

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ВУЛКАНОВ КАМЧАТКИ ДИСТАНЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ В 2005 ГОДУ**

**С. Л. Сеников, С. Я. Дрознина, И. Н. Нуждина, В. Т. Гарбузова,  
Т. Ю. Кожевникова**

*Камчатский филиал Геофизической службы РАН, г.Петропавловск-Камчатский, 683006  
e-mail: ssl@emsd.ru*

### **Введение**

На территории полуострова Камчатка расположено 29 действующих вулканов [1]. Камчатский филиал Геофизической службы (КФ ГС или KBGS) проводит мониторинг активности действующих вулканов с целью оценки вулканической опасности. Эта работа необходима для своевременного предупреждения населения и административных органов о возможности извержения, для уменьшения последствий катастрофических событий и для обеспечения безопасности авиapolетов (в рамках проекта KVERT [2,3]) в районе полуострова Камчатка. Ежедневная оценка активности вулканов Камчатки представляется с февраля 2000 г. в Интернете по адресу: <http://emsd.iks.ru/~ssl/monitoring/main.htm> . Срочная информация о вулканической опасности передается по электронной почте или телефону в штаб ГО и ЧС Камчатской области, Консультационные центры по вулканическим пеплам в Анкоридже и Токио, Аляскинскую вулканологическую обсерваторию (ABO или AVO), Институт вулканологии и сейсмологии (ИВС или IVS), Метеоцентр Елизовского аэропорта. Прогнозы о возможных извержениях вулканов передаются в Камчатский филиал Российского экспертного совета (КФ РЭС, прежнее название Камчатское отделение федерального центра прогнозирования землетрясений (КамО ФЦПЗ)).

### **Методы исследований**

В настоящее время мониторинг вулканической активности основывается на данных трех дистанционных видов наблюдений:

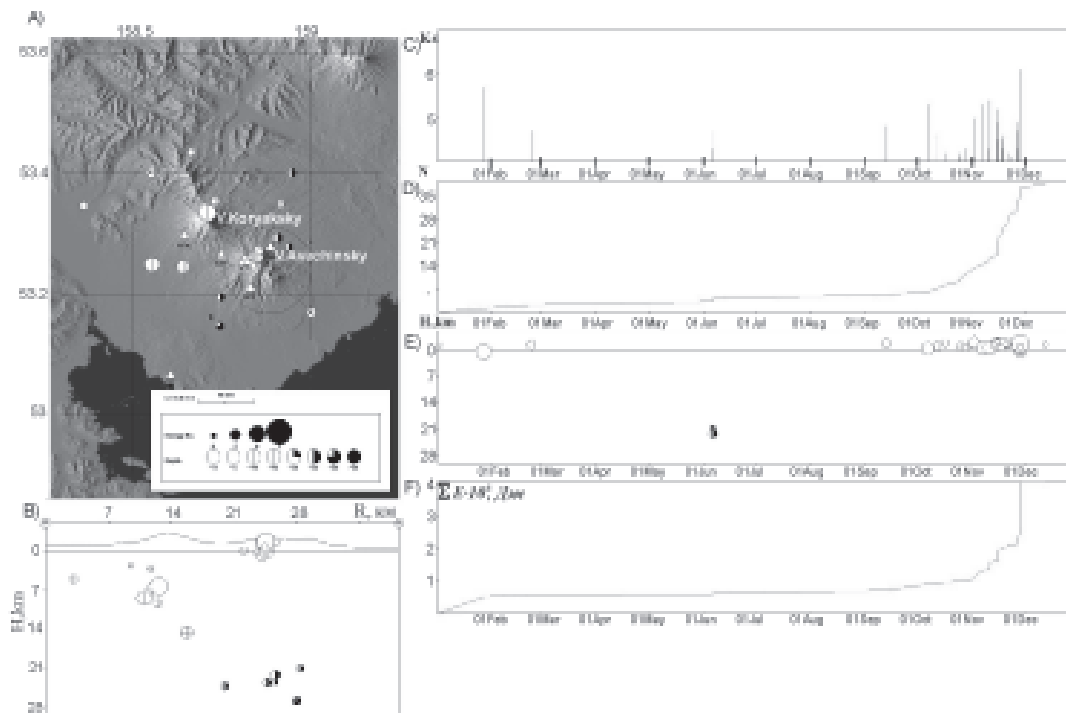
1) наблюдения за сейсмической активностью на основе обработки и интерпретации данных автоматических телеметрических сейсмических станций; 2) визуальные и видео наблюдения; 3) спутниковый мониторинг термальных аномалий и пепловых выбросов на основе обработки и интерпретации данных датчика AVHRR спутников NOAA. Прием данных осуществляет Камчатский центр связи и мониторинга (КЦСМ или КССМ). Более подробно с данными методами исследований активности вулканов Камчатки можно ознакомиться в работе [4].

Сейсмический мониторинг включает обработку и составление каталогов землетрясений 1-3 типа (по классификации П.И.Токарева) [6]. Для них можно определить стандартные параметры: координаты и глубину очага, время возникновения и энергию. В каталоге Авачинской группы вулканов за 2005 г. - 303 землетрясения, из них 54 с энергетическим классом  $K_s \geq 4.0$  [7]. В каталоге Северной группы вулканов за 2005 г. - 4913 землетрясения, из них 4530 с  $K_s \geq 4.0$  Дополнительно проводится обработка и анализ вулканических землетрясений, для которых невозможно получить стандартные характеристики. Это либо слабые землетрясения, зарегистрированные только ближайшими станциями, либо землетрясения 4-го типа - поверхностные вулканические события. Для таких землетрясений в оперативном режиме выполняется традиционная и сразу окончательная обработка с разделением по типам (в соответствии с классификацией П.И. Токарева) и определением их количества и суммарного отношения А/Т. Результаты публикуются ежедневно в Интернете по адресу: <http://emsd.iks.ru/~ssl/monitoring/main.htm> в разделе «Землетрясения».

Во избежание недоразумений, в результатах наблюдений приводится только Гринвичское время (GMT или UTC). Местное время равняется GMT+12 час – зимой, и GMT+13 час – летом.

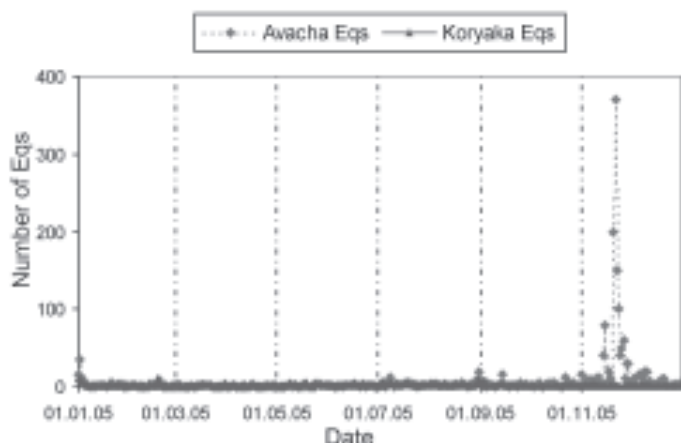
## Результаты

**Вулканы Авачинский и Корякский.** После длительного 3-х летнего затишья, начиная со второй половины сентября 2005 г., в постройке вулкана Авачинский начали регистрироваться землетрясения. Наблюдался постепенный, с периодами усиления и ослабления, рост количества и энергии землетрясений. Максимум сейсмической активности пришелся на 20-23 ноября. Всего было зарегистрировано 34 события с  $K_s > 4.0$  (рис.1). Самое сильное землетрясение имело класс 6.1. Кроме этого, велся ежесуточный подсчет более слабых



