

УДК 551.21

## ДЕЙСТВУЮЩИЕ ВУЛКАНЫ КАМЧАТКИ И СЕВЕРНЫХ КУРИЛ В 2005 г.

© 2007 г. **О. А. Гирина, А. Г. Маневич, Н. А. Малик, Д. В. Мельников, С. В. Ушаков, Ю. В. Демянчук, Л. В. Котенко**

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006*

Поступила в редакцию 22.08.2006 г.

В 2005 г. произошло шесть сильных извержений на четырех вулканах Камчатки (Безымянный, Ключевской, Шивелуч, Карымский), в состоянии повышенной активности находились вулканы Авачинский, Мутновский и Горелый на Камчатке и вулканы Эбеко и Чикурачки на Северных Курильских островах. Благодаря тесному сотрудничеству коллег проекта KVERT, метеорологического центра аэропорта Елизово, консультационных центров по вулканическим пеплам в городах Токио, Анкоридж и Вашингтон (Токио VAAC, Anchorage VAAC and Washington VAAC) все необходимые меры для безопасности авиалетов вблизи Камчатки были приняты; фатальных происшествий, связанных с взрывчатой активностью вулканов, не произошло.

### ВВЕДЕНИЕ

Комплексный мониторинг активных вулканов Камчатки и Северных Курил проводится в рамках проекта KVERT [4, 6], в тесном сотрудничестве коллег Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН, Камчатского Филиала Геофизической Службы (КФ ГС) РАН и Аляскинской вулканологической обсерватории (АВО) США. Мониторинг вулканов включает анализ сейсмической активности вулканов, выполняемый КФ ГС РАН; визуальные наблюдения как непосредственно вблизи вулканов, так и с помощью видеокамер, обслуживаемых КФ ГС РАН, направленных на вулканы Ключевской, Шивелуч, Безымянный; полевые работы в районах активных вулканов для изучения процессов, предваряющих и сопровождающих поступление изверженных продуктов на поверхность земли; обработку спутниковой информации для выявления термальных аномалий, пепловых выбросов, пепловых и парогазовых шлейфов.

В 2005 г. произошло шесть сильных извержений на четырех вулканах Камчатки (Безымянный, Ключевской, Шивелуч, Карымский), в состоянии повышенной активности находились вулканы Авачинский, Мутновский и Горелый на Камчатке и вулканы Эбеко и Чикурачки на Северных Курильских островах. Время событий указывается по Гринвичу (UTC) (местное время = Гринвичское + 12 ч в зимнее или + 13 ч в летнее время).

### КАМЧАТКА

**Вулкан Шивелуч** – самый северный и один из наиболее активных вулканов Камчатки. Очередной цикл его эруптивной активности, начавшийся

в 1980 г., продолжается и в настоящее время. В 2005 г. произошли два извержения, связанных с ростом лавового купола: 27 февраля – взрывчатое извержение, наиболее сильное со времени пароксизма 1964 г., и 22 сентября – небольшое взрывочно-обвальное эруптивное событие.

В течение января–февраля 2005 г. сейсмичность вулкана была выше фона, ежедневно регистрировались поверхностные землетрясения и спазматическое вулканическое дрожание. Однако явно выраженной сейсмической подготовки в районе вулкана Молодой Шивелуч перед эруптивным событием 27 февраля 2005 г. не было отмечено. 20–22 февраля визуально наблюдалось свечение отдельных участков купола, что говорило об интенсификации экструзивного процесса. Это же подтверждало увеличение количества обрушений с купола отдельных горячих блоков и раскаленных лавин.

Сильная взрывчатая активность вулкана началась (по сейсмическим данным КФ ГС РАН) 27 февраля в 06:25 UTC. В 11:50 UTC этого дня было отмечено усиление сейсмичности, и примерно тогда же сейсмостанция SVL (в 8 км от лавового купола) перестала работать. На сейсмостанции в пос. Ключи выделение сейсмических сигналов, связанных с эруптивными событиями на вулкане Шивелуч, было невозможно в связи с высокой активностью вулкана Ключевской. Продолжительность извержения, оцененная КФ ГС РАН по сейсмическим данным с удаленных сейсмостанций (до 200 км от вулкана), составила около 6 ч 35 мин (с 06:25 до 13:00 UTC 27 февраля).

По сообщениям пилотов международных авиатрасс, пролегающих рядом с Камчаткой, высота эруптивной колонны в 07:15 UTC 27 февраля



**Рис. 1.** Отложения пирокластического потока извержения вулкана Шивелуч 27 февраля 2005 г. Фото О.А. Гириной.

была примерно 8.5 км над уровнем моря (н. у. м.). В результате активной циклонической деятельности эруптивная туча перемещалась на запад от вулкана, хотя пеплопад в этот день отмечался и в пос. Ключи. Мощность загрязненного пеплом снега составляла там 2–3 см. По данным АМЦ Елизово, пеплопад происходил также в пос. Усть-Хайрюзово (на западном побережье Камчатки) с 21:40 UTC 27 февраля до 19:40 UTC 28 февраля. Аэропорт пос. Усть-Хайрюзово на это время был закрыт. На снегу в поселке был отмечен мало-мощный слой тонкого красно-рыжего пепла. По словам охотника, в 20 км от пос. Верхнее Хайрюзово мощность тонкого пепла вместе со снегом была 1 см. По данным Камчатского гидрометеорологического центра, в районе оз. Двухюрточное мощность чистого пепла составляла 2–3 см. Общая площадь, покрытая тефрой, была оценена в 25000 км<sup>2</sup> [2]. К сожалению, плотная облачность над полуостровом не позволила отслеживать динамику извержения вулкана в непрерывном режиме.

