данное время сеть станций поддерживается силами КФ ГС и ИВиС. Мониторинг деформаций вызванных активностью вулканов Безымянный и Ключевской продолжается (рис. 22).

В качестве постоянной, автономной GPS станции используется двухчастотный приёмник TRIMBLE NETRS со встроенным накопителем данных (2 Гб) и антенна ZEPHYR GEODETIC. Автономное питание станции обеспечивается двумя батареями сухих элементов «БАКЕН», дающими напряжение 18 В и имеющими суммарную ёмкость рассчитанную на поддержание работоспособности станции в течение 380 суток. Аппаратура станции размещается в сварном металлическом бункере, устанавлива-

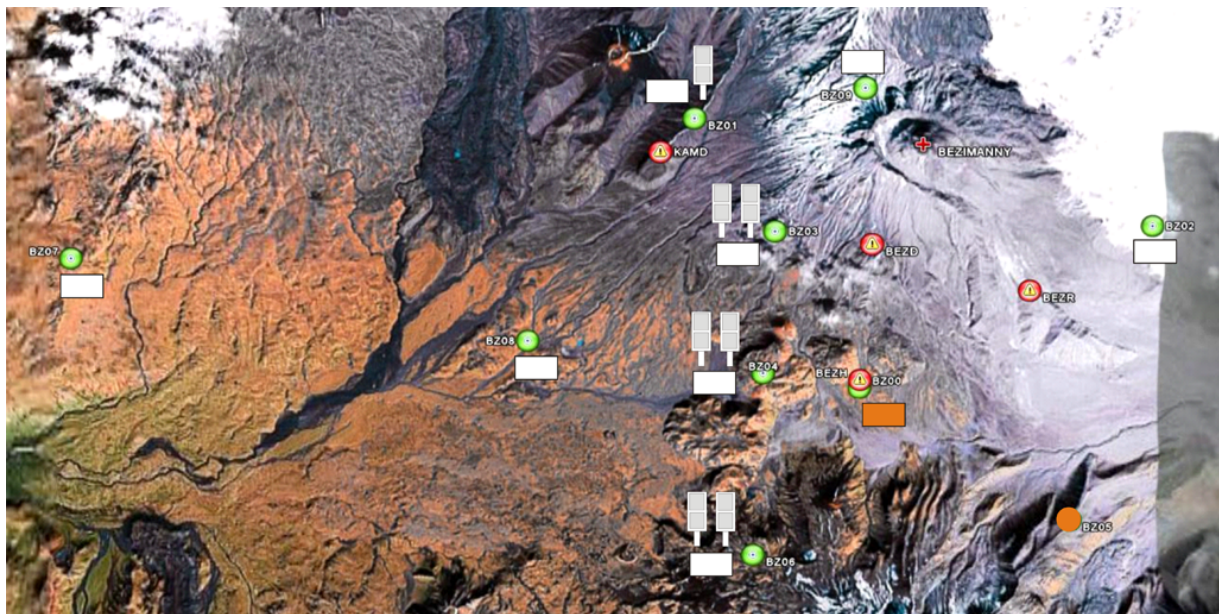


Рис. 1. Схема пунктов полигона Безымянный. BZ01, BZ02, BZ03, BZ04, BZ06, BZ07, BZ08, BZ09 — постоянные станции. KAMD, BEZD, BEZH, BEZR — скальные марки. BZ00, BZ05 — точки периодических наблюдений. YY — солнечные батареи.

Таблица 1. Описание групп сейсмических предвестников эксплозивных извержений вулкана Безымянный.