**Рис. 1.** Сейсмичность района вулкана Авачинский в 2005 г.: А) карта; В) разрез вдоль линии АВ. Графики распределения во времени различных параметров сейсмической активности для землетрясений, выделенных окружностью на карте (А): С) энергетический класс по S-волне; D) кумулятивное количество землетрясений; E) глубина гипоцентров, км; F) кумулятивная энергия, дж.  
**Fig. 1.** Seismicity of Avachinsky volcano from January 01 to December 31, 2005: A) Map; B) Vertical cross-section along line A-B. Graphs of seismic activity for the earthquakes located within circle at map (A): C) Energy class from S-wave ( $K_s$ ), local magnitude  $M_l = K_s/2 - 0.75$ ; D) Cumulative earthquake number; E) Depth, km; F) Cumulative energy, joule.

землетрясений, для которых было невозможно определить местоположение гипоцентров (рис.2). Наибольшее число землетрясений было зафиксировано с 20 по 23 ноября - до 350 событий в сутки. Такого всплеска микро сейсмичности не наблюдалось за весь период наших



сейсмических наблюдений, начиная с 1994 г. 7-9 декабря, когда сейсмическая активность в постройке снизилась, произошел небольшой рой слабых ( $K_s < 3.0$ ) землетрясений на перевале между вулканами Авачинский и Корякский, рядом со станцией "AVH".

**Рис. 2.** Микросейсмичность (землетрясения с  $2 < K_s < 4$ ) вулканов Авачинский и Корякский в 2005 г.

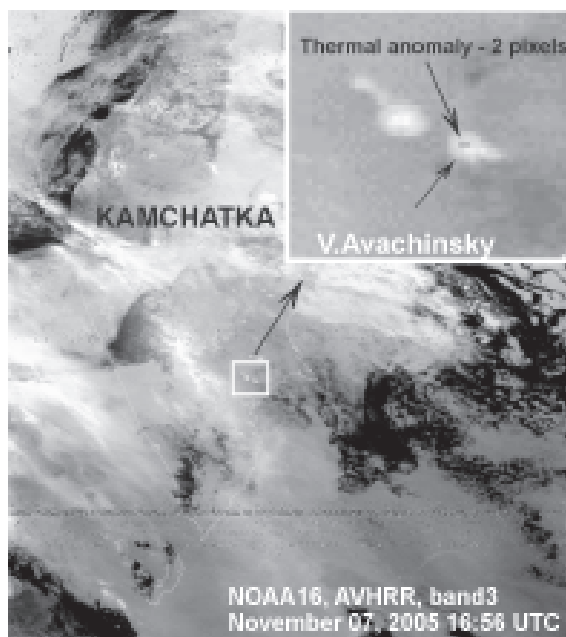
**Fig. 2.** Micro seismic activity (earthquakes (Eqs) with  $2 < K_s < 4$ ) of Avachinsky and Koryaksky volcanoes in 2005.

Впервые за все время спутникового мониторинга вулканов Камчатки (с сентября 2002 г.) в период сейсмической активизации на вулкане Авачинский наблюдалась очень слабая термальная аномалия: 7 ноября - размером 2 пикселя (рис. 3); 20-21 и 27 ноября – 1 пиксель.

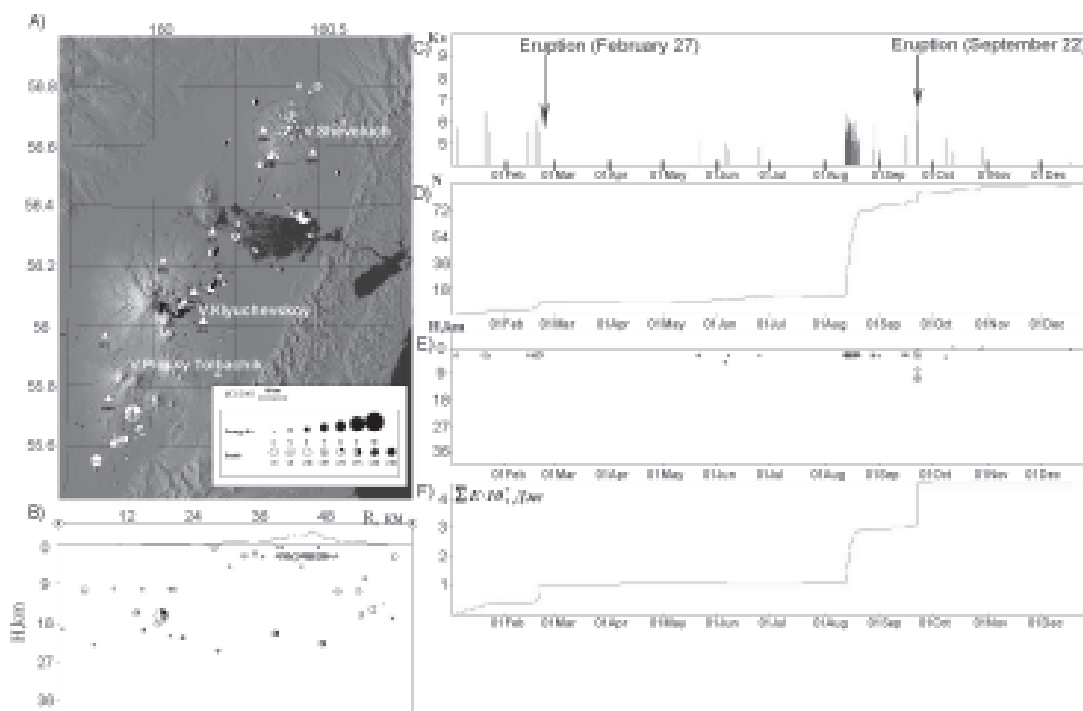
В 2005 г. на вулкане Корякский наблюдалась нормальная фоновая сейсмичность. По визуальным данным и по спутниковым наблюдениям никаких проявлений вулканической активности отмечено не было.

*Вулкан Шивелуч.* В 2005 г. продолжала наблюдаться интенсивная вулканическая деятельность, связанная с ростом нового купола, появление которого впервые было отмечено еще 12 мая 2001 г. За этот период было зафиксировано два наиболее сильных извержения – в конце февраля и в сентябре.

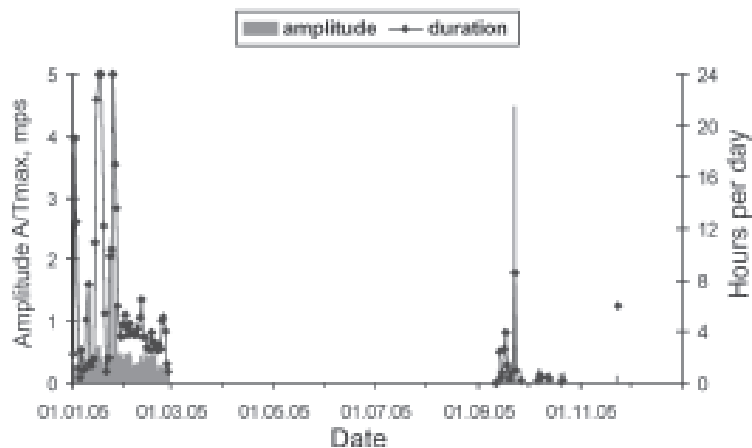
На рис. 4 представлена сейсмичность в районе вулкана Шивелуч в 2005 г. На графике изменения во времени интенсивности и продолжительности вулканического дрожания выделяются оба периода активности (рис. 5).