28 февраля в 16:56 UTC на спутниковом снимке NOAA-16 AVHRR в районе вулкана наблюдалась термальная аномалия размером 45 пикселей [2]. Аномалия была связана с отложениями на юго-западном склоне вулкана пирокластического потока большой площади, заполнившими долину р. Байдарная. Протяженность отложений этого потока была оценена по спутниковым снимкам TERRA MODIS и ASTER, в дальнейшем

уточнена при полевых исследованиях, проведенных в июле 2005 г. с помощью GPS, и составила 28 км [5]. При обследовании отложений потока в марте были отмечены их высокие газонасыщенность и температура (на глубине 167 см – 402°C). Плотность естественного сложения горячих отложений одного из рукавов пирокластического потока (мощностью от 0.5 до 5–10 м) на протяжении нескольких километров от его фронтальной части варьировала в небольших пределах: от 1.65 до 1.79 г/см<sup>3</sup> на глубине 4–7 см от поверхности. В широкой части потока, где он еще не разделился на рукава, мощность отложений была порядка 20 м, они были более газонасыщенными, что отразилось и в показаниях их плотности естественного сложения – 1.48–1.50 г/см<sup>3</sup>. На поверхности потока наблюдались многочисленные воронки вторичных фреатических взрывов. Поток уничтожил более 10 км<sup>2</sup> леса; многие деревья были частично погребены в отложениях потока, другие остались на его поверхности (рис. 1). По всему фронту потока наблюдались навалы обожженных и обугленных в разной степени деревьев. На поверхности потока, на его фронте и между языками находились отложения пирокластических волн. Площадь отложений пирокластического потока составляла ~21 км<sup>2</sup>, объем отложений – около 0.2 км<sup>3</sup> [5].

Инструментальные измерения, выполненные 5 марта из пос. Ключи (45 км от вулкана), показали, что видимая высота лавового купола в результате извержения уменьшилась приблизительно



**Рис. 2.** Пепловая эксплозия вулкана Шивелуч на высоту 7.5 км над уровнем моря 7 июля 2005 г. Фото О.А. Гириной.

на 130 м. Сразу после извержения в западной части купола было отмечено выжимание нового экструзивного блока. В марте–апреле наблюдалась, в основном, парогазовая с небольшим содержанием пепла активность купола. К началу апреля высота восточной и растущей западной частей купола стала примерно одинаковой. В дальнейшем рост купола несколько замедлился, начали происходить относительно редкие эксплозии до высоты 7–8 км н. у. м. Первый пепловый выброс после окончания февральского извержения вулкана был отмечен 1 июня до высоты 4 км н. у. м. Изредка в мае, июне, августе и почти непрерывно в июле происходили обрушения блоков купола с образованием раскаленных лавин. Вулканологи, работавшие на склоне вулкана, 30 июня с 17:25 UTC наблюдали непрерывное в течение около 40 мин обрушение раскаленных лавин и формирование эруптивной колонны до высоты 3–5 км н. у. м. Самая мощная из таких лавин 10 июля протянулась на 4.5 км от подножия купола. В июне–июле также часто наблюдались вторичные фреатические взрывы на пирокластическом потоке. 7 июля в 12:40 UTC на сейсмостанции пос. Ключи, расположенной в 45 км от вулкана, было зарегистрировано сейсмическое событие продолжительностью 11 минут. По информации вулканологов, работавших на склоне

вулкана, высота пепловой эксплозии составила около 7.5 км н. у. м. (рис. 2). Следует отметить возросшую активность вулкана в июле – пепловые выбросы и раскаленные лавины наблюдались почти ежедневно: пепел от эксплозий поднимался до 7.5 км н. у. м., пепел от раскаленных лавин – до 4.5 км н. у. м. Пепловые шлейфы в основном распространялись в западных направлениях.

Новое извержение на вулкане произошло 22 сентября в 05:15 UTC. Оно было связано с гравитационным обрушением части вязкого блока лавы в юго-западной части купола, спровоцированным, вероятно, эксплозивной активностью вулкана. По данным КФ ГС РАН, 20–21 октября в районе вулкана регистрировалось вулканическое дрожание с  $A/T_{\text{макс}}$  от 0.11 до 0.22 мкм/с. Во время извержения пепловая колонна поднялась, по сейсмическим и спутниковым данным, предположительно на высоту до 7.5 км н. у. м. По визуальным данным сейсмологов, работавших на юго-западном гребне над долиной реки Байдарной примерно в 9 км от лавового купола, с 06:00 до 08:00 UTC 22 сентября в их лагере отмечался пеплопад. По спутниковым данным, пепловый шлейф протянулся на 480 км на юго-восток от вулкана. По сообщению Ю.В. Демянчука, ось пеплопада прошла немного западнее р. Сухой Ха-



Рис. 3. Отложения пирокластического потока извержения вулкана Шивелуч 22 сентября. Фото В.В. Ящука.