Номер группы (кол-во землетрясений)	Сейсмичность	Дата и номер извержения
1 (6)	Максимальная продолжительность 7÷14 дней, максимальная интенсивность >35 землетрясений IV типа в день	13 марта 2000 г. – 2) 30 октября 2000 г. – 3) 15 декабря 2001 г. – 5) 18 июня 2004 г. – 9) 11 января 2005 г. – 10) 09 мая 2006 г. – 12)
2 (4)	Продолжительность 3÷7 дней, интенсивность <35 землетрясений IV типа в день.	24 февраля 1999 г. – 1) 06 августа 2001 г. – 4) 30 ноября 2005 г. – 11) 24 декабря 2006 г. – 13)
3 (4)	Короткая продолжительность 1÷2 дня, низкая интенсивность 1÷10 землетрясений IV типа в день.	25 декабря 2002 г. – 6) 26 июля 2003 г. – 7) 14 октября 2007 г. – 15) 19 августа 2008 г. – 16)
4 (2)	Не регистрируются в связи с высокой активностью вулкана Ключевской	13 января 2004 г. – 8) 11 мая 2007 г. – 14)



Рис. 2. GPS станция Vz03, 2007 г.

ющемся вблизи пункта наблюдений. Наблюдения ведутся в 30-ти секундном режиме (один отсчёт координат каждые 30 секунд). В 2009–2010 гг. на 4-х постоянных станциях были установлены системы дополнительного питания на основе солнечных батарей. Это позволило увеличить автономность станции до 2,5–3 лет и существенно сократить расходы на обслуживание.



Рис. 3. GPS станция Vz06 оборудованная солнечными батареями, 2010 г.

Станции не имеют систем передачи данных. Снятие данных производится вручную при проведении технического обслуживания в летнее время (рис. 2, 3).

С осени 2006 г. по настоящее время произошло 7 эксплозивных извержений вулкана Безымянный. Мониторинг сетью постоянных GPS станций, установленных в районе вулкана Безымянный по проекту PIRE, позволил получить непрерывный ряд наблюдений деформаций за исследуемый период. При рассмотрении полученных временных серий обнаружена корреляция с гипотезой С. Л. Сенюкова о взаимодействии магматических систем вулканов Ключевской и Безымянный, при этом система вул-