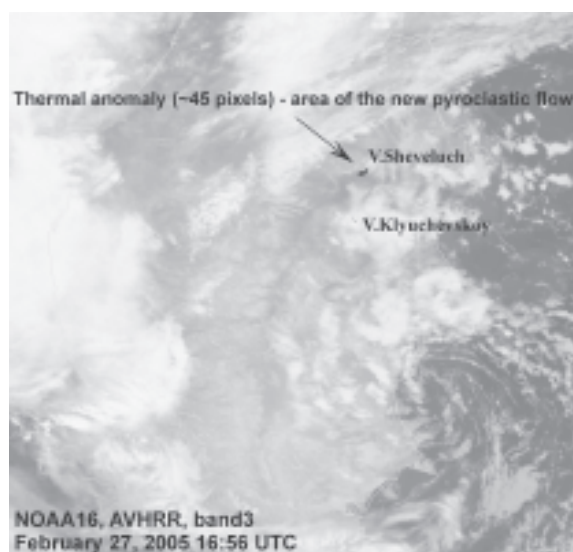
**Рис. 3.** Слабая термальная аномалия в районе вулкана Авачинский. Данные предоставлены КЦСМ, обработка – лаборатория ИСВА КФГС. **Fig. 3.** Weak thermal anomaly in the area of Avachinsky volcano. Satellite data from KCCM. Data processing - Lab for Seismic and Volcanic Activity KBGS.



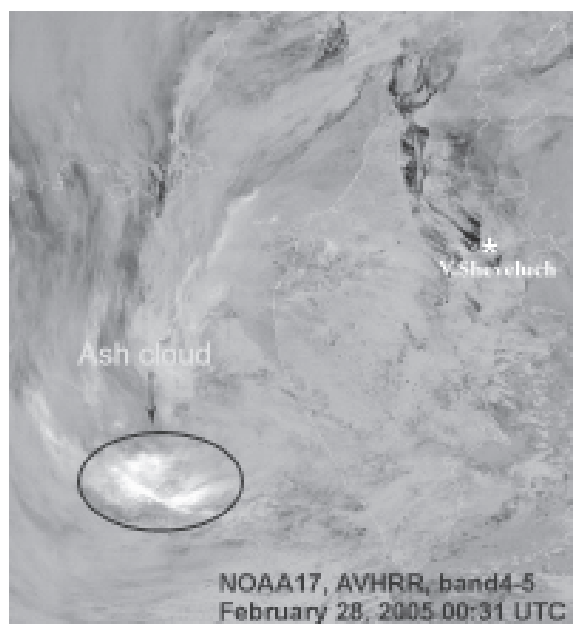
**Рис. 4.** Сейсмичность района вулкана Шивелуч в 2005 г. А) карта; В) разрез вдоль линии АВ. Графики распределения во времени различных параметров сейсмической активности для землетрясений, выделенных окружностью на карте (А): С) энергетический класс по S-волне; D) кумулятивное количество землетрясений; E) глубина гипоцентров, км; F) кумулятивная энергия, дж. **Fig. 4.** Seismicity of Sheveluch volcano from January 01 to December 31, 2005. A) Map; B) Vertical cross section along line A-B. Graphs of seismic activity for the earthquakes located within circle at map (A): C) Energy class from S-wave ( $K_s$ ), local magnitude  $M_l = K_s/2 - 0.75$ ; D) Cumulative earthquake number; E) Depth, km; F) Cumulative energy, joule.



**Рис. 5.** Вулканическое дрожание вулкана Шивелуч в 2005 году.  
**Fig. 5.** Volcanic tremor of Sheveluch volcano in 2005.



**Рис. 6.**  
**Fig. 6**



**Рис. 6.** Термальная аномалия на вулкане Шивелуч 27 февраля 2005 года. Данные предоставлены КЦСМ, обработка – лаборатория ИСВА КФГС.

**Fig. 6.** Thermal anomaly during the eruption of Sheveluch volcano, February 27, 2005 Satellite data from KCCM. Data processing - Lab for Seismic and Volcanic Activity KBGS.

**Рис. 7.** Пепловое облако при извержении вулкана Шивелуч 28 февраля 2005 г. Данные предоставлены КЦСМ, обработка – лаборатория ИСВА КФГС.

**Fig. 7.** Ash cloud from Sheveluch eruption, February 28, 2005. Satellite data from KCCM. Data processing - Lab for Seismic and Volcanic Activity KBGS.

Первое извержение произошло 27 февраля, когда с 06:25 до 11:50 было зарегистрировано сильное сейсмическое событие, сопровождавшееся обрушениями пирокластического потока и обломочных лавин, а также мощные пепловые выбросы. В 11:50 была разрушена сейсмическая станция «SVL» и сейсмический мониторинг стал невозможен. Во время извержения вулкан был закрыт облачностью.

По спутниковым данным удалось зарегистрировать большую, протяженную термальную аномалию над свежим пирокластическим потоком (рис. 6) и проследить перемещение пеплового облака на удаление до 700 км к юго-западу от вулкана (рис. 7).

Несмотря на отсутствие ближайшей станции, в середине августа был зарегистрирован рой землетрясений в районе вулкана Шивелуч по данным удаленных станций, который мог свидетельствовать об активизации вулкана и возможности сильного извержения (рис. 4).

Второе значительное извержение произошло 22 сентября 2005 г., когда полевой отряд КФГС устанавливал новую телеметрическую станцию (BDR) на склоне вулкана. Всего осенью 2005 г. было установлено три новых телеметрических станции: BDR, SRK и SMK. По сейсмическим данным, пароксизмальная фаза извержения была зафиксирована 22 сентября с 07:38 до 16:00. В это время регистрировались сильные сейсмические события, сопровождавшиеся обрушением пирокластического потока и лавин, а также мощные пепловые выбросы.

Визуальные наблюдения были невозможны из-за плохой погоды. Определение высоты пепловых облаков по спутниковым данным дало приблизительную оценку 6.5 км над

уровнем моря. По наблюдениям полевого отряда КФ ГС на следующий день после извержения был отмечен свежий пирокластический поток вдоль реки Байдарной протяженностью около 15 км. После извержения 22 сентября сейсмичность в течение нескольких дней снизилась до фонового уровня, и до конца года вулкан был спокоен.

В течение всего года наблюдалась термальная аномалия на растущем куполе, свидетельствующая о присутствии на куполе горячего магматического материала (рис. 8).