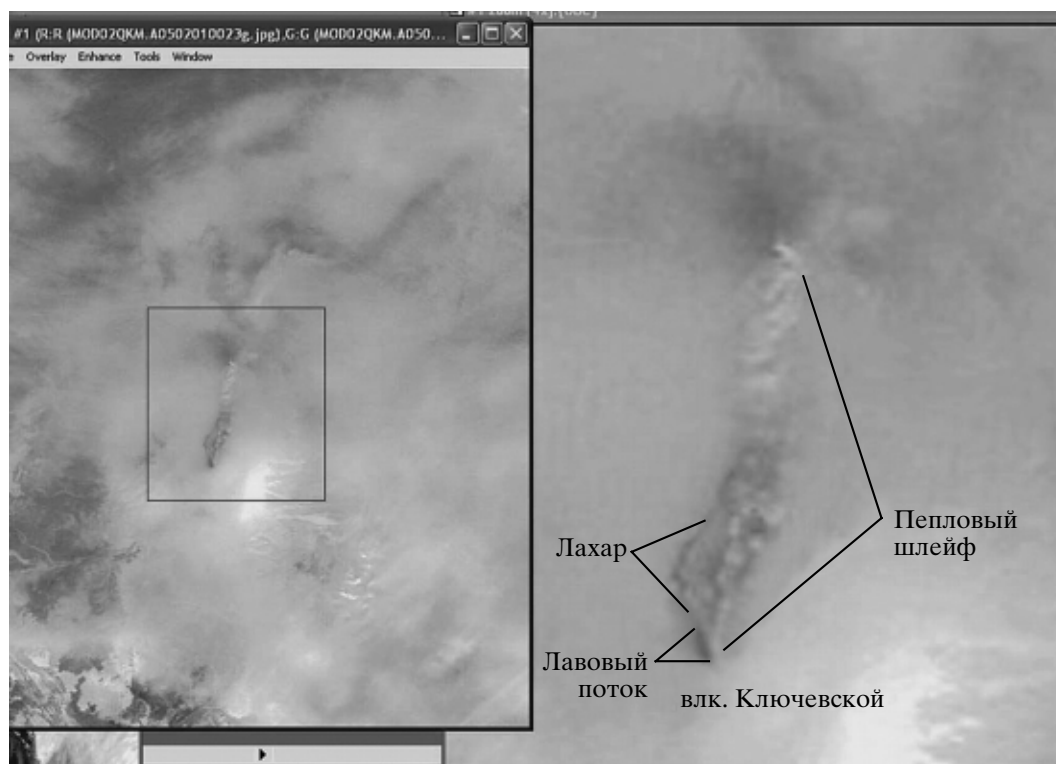
пицы. На склоне Ключевского вулкана, в 60 км от вулкана Шивелуч, мощность пепла была до 0.3–0.5 см, количество выпавшего пепла составило около 200 г/м<sup>2</sup>. Пирокластический поток протяженностью до 20 км и объемом 0.01 км<sup>3</sup> был сформирован на юго-западном склоне вулкана (рис. 3) [5]. После окончания извержения вулкана, в течение сентября–декабря 2005 г. продолжалось выжимание вязкой лавы на куполе, сопровождавшееся иногда небольшими раскаленными лавинами. С октября по декабрь 2005 г. активность вулкана постепенно снизилась.

**Вулкан Ключевской** – самый высокий действующий вулкан Евразии и один из наиболее продуктивных вулканов мира. Сильное эксплозивное извержение вулкана происходило с января по апрель 2005 г., в дальнейшем он находился в умеренно-активном состоянии. Предыдущая вулканско-стромболианская активность вулкана наблюдалась с сентября 2003 г. по январь 2004 г. В это время отмечались пепловые выбросы до высоты 5–7 км н. у. м., формировался внутрикратерный шлаковый конус. В течение двух недель (с 11 по 26 января 2004 г.) наблюдалось свечение над вулканом, обусловленное заполнением кратера лавой и стромболианской активностью.

Извержение 2005 г. предварялось активной сейсмической подготовкой. С конца октября 2004 г. по

11 января 2005 г. сейсмичность вулкана была преимущественно на уровне фона. С 6 января и вплоть до окончания эксплозивного извержения в постройке вулкана устойчиво регистрировались поверхностные землетрясения с магнитудой 1.0–2.2. 12 января 2005 г. сейсмичность вулкана превысила фоновый уровень; стало регистрироваться прерывистое спазматическое вулканическое дрожание, характер которого 14 января изменился на непрерывный. С 15 января перестали регистрироваться землетрясения с глубины 30 км, а над кратером вулкана, по спутниковым снимкам, начала отмечаться термальная аномалия. До 16 января 2005 г. на вулкане фиксировалась только парогазовая деятельность разной интенсивности, с высотой парогазового столба в среднем до 5 км н. у. м. С 16 января высота фумарольного столба увеличилась до 6 км н. у. м., в нем начал отмечаться пепел.

16 января впервые было зарегистрировано свечение над кратером, которое было обусловлено началом заполнения вершинного кратера вулкана лавой. 16 января началась кульминационная стадия извержения вулкана. Свечение отмечалось в течение восьми дней, но только 21 января было зафиксировано начало стромболианско-вулканской активности вулкана. В этот день на спутниковых снимках были отмечены пепловые