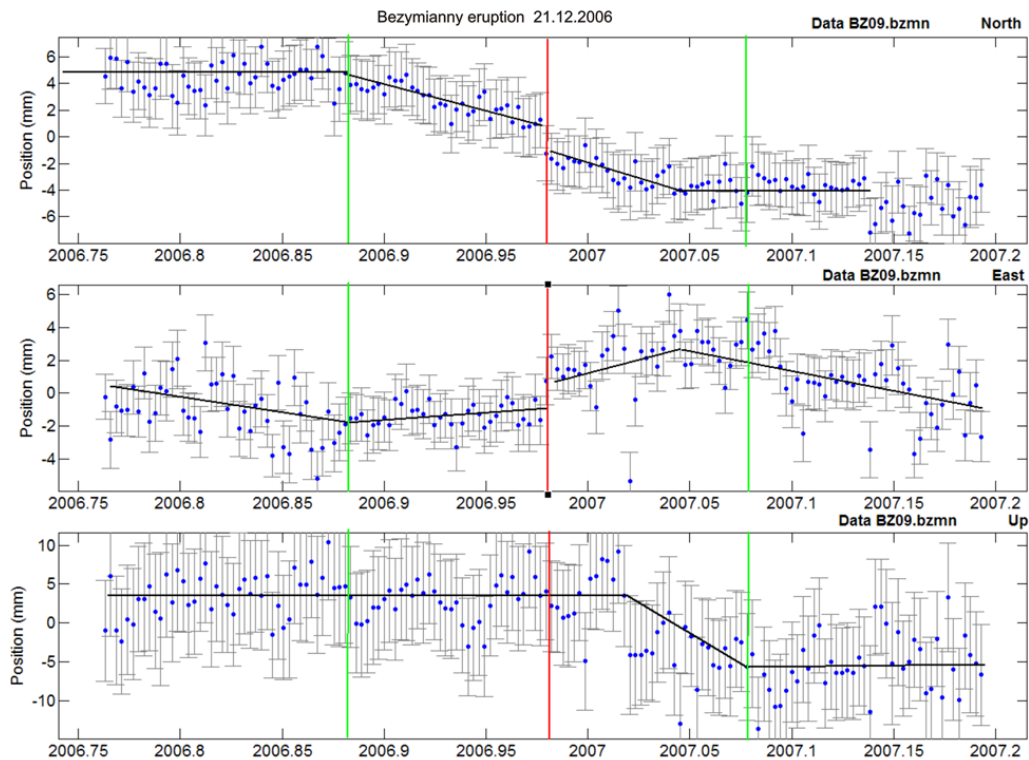


Рис. 4. Временная серия станции BZ09 в период извержения 24.12. 2006. Ось X — десятичный год, ось Y — смещение мм. Графики сверху вниз — канал север-юг, канал запад-восток, высота. Ближайшие к вулкану GPS станции зафиксировали сходную деформационную картину, но меньшей интенсивности, в связи с большей удалённостью от вулкана.

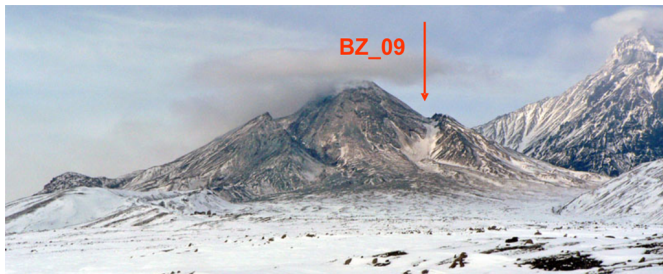


Рис. 5. Восточная сторона вулкана безымянный, стрелка — положение станции Bz09.

кана Безымянный имеет подчинённое значение [2] (табл. 1).

По данным С. Л. Сенюкова, извержение вулкана Безымянный 24 декабря 2006 г. относится к 2 группе и характеризуется длительностью предваряющей извержение повышенной сейсмичности 3–7 дней, что находит отражение во временных сериях GPS станций. Для данного события выделены деформации подготовки, момента извержения и пост-эруптивного процесса в виде характерных изменений скоростей движения GPS станций (рис. 4, 5).

Следующие 6 извержений относятся к 3 и 4 группам, характеризуемым короткой, 1–2 дня продолжительностью сейсмических предвестников. Это отражено GPS данными в виде отсутствия длительных

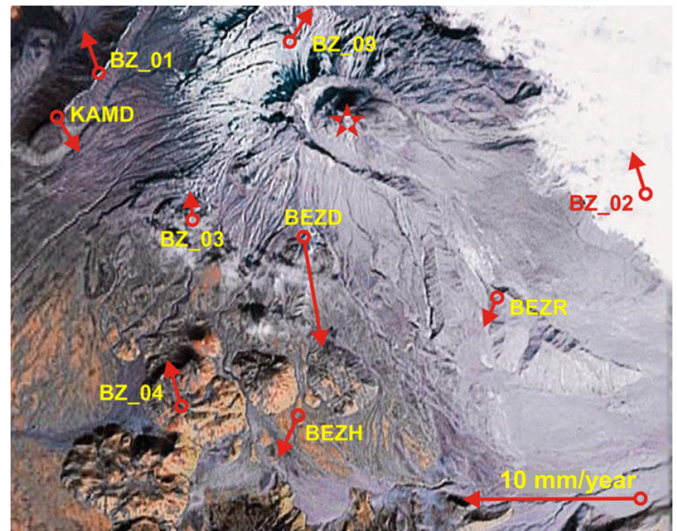


Рис. 6. Схема локальных горизонтальных, долгопериодных деформаций района вулкана Безымянного, за период 2006–2010 гг. Значительные деформации отсутствуют.

предваряющих деформаций в районе вулкана. Также выявлено отсутствие значительных деформаций в периоды низкой активности вулкана Безымянный (рис. 6, 7).