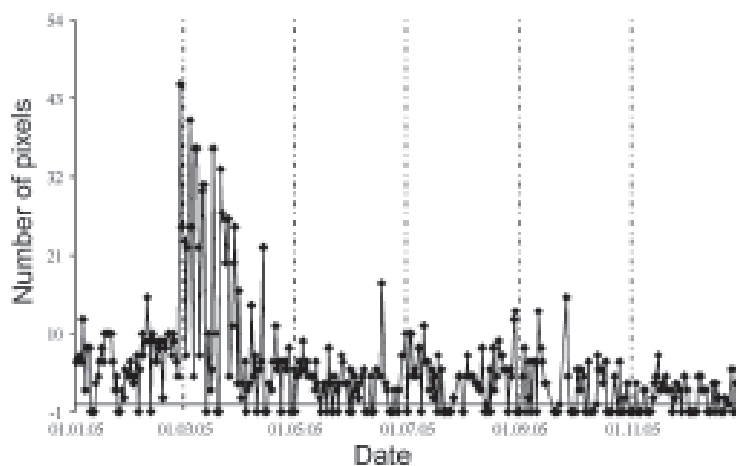
В 2005 г. по видео и визуальным наблюдениям было зарегистрировано около 30 газопепловых выбросов (рис. 9).

*Вулкан Безымянный.* В течение исследуемого периода времени вулкан Безымянный извергался два раза (рис. 10).

На снимках со спутников NOAA16 и NOAA17 наличие на вулкане постоянной термальной аномалии, вероятно, свидетельствует о том, что горячий материал находится близко к поверхности, и вулкан может начать извергаться даже после незначительной, слабой предварительной сейсмической подготовки, продолжительностью не менее 7 дней.

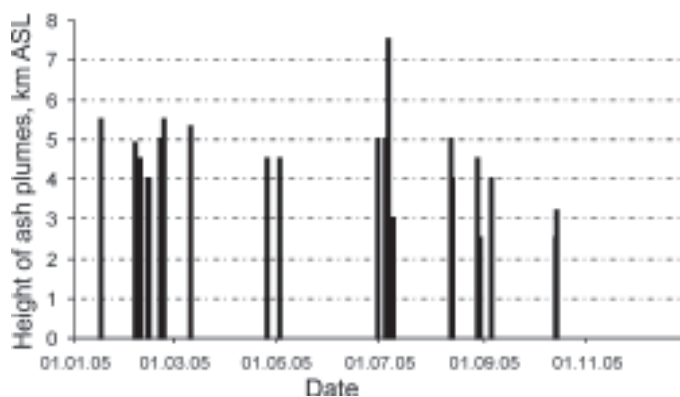
Первые признаки активизации были зафиксированы 25 декабря 2004 г., когда были зарегистрированы первые землетрясения, и сейсмичность превысила фоновый уровень. В дальнейшем наблюдался рост количества и энергии поверхностных землетрясений. За 4 дня до извержения — 6 января, количество сейсмических событий, по нашей интерпретации сопровождающих сход лавин, стало расти, и был сделан краткосрочный прогноз масштабов и времени возможного извержения, который был передан в КамО ФЦПЗ утром 11 января. Прогноз был дан на ближайшие 7 дней. Ожидалось эксплозивное извержение умеренной силы — пепловые выбросы до 10 км над уровнем моря. 11 января с 08:02 до 08:45 было зарегистрировано сейсмическое событие с максимальной амплитудой  $(A/T)=17,1$  мкм/сек по станции “ZLN”. Это событие, вероятно, сопровождало эксплозивное извержение с возможной высотой газопепловых выбросов до 8–10 км над уровнем моря. К сожалению, в этот период времени была пурга и темное время суток, поэтому визуальные наблюдения были невозможны. По спутниковым данным удалось проследить распространение пеплового облака на высоте 7–9 км над уровнем моря на расстояние более 350 км в юго-западном направлении (рис. 11).

Второе извержение произошло в ноябре 2005 г. Первые признаки активизации вулкана Безымянный были зафиксированы 18 ноября, когда были зарегистрированы первые



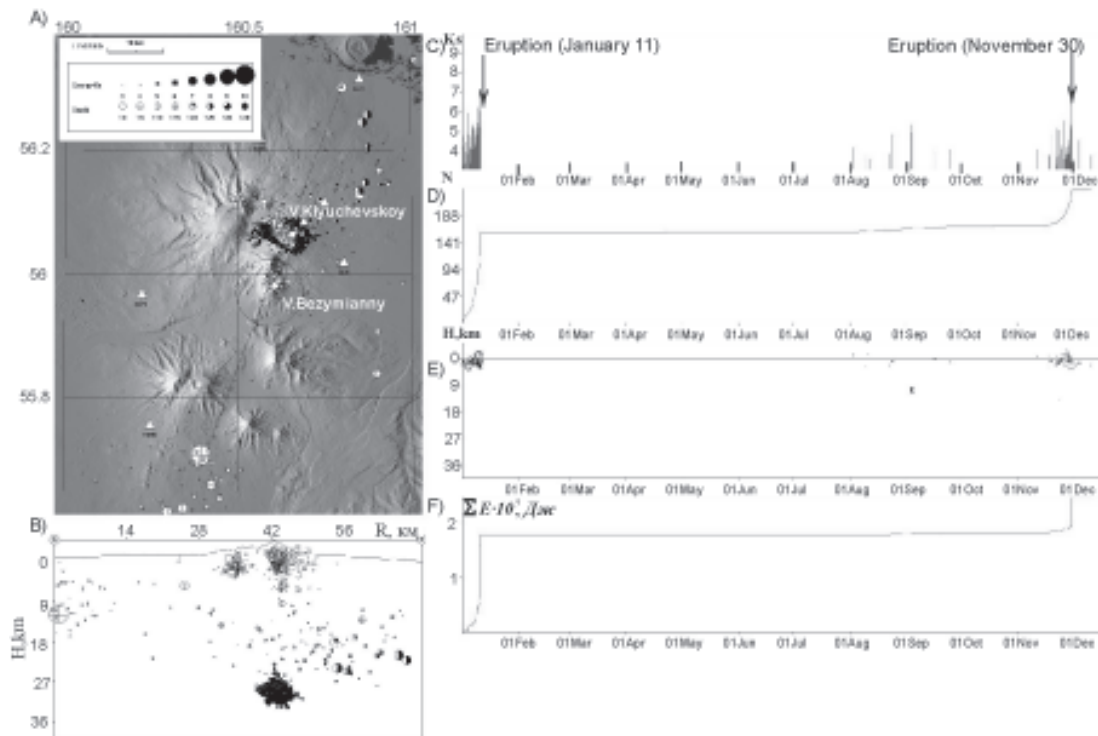
**Рис. 8.** Термальная аномалия в районе вулкана Шивелуч в 2005 г. Данные АВО и КФГС. Значение “-1” - нет данных или вулкан закрыт облачностью.

**Fig. 8.** Thermal anomaly at Sheveluch volcano in 2005. Data from AVO and KBGS. Value “-1” means no data or cloudy at volcano.