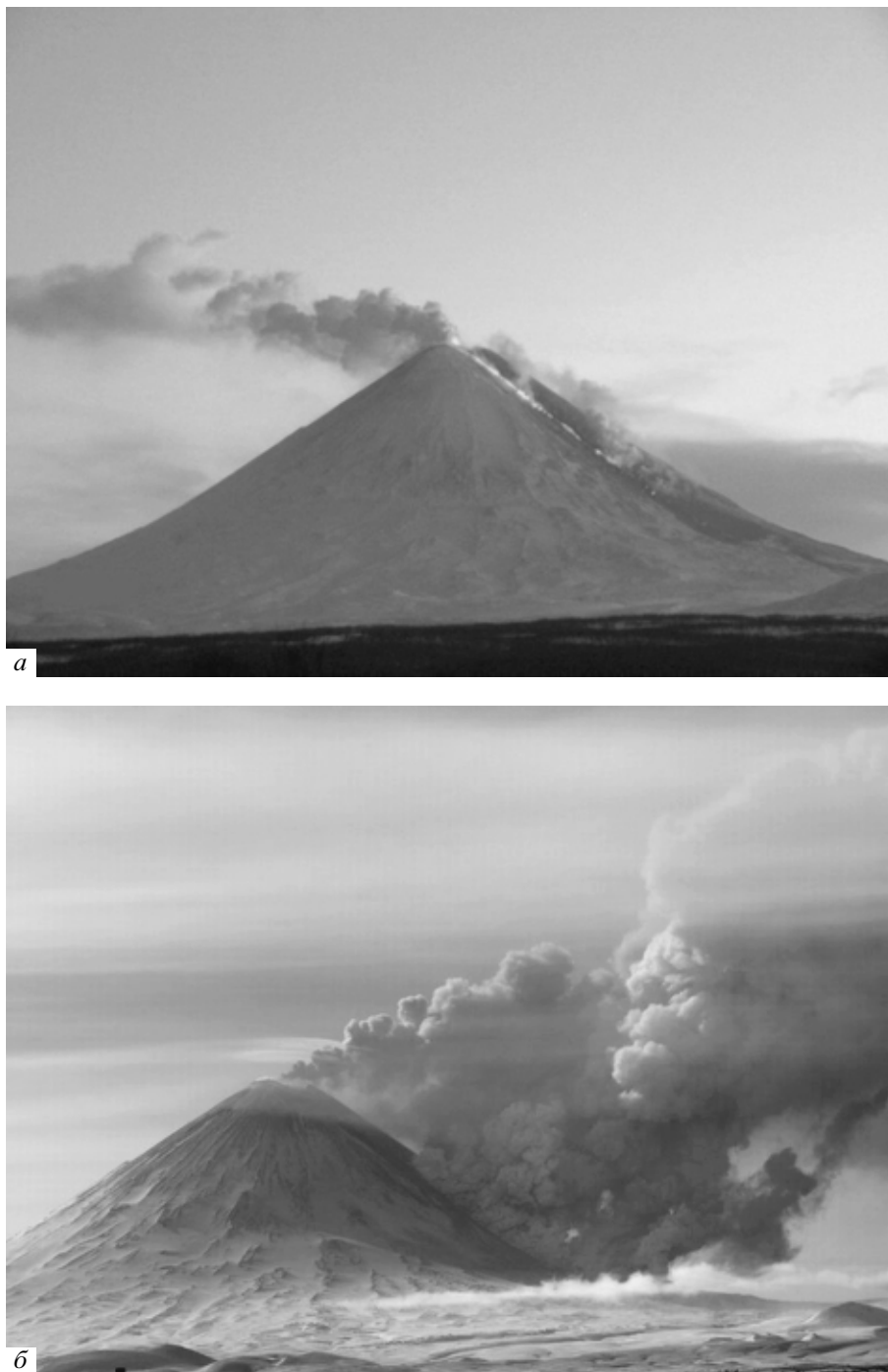


**Рис. 4.** Пепловый шлейф, лавовый и грязевой потоки на склоне вулкана Ключевской в 00:23 UTC 1 февраля 2005 г. на снимке TERRA MODIS. Обработка данных выполнена О. Гириной и Д. Мельниковым.

шлейфы, протягивавшиеся от вулкана до 40 км в северо-восточном направлении. 31 января началась эффузивная фаза извержения – излияние лавового потока по Крестовскому желобу вулкана. Это выяснилось после сообщения лесорубов том, что по р. Крутенькая почти до дороги “Ключи – Апахончич” прошел грязевой поток. Обнаружили они его в 6 км на юго-восток от пос. Ключи. Фронт потока, высотой до нескольких метров, тащил грязь, громадные камни и деревья. 1 февраля сотрудниками Камчатской вулканологической станции имени Ф.Ю. Левинсон-Лессинга было проведено обследование русла реки. Глубина русла составляла около 5 метров. Площадь по обе стороны русла на расстоянии до 100 метров была покрыта камнями и грязью. Грязь наблюдалась и на стволах деревьев, на высоте до 1.5 метров. Таким образом, мощность грязевого потока была около 6.5 м. Эти лавовый и грязевой потоки были зафиксированы сотрудниками KVERT и на спутниковом снимке TERRA MODIS от 00:23 UTC 1 февраля (рис. 4).

В феврале–марте извержение вулкана усилилось. 2 февраля визуально наблюдалось излияние лавового потока по Крестовскому желобу (рис. 5а). В связи с появлением потока величина термальной аномалии на спутниковых снимках выросла до 20 пикселей, и в дальнейшем ее размер варьировал от 15 до 60 пикселей. В течение февраля, с

периодичностью 15–30 с, происходили выбросы раскаленных бомб на высоту до 300 м над кромкой кратера. С 6 февраля ярко начала проявляться вулканская деятельность – практически каждый день наблюдались парогазовые с различным содержанием пепла выбросы из вершинного кратера вулкана на высоту до 6–7.5 км н. у. м. и пепловые шлейфы, протяженностью до 50–250 км от вулкана. В Крестовском желобе происходили мощные фреатические взрывы на высоту до 7–8 км н. у. м., вследствие внедрения лавового потока в ледники (рис. 5б). Направление распространения пепловых шлейфов было преимущественно северо-восточное и северо-западное. В кратере вулкана был обнаружен шлаковый конус, высота которого примерно на 100 м превышала его кромку. При облете вулкана на вертолете 16 февраля сотрудниками ИВиС ДВО РАН было отмечено, что лавовый поток спустился до высоты 2.5 км н. у. м., протяженность грязевого потока от фронта лавового потока составила около 27 км. С конца февраля до середины марта наблюдалась мощная стромболианская активность вулкана – высота выбросов раскаленных бомб над кратером достигала 1 км. С 15 марта лавовый поток двигался по Крестовскому желобу и склону вулкана несколькими рукавами. 23–24 марта высота пепловых выбросов составляла 8.8 км н. у. м. Пепловые шлейфы протягивались от вулкана, преимуще-



**Рис. 5.** Активность вулкана Ключевской: *а* – лавовый поток, *б* – фреатические взрывы в Крестовском желобе. Фото В.Г. Ушакова.

ственно, на север и северо-запад на расстояния до 250–350 км (23 и 24 марта – до 600 км).

С 13 марта амплитуда непрерывного вулканического дрожания начала снижаться. Вплоть до 3 апреля пепловые столбы поднимались из кратера вулкана до высоты 6.0–7.5 км н. у. м. В феврале–марте в близлежащих от вулкана пос. Ключи

и Козыревск отмечалось порядка восьми пеплопадов, наиболее сильный из них происходил в пос. Ключи 23–24 марта.

В конце марта – апреле активность вулкана постепенно ослабевала, 29 апреля сейсмичность вулкана снизилась до уровня фона, эксплозивно-эффузивное извержение 2005 г. завершилось.



Рис. 6. Состояние вершинного кратера вулкана Ключевской 21 августа 2005 г. Фото Ш. Роуз.