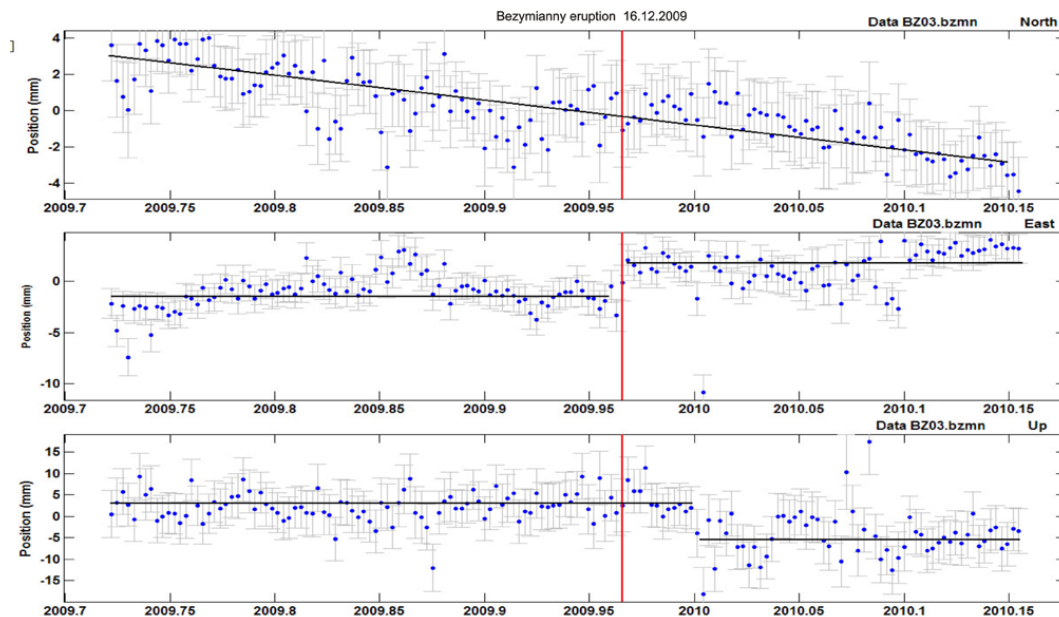


Рис. 7. Временная серия станции BZ03 в период извержения 16.12. 2009. Ось X — десятичный год, ось Y — смещение мм. Графики сверху вниз — канал север-юг, канал запад-восток, высота. Отсутствие предваряющих и постэруптивных деформаций. Выделяется только скачок в момент извержения в канале запад-восток.

Исходя из гипотезы, извержения 3 группы обусловлены кратковременным, сильным воздействием магматической системы вулкана Ключевской, что объясняет короткую продолжительность и отсутствие длительной подготовки извержения. В данном сопоставлении учитываются деформации эксплозивной кальдеры 1956 г. и прилегающей территории. Конфигурация сети станций не позволяет оценивать деформации растущего лавового купола Новый.

Для окончательного сопоставления гипотезы С. Л. Сенюкова и данных GPS станций, необходима регистрация и анализ деформаций от будущего извержения из 1 группы характеризуемого 7–14-ти дневной продолжительностью сейсмических предвестников, при отсутствии значительной активности вулкана Ключевской.

Список литературы

1. Сероветников С. С., Гнитиева Е. Ю. Геодинамический полигон «Безымянный», этапы развития, перспективы. // ВУЛКАНИЗМ И ГЕОДИНАМИКА: Материалы IV Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2009. Том. 2, стр. 668–669.
2. Сенюков С. Л. О возможности успешного прогноза извержений вулкана Безымянный в зависимости от состояния вулкана Ключевской. Сейсмологические доказательства взаимодействия магматических систем этих вулканов. // Камчатский филиал Геофизической службы РАН, г. Петропавловск-Камчатский, С. 239–243.