**Рис. 9.** Пепловые выбросы на вулкане Шивелуч в 2005 г. по видео и визуальным данным, высота в км над уровнем моря.

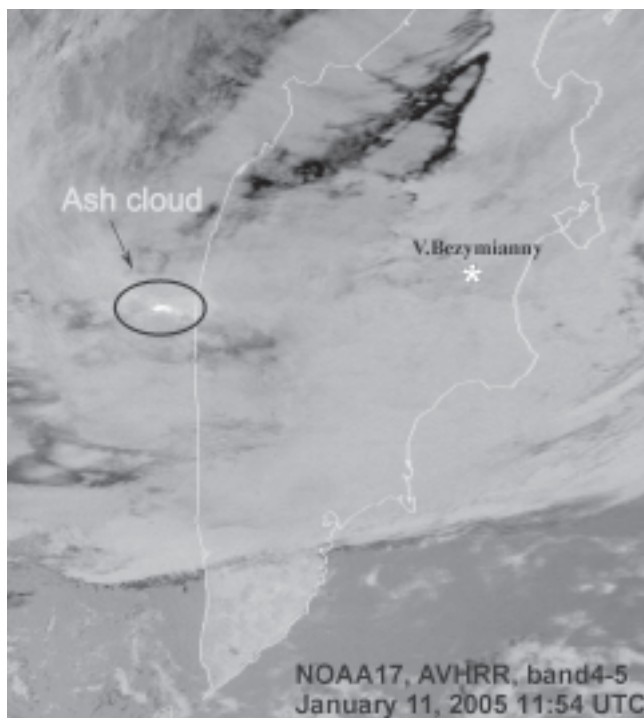
**Fig. 9.** Ash plumes at Sheveluch volcano in 2005 according to video and visual data.



**Рис. 10.** Сейсмичность района вулкана Безымянный в 2005 г. А) карта; В) разрез вдоль линии АВ. Графики распределения во времени различных параметров сейсмической активности для землетрясений, выделенных окружностью на карте (А): С) энергетический класс по S-волне; D) кумулятивное количество землетрясений; E) глубина гипоцентров, км; F) кумулятивная энергия, Дж.

**Fig. 10.** Seismicity of Bezymianny volcano from January 01 to December 31, 2005. A) Map; B) Vertical cross section along line A-B. Graphs of seismic activity for the earthquakes located within circle at map (A): C) Energy class from S-wave (Ks), local magnitude  $M_l = K_s/2 - 0.75$ ; D) Cumulative earthquake number; E) Depth, km; F) Cumulative energy, joule.

землетрясения, и сейсмичность превысила фоновый уровень. В дальнейшем наблюдалась тенденция к постепенному росту количества и энергии поверхностных землетрясений.

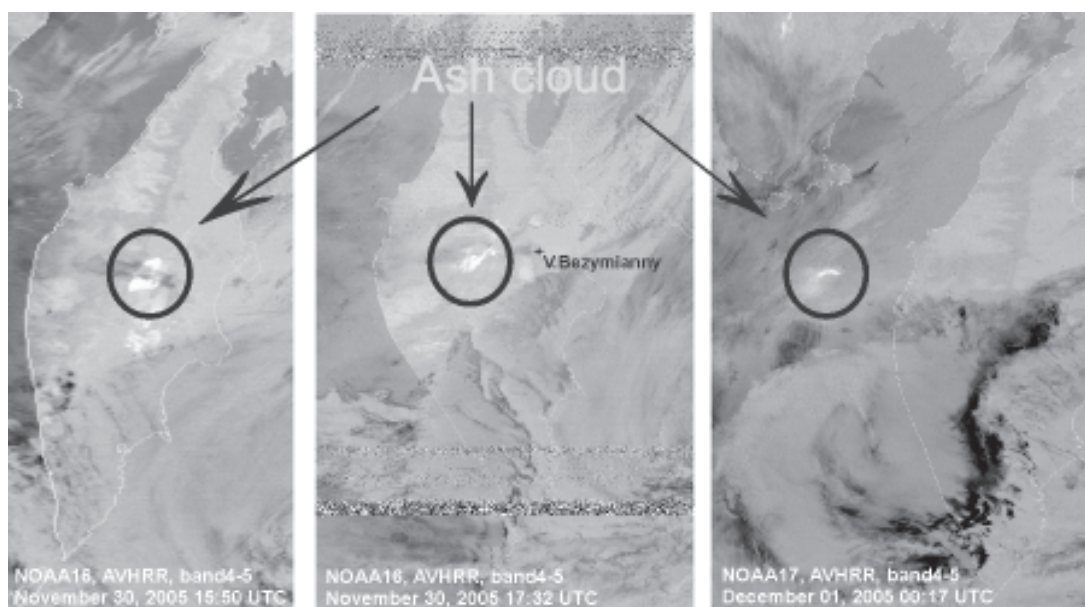


Рост был неравномерный, с периодами усиления и затишья. Согласно алгоритму прогноза извержений вулкана Безымянный (автор – С.Л. Сенюков, КФ ГС), был сделан прогноз времени извержения вулкана на период с 25 ноября по 20 декабря. Он был передан в КамО ФЦПЗ 25 ноября 2005 г. Оценивая интенсивность предваряющей сейсмичности, мы ожидали эксплозивное извержение умеренной силы - пепловые выбросы до высоты 6-10 км над уровнем моря, также как и в январе этого года.

**Рис. 11.** Пепловое облако при извержении вулкана Безымянный 11 января 2005 г. Данные предоставлены КЦСМ, обработка – лаборатория ИСВА КФГС.

**Fig. 11.** Ash cloud from Bezymianny eruption, January 11, 2005. Satellite data from KCCM, data processing - Lab for Seismic&Volcanic Activity KB GS.

За 1 день до извержения (29 ноября), стали регистрироваться сейсмические события, по нашему мнению сопровождающие сход лавин, и лаборатория ИСВА КФ ГС уточнила время возможного извержения. Начало извержения прогнозировалось в период с 29 ноября по 5 декабря. По сейсмическим данным взрывное извержение произошло 30 ноября с 12:00 до 13:15, когда было зарегистрировано сейсмическое событие с максимальной амплитудой до  $(A/T)=7,3$  мкм/сек по станции “ZLN”. К сожалению, в этот период времени было темное время суток, поэтому визуальные наблюдения были невозможны. По спутниковым данным удалось проследить распространение пеплового облака на высоте около 6 км над уровнем моря на расстояние более 400 км в западном направлении от вулкана (рис. 12).



**Рис. 12.** Распространение пеплового облака при извержении вулкана Безымянный 30 ноября 2005 г. Данные предоставлены КЦСМ, обработка – лаборатория ИСВА КФГС.