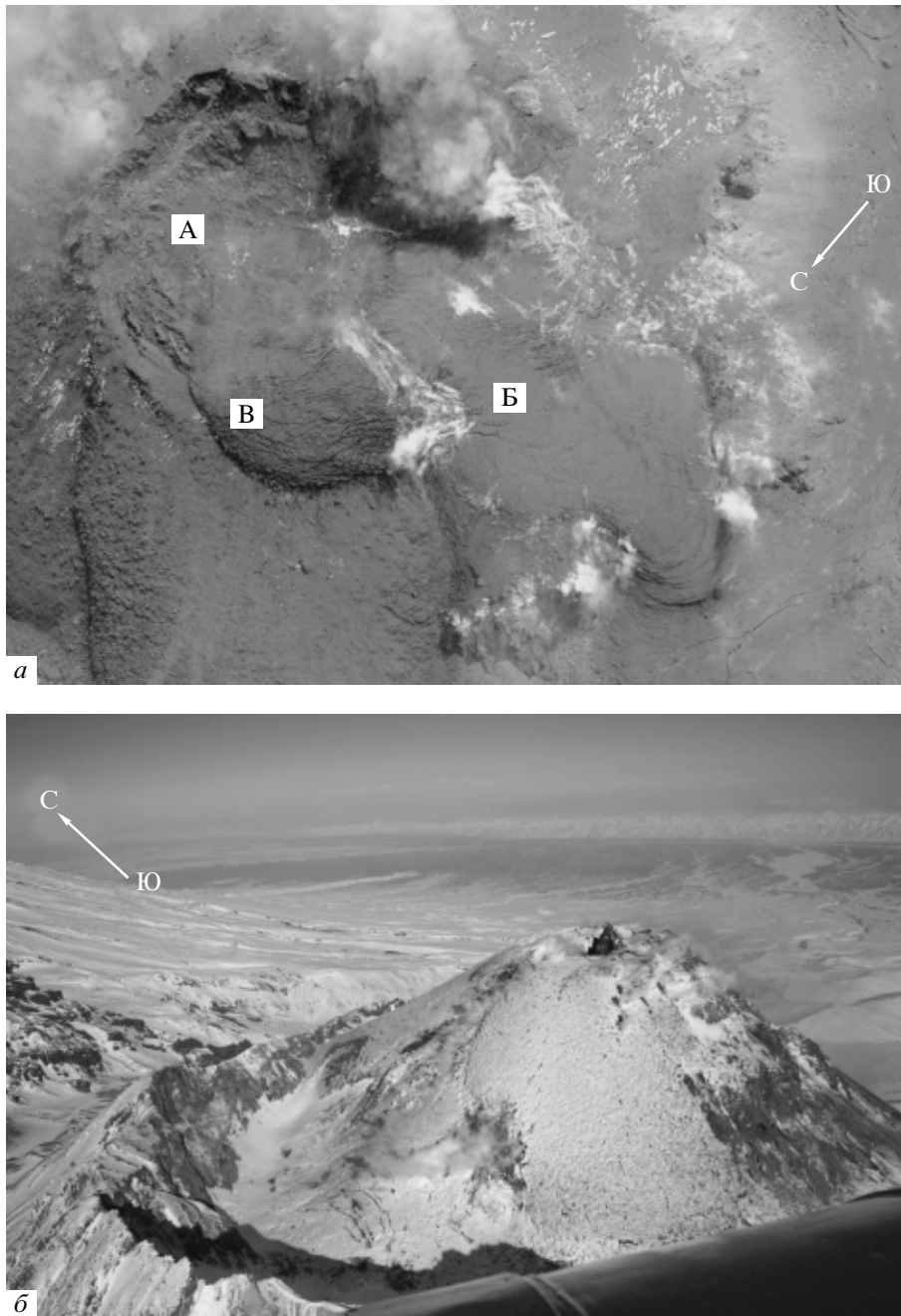
При облете кратера вулкана в августе 2005 г. было выяснено, что шлаковый конус, сформированный во время последнего извержения, занимает почти все кратерное пространство (рис. 6).

В июле и сентябре 2005 г. был зарегистрирован слабый всплеск активности вулкана. В его построике под центральным кратером были зарегистрированы поверхностные землетрясения. По свидетельству вулканологов, работавших в районе вулкана Безымянный, 21 июля в 22:22 UTC произошел небольшой пепловый выброс из кратера вулкана Ключевской на высоту около 100 м. Возможно, он был обусловлен началом разрушения внутрикратерного шлакового конуса, связанным с оттоком магмы по каналу вулкана. По данным альпинистов, поднимавшихся на вершину вулкана летом 2006 г., отмечалось некоторое оседание шлакового конуса в кратере уже не было. С июня по ноябрь на вулкане наблюдалась, в основном, фумарольная деятельность с подъемом парагазового столба на высоту до 5–6 км н. у. м. Слабая термальная аномалия в районе вершины вулкана иногда отмечалась в июле–октябре.

**Вулкан Безымянный** – один из активнейших вулканов Камчатки, расположен в центральной части Ключевской группы вулканов. В 2005 г. произошли два эксплозивных извержения вулкана, оба они были предсказаны участниками про-

екта KVERT (КФ ГС РАН) по сейсмическим и спутниковым данным.

Эксплозивное извержение вулкана 11 января началось в 08:02 UTC [1, 7]. По сейсмическим данным, наиболее активная фаза извержения с подъемом пепловой тучи на высоту 8–10 км н. у. м., происходила с 08:02 до 08:45 UTC. Перемещение пепловых облаков к западу-юго-западу от вулкана на расстояние нескольких сотен километров отмечалось по спутниковым снимкам NOAA AVHRR, GOES и MODIS (TERRA и AQUA). Площадь отложений пепла на территории Камчатки составила около 5000 км<sup>2</sup>. В районе переправы через р. Камчатка мощность отложений тефры была 0.5 см, в районе моста через р. Бильченюк – 0.1 см. Облет вулкана на вертолете 27 июля показал, что при извержении на вершине купола образовались два слившихся кратера – центральный, диаметром около 300 и глубиной около 200 м, и небольшой, в его юго-юго-западной части. Грубообломочные отложения тефры (обломки лавы андезитового состава размером от 2–4 до 30–100 см) покрыли юго-восточный сектор вулкана площадью более 120 км<sup>2</sup>. В результате извержения на юго-юго-восточном склоне вулкана были сформированы отложения пеплово-глыбового пирокластического потока, протяженностью 8 км, и пирокластических волн, трансформированных



**Рис. 7.** Лавовый купол вулкана Безымянный: *a* – 20 августа 2005 г. взрывной кратер (А), менее вязкий лавовый поток (Б), вязкий лавовый поток (В). Фото Ш. Роуз; *б* – 1 апреля 2006 г. Фото Ю.В. Демянчука.

в процессе движения в пепловые потоки. Общий объем пирокластических отложений извержения составляет около  $0.1 \text{ км}^3$ . В заключительную стадию извержения на западный и северо-западный склоны купола были выжаты два лавовых потока (рис. 7*a*).

Следующее взрывное извержение вулкана произошло с 12:00 до 13:15 UTC 30 ноября. С 11 ноября сейсмичность вулкана начала медленно повышаться. 29 ноября были отмечены сейсмические

сигналы, сопровождавшие обрушение раскаленных лавин, появилось вулканическое дрожание. Участниками проекта KVERT (КФ ГС РАН) был дан прогноз взрывного извержения вулкана по сейсмическим данным. В связи с сильным циклоном, господствовавшим в то время на Камчатке, визуальные наблюдения взрывной активности вулкана отсутствуют. В пос. Козыревск отмечалось небольшое количество пепла, приносимого с порывами ветра. Локальное пепловое облако

размером до нескольких десятков километров переместилось на высоте около 6 км н. у. м. на запад от вулкана к Охотскому морю, создавая потенциальную опасность для самолетов, летевших по российским и международным авиатрассам. Плохая погода над Камчаткой не позволила аэропорту Елизово принимать авиалайнеры, они совершили посадку на материковой части России. Это, а также своевременное оповещение KVERT метеорологического центра аэропорта (АМЦ) о вулканической опасности, связанной с извержением вулкана Безымянный, дало возможность самолетам благополучно избежать встречи с пепловыми облаками.

При облете вулкана 1 апреля 2006 г., на западном склоне купола были обнаружены новый лавовый поток, трещина длиной более 300 м, которая прошла примерно по границе лавовых потоков 2004 и 2005 гг. (рис. 7б). В центральной части купола наблюдался крупный экструзивный блок. Возможно, образование этой трещины связано именно с эруптивным событием 30 ноября 2005 г.

В течение 2005 г. в периоды между эксплозивными извержениями вулкана отмечалась, преимущественно, слабая фумарольная активность купола, лишь в отдельные дни парогазовый столб поднимался на высоту до 1200 м над его вершиной. Парогазовые шлейфы протягивались от вулкана преимущественно на восток, юго-восток и запад.

**Вулкан Карымский** в 2005 г. находился в состоянии стромболианско-вулканской активности. Ввиду удаленности вулкана от населенных пунктов его состояние оценивалось, главным образом, по данным телеметрической сейсмической станции Карымская (KRY), обслуживаемой КФ ГС РАН. В течение года характер сейсмичности вулкана был нестабильным: отмечались три резких усиления деятельности – 13 апреля, 29 июня и 30 августа, а также более слабые – 25 апреля и 14 мая.

Визуальные наблюдения за вулканом позволили выделить следующие типы его деятельности: а) парогазовый – эмиссии с различным, но небольшим содержанием пепла; б) стромболианский – пепловые выбросы высотой до 200–500 м над кратером, происходившие с интервалами 3–20 мин; в) вулканский – мощные пепловые выбросы на высоту до 5 км н. у. м., перед которыми обычно наблюдались паузы в эруптивной и сейсмической активности. Выбросы сопровождались воздушными ударными волнами, разбросом бомб широким веером по склонам конуса (рис. 8).

В результате эксплозий формировались пепловые шлейфы, плотность и дальность распространения которых зависели от мощности пепловых выбросов и розы ветров. Отложения пепла наблюдались преимущественно в азимутальном секторе 90–270 градусов на расстоянии до нескольких десятков километров от вулкана.

Во время полевых работ с 20 апреля по 3 мая в юго-западной части конуса вулкана был обнаружен пирокластический поток протяженностью около 1.6 км и шириной 150–200 м во фронтальной части. Анализируя сейсмичность вулкана, можно предположить, что поток был сформирован во время его активизации 13 апреля.

В конце сентября в кратере вулкана был обнаружен лавовый купол: <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/current/ktm/new.html>. К концу октября он заполнил значительную часть кратера. Купол, по всей видимости, не раз частично разрушался в результате мощных эксплозий, подтверждением чему являются куски пемзы размером до 10–15 см, обнаруженные в декабре на снегу на расстоянии 3–4 км от кратера. 18 декабря в кратере вулкана наблюдался, вероятно, новый купол. Судя по его морфологии, он был сложен менее вязкой лавой, чем прежний, который был разрушен.

На спутниковых снимках в районе вулкана в 2005 г. почти непрерывно отмечалась термальная аномалия размером до 13 пикселей. Наибольшая величина термальной аномалии в большинстве случаев была обусловлена, вероятно, совпадением времени получения спутниковых снимков и эксплозивной, особенно стромболианской, активности вулкана. По размеру термальной аномалии в районе кратера можно выделить три фазы активизации вулкана в 2005 г.: в середине апреля, середине июля и в конце августа, что хорошо соотносится с данными сейсмических и визуальных наблюдений. Извержение вулкана продолжается.

**Вулкан Авачинский** в 2005 г. находился в состоянии фумарольной активности. В течение года два раза отмечалось увеличение числа отдельных сейсмических событий и их серий. Первое появилось в середине ноября 2004 г. и продолжалось до февраля 2005 г. Слабые землетрясения с магнитудой <1.0 происходили преимущественно в постройке вулкана или на глубине до 0.5 км, их количество не превышало 9 в сутки. Следующее усиление сейсмичности было зарегистрировано с 15 по 28 ноября.