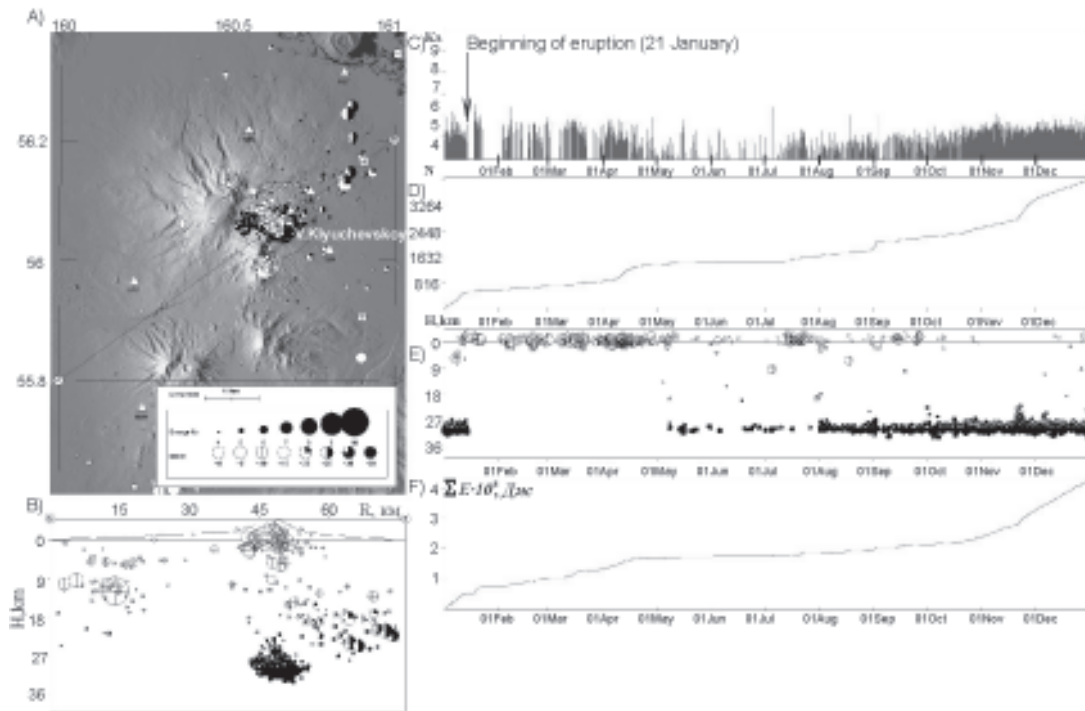
**Fig. 12.** Extending of ash cloud from Bezimianny eruption, November 30, 2005. Satellite data from KCCM, data processing - Lab for Seismic&Volcanic Activity KB GS.

*Вулкан Ключевской.* В 2005 г. на вулкане было зафиксировано извержение продолжительностью около трех месяцев (рис. 13). Возможно, сейсмическая активизация началась с роя землетрясений на глубине около 30 км, зарегистрированного в конце сентября - октябре 2004 г. [5]. Рассмотрим сейсмичность в районе вулкана, которая предвараля, сопровождала и наблюдалась после извержения, начавшегося в январе 2005 г.

12 октября 2004 г. было зарегистрировано 204 землетрясения с глубины 30 км за сутки – максимальное число за этот период (рис. 14А). К первому ноября количество землетрясений уменьшилось до фонового уровня. С 29 ноября 2004 г по 10 января 2005 г число глубоких землетрясений снова постепенно увеличилось до 80 событий в сутки. С 11 января начали регистрироваться землетрясения 2-3 типа с глубины 5 км и выше и землетрясения 4 типа - поверхностные вулканические события, для которых характерны относительно большие периоды продольных волн и интенсивные поверхностные волны (рис. 13). 12 января число землетрясений 2-3 типа достигло 119, а 4 типа – около 500. При этом количество глубоких землетрясений резко уменьшилось. С 11 января также начало регистрироваться вулканическое дрожание, амплитуда которого постепенно возрастала (рис. 14В).

17 января 2005 г. был сделан успешный прогноз времени и масштабов возможного извержения вулкана Ключевской, который был передан в КамО ФЦПЗ.

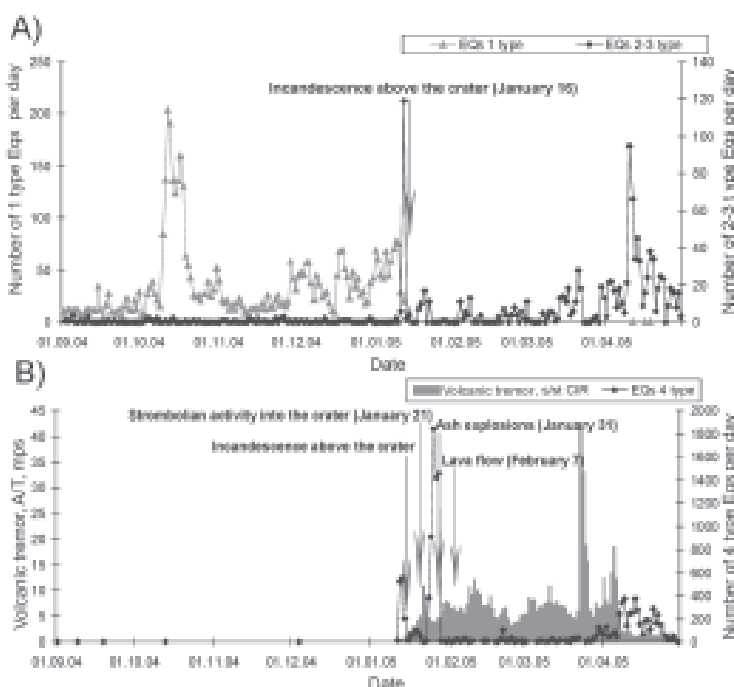
По визуальным данным из п. Ключи, 16 января впервые наблюдалось свечение над кратером в темное время суток. В дальнейшем количество землетрясений 4 типа увеличилось, амплитуда вулканического дрожания выросла, а количество землетрясений 2-3 типа уменьшилось до 10-15 событий в сутки. 21 января, по визуальным данным,



**Рис. 13.** Сейсмичность района вулкана Ключевской в 2005 г. А) карта; В) разрез вдоль линии АВ. Графики распределения во времени различных параметров сейсмической активности для землетрясений, выделенных окружностью на карте (А): С) энергетический класс по S-волне; D) кумулятивное количество землетрясений; Е) глубина гипоцентров, км; F) кумулятивная энергия, дж.

**Fig. 13.** Seismicity of Klyuchevskoy volcano from January 01 to December 31, 2005. А) Map; В) Vertical cross section along line A-B. Graphs of seismic activity for the earthquakes located within circle at map (А): С) Energy class from S-wave ( $K_s$ ), local magnitude  $M_l = K_s/2 - 0.75$ ; D) Cumulative earthquake number; E) Depth, km; F) Cumulative energy, joule.

фиксировались выбросы раскаленных бомб на высоту около 50-100 м над кратером. 31 января, после резкого увеличения количества поверхностных вулканических событий 4 типа, начали происходить пепловые выбросы. Далее в течение недели амплитуда вулканического дрожания постепенно увеличивалась, но вулкан был закрыт. По наблюдениям



лесорубов, первого февраля сошел грязевой поток вдоль сухой реки. Первое сообщение о визуальном наблюдении лавового потока было получено из п. Ключи 7 февраля 2005 г. (рис. 15).

В дальнейшем, в течение двух месяцев, происходило извержение вулкана Ключевской с излиянием лавового потока длиной до нескольких километров и пепловыми выбросами на высоту до 4 км над кратером.