7 ноября, 21–22 и 29 ноября в районе кратера вулкана Авачинский на спутниковых снимках была зафиксирована термальная аномалия.

Фумарольная активность вулкана в 2005 г. была низкой. В феврале–марте при повышении сейсмичности высота парогазового столба не превышала 600 м над кратером. Дважды – в июле и сентябре – отмечались столбы фумарольных газов высотой до 700 м. В остальное время их высота не превышала 100–300 м. Температура режимной фумаролы на западной кромке кратера в течение года не превышала 200°C.

**Вулканы Мутновский и Горелый** в 2005 г. находились в состоянии слабой активности. Их сейсмичность, оцениваемая по данным одной сей-



Рис. 8. Эксплозивная активность вулкана Карымский 22 декабря 2005 г. Фото А.Г. Маневича.

смической станции, находящейся на склоне вулкана Горелый, в основном не превышала уровень фона. **Вулкан Мутновский** проявлял умеренную фумарольную активность, при этом высота фумарольного столба лишь иногда достигала 600–700 м над кромкой Активной воронки. На вулкане неоднократно в течение года фиксировалась слабая термальная аномалия размером 1–2 пикселя. Температура фумарол на Нижнем фумарольном поле вулкана была около 100°C. **На вулкане Горелый** лишь 13 февраля был зарегистрирован фумарольный столб высотой 150 м над кромкой кратера, в другое время вулкан был относительно спокоен.

#### СЕВЕРНЫЕ КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА

**Вулкан Чикурачки** – наиболее активный вулкан Северных Курил. В 2005 г. активизация вулкана была отмечена в марте–апреле [3]. 1 марта в KVERT было передано сообщение от охотников

и штурманов, что впервые после долгого перерыва на вулкане наблюдался парагазовый столб высотой до 400 м над кратером. По визуальным наблюдениям от маяка на мысе Подгорный, слабые пепловые выбросы из кратера вулкана происходили 10 марта. По сообщениям пилотов, 29 марта на снегу к юго-востоку от вулкана были обнаружены отложения пепла. По сообщениям рыбаков, время от времени пепловые выбросы отмечались вплоть до 7 апреля. 12 и 23 марта на спутниковых снимках TERRA MODIS и NOAA AVHRR сотрудниками KVERT были обнаружены пепловые шлейфы, протягивавшиеся от вулкана, соответственно, на 40 км на север–северо-запад и на 70 км на восток. В дальнейшем, по спутниковым и визуальным данным, эруптивная активность вулкана не отмечалась.

**Вулкан Эбеко**, расположенный в 7 км от г. Северо-Курильск, находится в состоянии постоянной слабой активности. В конце января – апреле парагазовый столб поднимался до высоты 600 м

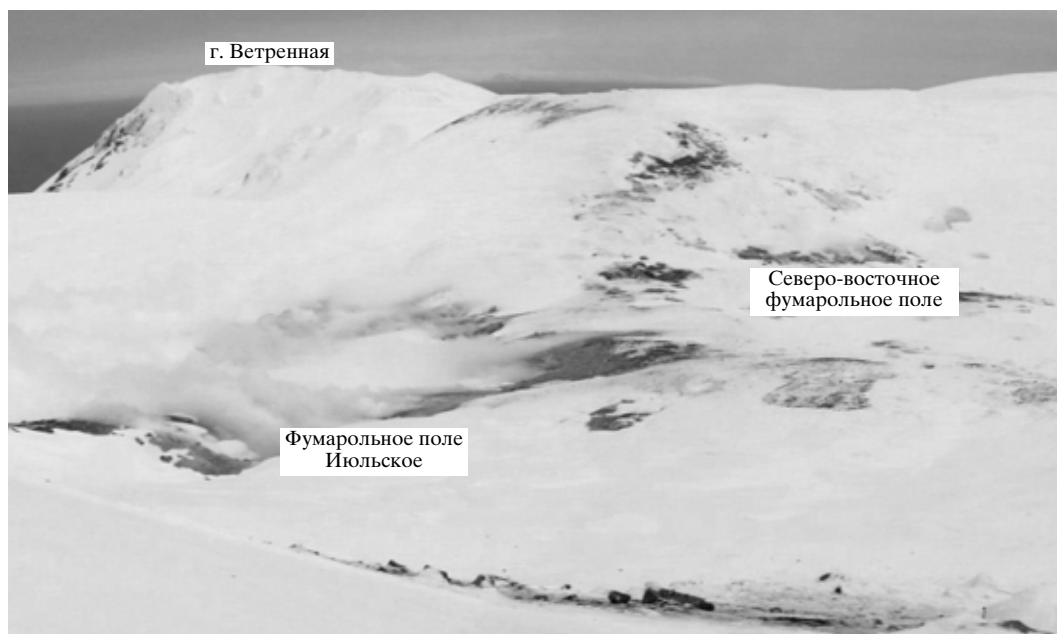


Рис. 9. Новое фумарольное поле Июльское на вулкане Эбеко. Фото Л.В. Котенко.

над кратером, в городе время от времени ощущался запах сероводорода [3]. Обследования вулкана показывали, что в Активной воронке происходят изменения. В течение этого периода там появились новые фумаролы, озеро возникало и исчезало, отмечались небольшие пепловые выбросы и слабые пеплопады в г. Северо-Курильск и над Вторым Курильским проливом. В июле–ноябре вновь наблюдалось усиление активности Эбеко:

1. Образовалось новое фумарольное поле на внешнем северо-восточном склоне Активной воронки, названное по времени обнаружения Июльским. С июля по ноябрь площадь поля значительно выросла, количество мощных фумарол увеличилось с 2 до 20, повысилась интенсивность рассеянного парения по площади поля; температура газов на выходе из устья достигла в верхней части поля  $529^{\circ}\text{C}$ , в нижней части – возросла с  $110\text{--}123^{\circ}\text{C}$  до  $155^{\circ}\text{C}$ . Вся площадь этого фумарольного поля была покрыта возгонами серы, трещинами и провалами, из которых наблюдалось активное парение, ощущался сильный запах хлора (рис. 9).