**Рис. 14.** Сейсмичность вулкана Ключевской до, во время и после извержения в январе-апреле 2005 г.

**Fig. 14.** Seismicity of Klyuchevskoy volcano before, during and after eruption January-April, 2005.

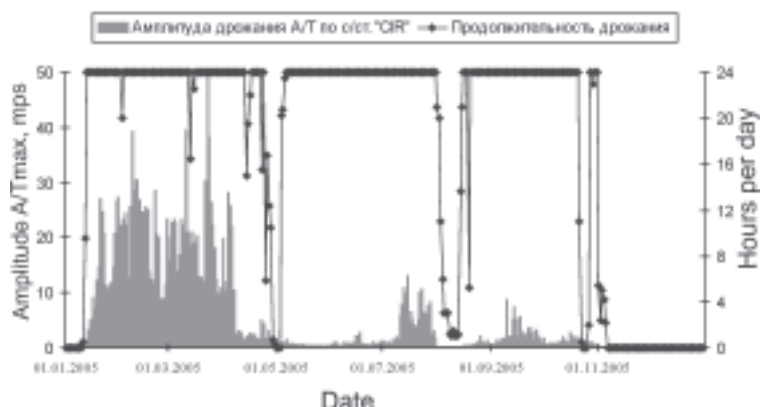




**Рис. 15.** Лавовый поток на северо-западном склоне вулкана Ключевской 24 февраля 2005 г. Фото Ю. Демянчука.

**Fig. 15.** Lava flow on the northwest slope of Klyuchevskoy volcano, February 24, 2005.

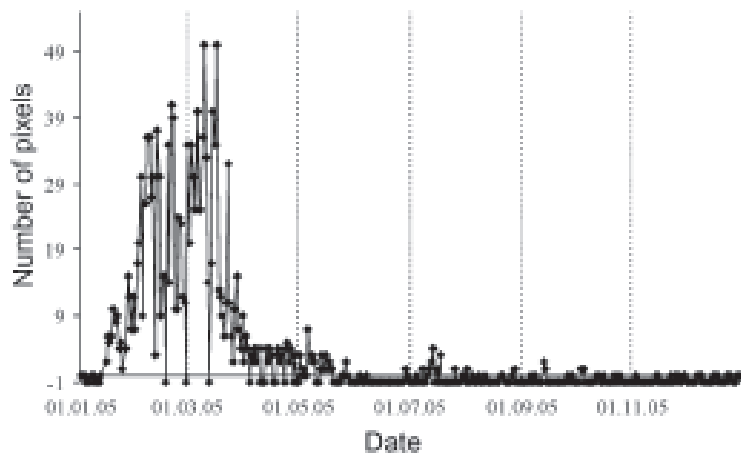
Седьмого апреля уровень дрожания резко уменьшился (рис. 14В), и увеличилось количество землетрясений 4 типа, а 10 апреля возросло число землетрясений 2-3 типа (около 100 событий в сутки). 11 апреля появились единичные землетрясения с глубины 30 км. В течение двух недель количество землетрясений постепенно снизилось, и к 29 апреля уровень сейсмичности стал фоновым.



**Рис.16.** Интенсивность и продолжительность вулканического дрожания на вулкане Ключевской в 2005 г.

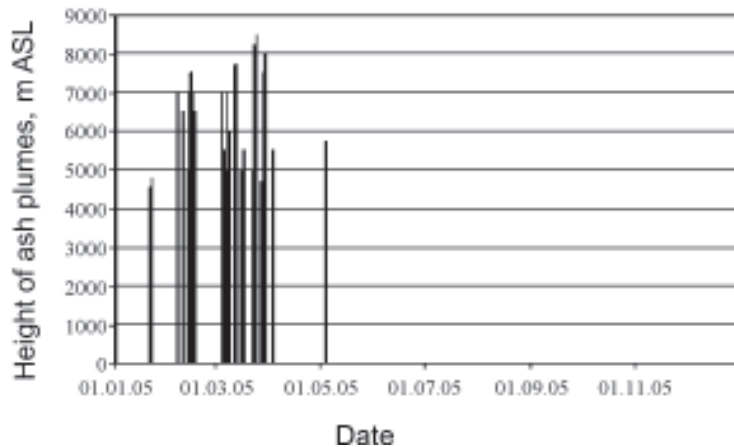
**Fig.16.** Intensity and duration of volcanic tremor of Klyuchevskoy volcano in 2005.

Термальная аномалия в районе центрального кратера вулкана Ключевской была впервые замечена на спутниковом снимке 15 января в 16:47. В дальнейшем аномалия регистрировалась на протяжении всего периода активности, если вулкан не был закрыт облачностью. 10-11 марта термальная аномалия достигла максимального размера - около 50 пикселей (рис. 17). По видео и визуальным данным, в это время происходили выбросы раскаленного материала на высоту до 1000 м над кратером, пепловые выбросы до высоты 3200 м над кратером, и наблюдался лавовый поток на северо-западном склоне вулкана. Всего за период извержения было зарегистрировано 42 отдельных пепловых выброса на фоне постоянной парогазовой деятельности с примесью пепла (рис. 18).



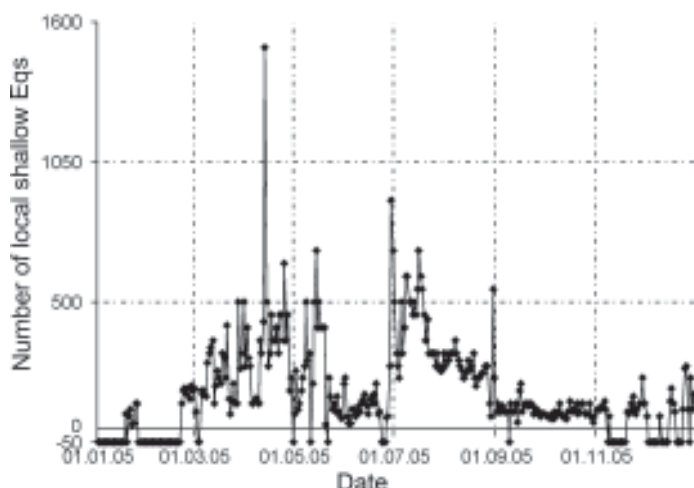
**Рис. 17.** Термальная аномалия в районе вулкана Ключевской в 2005 г. Данные AVO и КФГС. Значение “-1” - нет данных или вулкан закрыт облачностью.

**Fig. 17.** Thermal anomaly at Klyuchevskoy volcano in 2005. Data from AVO and KBGS. Value “-1” means “no data” or “cloudy at volcano”.



**Рис. 18.** Пепловые выбросы на вулкане Ключевской в 2005 г. по видео и визуальным данным, высота в м над уровнем моря.

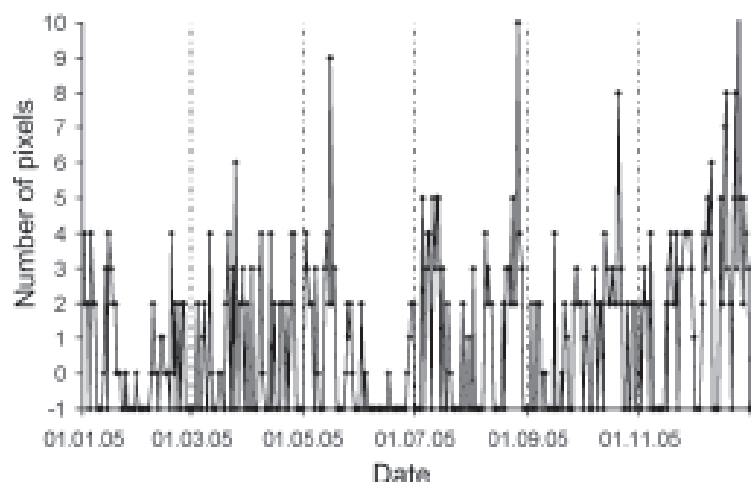
**Fig. 18.** Ash plumes at Klyuchevskoy volcano in 2005 according to video and visual data.