2. В Активной воронке было обнаружено озеро, размер которого изменился с  $15 \times 30$  м 16 июля до  $10 \times 15$  м 8 сентября. Температура воды была около  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH} = 0.8$ . Увеличилась площадь прогрева Активной воронки. На ее внутренней северо-восточной стенке были обнаружены новые фумаролы и термальные площадки, наблюдалось усиление их активности, температура фумарол 8 сентября составляла  $480^{\circ}\text{C}$ , рядом с ними наблюдались отложения черной серы, в составе газов преобладали сероводород и хлор, 15 сентября в воронке были отмечены три активные фумаролы на северо-восточном

внутреннем склоне, а также одна – на ее внешнем склоне.

3. Образовалась воронка взрыва диаметром около 1 м, глубиной около 3 м в верховьях ручья Лагерного, со дна которой поднимались струи пара с температурой  $70\text{--}100^{\circ}\text{C}$ , вся поверхность вокруг воронки в радиусе 7–9 м была покрыта слоем черной грязи с вкраплениями серы. К 29 сентября воронка увеличилась в размере до  $1 \times 3$  м, вокруг нее в радиусе 50 м были разбросаны кусочки серы с кристаллами пирита.

4. 29 сентября на внутренней восточной стенке Восточного цирка была обнаружена термальная площадка размером  $70 \times 10$  м, под ней – котел диаметром 3 м.

В июле–декабре наблюдалась фумарольная деятельность вулкана с подъемом парагазового столба до 500 м и 29 ноября – до 1800 м над кратером вулкана. 15–16 сентября парагазовые шлейфы протягивались от вулкана до 20 км на восток-юго-восток и север. В августе–декабре в г. Северо-Курильск по 3–8 дней в месяц ощущался запах сероводорода и хлора, периодами очень сильный, вызывающий кашель.

**Заключение.** На Северных Курильских островах в 2005 г. в состоянии повышенной активности находились вулканы Эбеко и Чикурачки. Активность вулканов Камчатки в 2005 г. была очень высокой, особенно вулканов Северной группы. Эруптивные тучи поднимались до 10 км н. у. м., пепловые шлейфы протягивались на сотни километров от вулканов, создавая высокую опасность для авиapolетов по трассам в районе полуострова.

Благодаря тесному сотрудничеству коллег проекта KVERT, метеорологического центра аэропорта Елизово, консультационных центров по вулканическим пеплам в городах Токио, Анкоридж и Вашингтон (Токио VAAC, Anchorage VAAC and Washington VAAC) все необходимые меры для безопасности авиapolетов вблизи Камчатки были приняты; фатальных происшествий, связанных с взрывной активностью вулканов, не произошло.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гирина О.А., Горбач Н.В.* Извержение вулкана Безымянный 11 января 2005 г. // Матер. Международного симпозиума по проблемам взрывного вулканизма. Петропавловск-Камчатский, 2006. С. 87–97.
2. *Гирина О.А., Демянчук Ю.В., Мельников Д.В. и др.* Новая пароксизмальная фаза извержения вулкана Молодой Шивелуч, Камчатка, 27 февраля 2005 г. (предварительное сообщение) // Вулканология и сейсмология. 2006. № 1. С. 16–23.
3. *Гирина О.А., Малик Н.А., Котенко Л.В.* Действующие вулканы Северных Курил и их активность в 2004–2005 гг. // Матер. ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2005. С. 79–87.
4. *Гирина О.А., Сеников С.Л., Нил К.А.* Камчатская группа реагирования на вулканические извержения (KVERT) в 2002–2004 гг. // Матер. 4-го международного совещания по процессам в зонах субдукции Японской, курило-Камчатской и Алеутской островных дуг, август 2004. Петропавловск-Камчатский, 2004. С. 31–32.
5. *Нуждаев А.А., Гирина О.А., Мельников Д.В.* Некоторые результаты изучения пирокластических отложений извержений 28 февраля и 22 сентября 2005 г. вулкана Молодой Шивелуч наземными и дистанционными методами // Вестник КРАУНЦ. Науки о земле. Петропавловск-Камчатский, 2005. № 6. С. 62–66.
6. *Кириянов В.Ю., Нил К.Э., Гордеев Е.И. и др.* Камчатская группа реагирования на вулканические извержения (KVERT) // USGS. 2003. Fact Sheet 151–02.
7. *Сеников С.Л., Дроздина С.Я., Нуждина И.Н. и др.* Исследования вулканов Камчатки дистанционными методами в 2005 г. // Матер. Международного симпозиума по проблемам взрывного вулканизма. Петропавловск-Камчатский, 2006. С. 64–75.

### Active Volcanoes in Kamchatka and the Northern Kuril Islands in 2005

**O. A. Girina, A. G. Manevich, N. A. Malik, D. V. Melnikov, S. V. Ushakov,  
Yu. V. Demyanchuk, L. V. Kotenko**

*Institute of Volcanology and Seismology, Far East Division, Russian Academy of Sciences,  
Petropavlovsk-Kamchatskii, 683006, Russia*

The year 2005 saw six major eruptions on four Kamchatka volcanoes (Bezemyannyi, Klyuchevskoi, Shiveluch, and Karymskii), a state of increased activity being observed on Avacha. Mutnovskii and Gorelyi volcanoes in Kamchatka and on Ebeko and Chikurachki volcanoes in the northern Kuril Islands. Thanks to a close cooperation established between colleagues at the KVERT project, the Meteorological Center at the Elizovo airport, the volcanic ash advisory centers in Tokyo, Anchorage and Washington, all necessary measures have been taken to ensure air flight safety in airspace near Kamchatka; no fatal accidents associated with volcanic explosive activities have occurred.