*Вулкан Карымский.* В исследуемый период вулкан продолжал извергаться. Ближайшая телеметрическая станция “KRY” расположена на юго-восточном склоне вулкана в 1.5 км от кратера, что обеспечивает уровень регистрации по одной станции землетрясений класса 1.0 и выше. Другие телеметрические станции расположены на расстоянии свыше 100 км и могут обеспечить надежное определение параметров землетрясений по трем станциям с занесением в базу данных только с класса 6.5. В 2005 г. в радиусе 10 км от вулкана было зарегистрировано только одно землетрясение с классом 6.5, поэтому все основные выводы о деятельности вулкана были сделаны по данным одной станции “KRY”. В течение года чередовались периоды усиления и ослабления активности вулкана (рис. 19). Также фиксировались сейсмические события, обычно сопровождавшие пепловые выбросы высотой 1500 м и более над кратером. В периоды усиления активности вулкана наблюдалась термальная аномалия в районе кратера (рис. 20). В отсутствии визуальных наблюдений появление и рост термальной аномалии является дополнительным (наряду с сейсмическими данными) доказательством возможного извержения горячего магматического материала в виде выбросов раскаленных бомб, лавового потока или раскаленных лавин.

Иногда самые большие пепловые выбросы, происходившие на вулкане (в 2005 г. не было зарегистрировано выбросов на

**Рис. 19.** Сейсмичность на вулкане Карымский в 2005 г. по данным с/ст. “KRY”. Значение “-50” – нет данных.  
**Fig. 19.** Seismicity of Karymsky volcano in 2005. Data from s/st. “KRY”. Value “-50” means “no data”.



**Рис. 20.** Термальная аномалия в районе вулкана Карымский в 2005 г. Данные AVO и КФГС. Значение “-1” - нет данных или вулкан закрыт облачностью.

**Fig. 20.** Thermal anomaly at Karymsky volcano in 2005. Data from AVO and KBGS. Value “-1” means “no data” or “cloudy at volcano”.

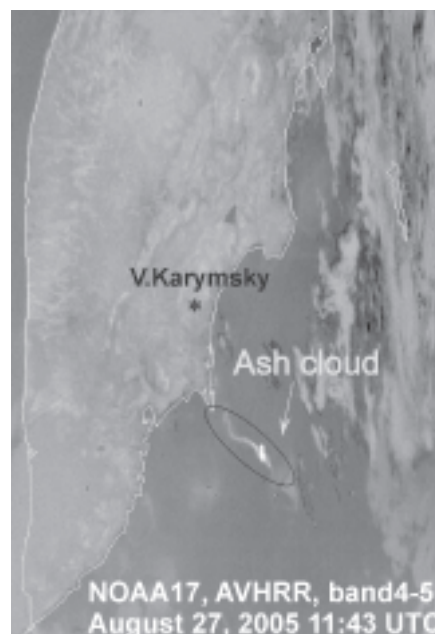
высоту более 6 км над уровнем моря), удавалось зафиксировать на спутниковых снимках (рис. 21).

*Вулкан Мутновский.* В 2005 г. на вулкане каких-либо заметных проявлений сейсмической или вулканической активности зафиксировано не было. Детальное исследование инфракрасных снимков со спутников NOAA16 и NOAA17 выявило появление в районе вулкана Мутновский слабой термальной аномалии в следующие дни: 24-28 и 31 мая; 2, 8, 14-15, 17 и 21-22 июня; 20 и 26 июля; 2, 11-12, 21, 25 и 27-28 августа; 6-7, 9, 14 и 28-29 сентября; 13-15 октября; 7 и 25 ноября.

На других вулканах Камчатки в 2005 г. наблюдалась нормальная, «фоновая» сейсмичность. Никаких проявлений вулканической активности, а также термальных аномалий на снимках из космоса отмечено не было.

#### Список литературы

1. Действующие вулканы Камчатки / Под ред. Федотова С.А., Масуренкова Ю.П. М.: Наука, 1991. Т. 1. С. 106-138.
2. *Гирин О.А., Сеньюков С.Л., К.А. Нил.* Камчатская группа реагирования на вулканические извержения (проект KVERT) в 2002-2004 годах. Материалы IV международного совещания по процессам в зонах субдукции Японской, Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. Петропавловск-Камчатский 21-27 августа 2004 г. С. 31-33.
3. *Кирьянов В.Ю., Чубарова О.С., Сеньюков С.Л. и др.* Группа по обеспечению безопасности полетов от вулканических пеплов (КВЕРТ): 8 лет деятельности // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. ИВГиГ ДВО РАН. Петропавловск-Камчатский 2001. С.408-423.
4. *Сеньюков С.Л.* Мониторинг активности вулканов Камчатки дистанционными средствами наблюдений // Комплексные сейсмологические и геофизические исследования на Камчатке. Петропавловск-Камчатский, 2004. С. 279-291.
5. *Сеньюков С.Л. Дроздина С.Я. Гарбузова В.Т. и др.* Мониторинг активности вулканов Камчатки в 2004 году. Материалы ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога 30 марта-1апреля 2005г. Петропавловск-Камчатский 2005 год. С.69-79.



**Рис. 21.** Пепловое облако при извержении вулкана Карымский 27 августа 2005 г. Данные предоставлены КЦСМ, обработка – лаборатория ИСВА КФГС.

**Fig. 21.** Ash cloud from Karymsky eruption, August 27, 2005. Satellite data from KCCM, data processing - Lab for Seismic&Volcanic Activity KB GS.

6. Токарев П.И. Вулканические землетрясения Камчатки. М.: Наука, 1981. 164 с.
7. Федотов С.А. Энергетическая классификация Курило-Камчатских землетрясений и проблема магнитуд. М.: Наука, 1972. 117 с.

## **MONITORING OF ACTIVE KAMCHATKAN VOLCANOES USING REMOTE METHODS IN 2005**

**Sergey L. Senyukov, Svetlana Y. Droznina, Irina N. Nuzhdina,  
Valentina T. Garbuzova, and Tatiana Y. Kozhevnikova**

*Kamchatkan Branch of the Geophysical Survey of the RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006, RUSSIA  
e-mail: ssl@emsd.ru*

Kamchatkan Branch of the Geophysical Survey (KBGS) RAS has being monitored volcanic activity since February 2000 (<http://emsd.iks.ru/~ssl/monitoring/main.htm>) using three remote methods: 1) Seismic monitoring is a leading method (processing and interpretation of the data from automatic telemetric seismic stations); 2) Visual and video observation; 3) Satellite observation. Processing and interpretation of the sensor AVHRR data from satellite NOAA. Data from KCCM (Kamchatsky Centre of Communication and Monitoring).

In 2005, Sheveluch, Kluchevskoy, Bezymianny and Karymsky volcanoes had the eruptions. Successful short-term eruption predictions (time and size) for Bezymianny and Klyuchevskoy volcanoes were made by Research Laboratory of Seismic and Volcanic Activity (KBGS) and passed to Kamchatkan Branch of Russian Advisory Council.