

АКТИВНОСТЬ ВУЛКАНА ШИВЕЛУЧ ПО ВИДЕО И СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

© 2011 г. О. А. Гирина, Ю. В. Демянчук, А. Г. Маневич

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, girina@kscnet.ru

Северная группа вулканов, включающая Ключевскую группу вулканов и вулкан Шивелуч, является одним из крупнейших вулканических центров мира, в котором извергается более половины продуктов всех вулканов Камчатки и Курильских островов [Федотов и др., 1991]. Визуальное слежение за активностью вулканов Северной группы – одна из основных задач Камчатской вулканологической станции им. Ф.Ю. Левинсона-Лессинга с момента её создания в 1935 г. Непрерывный ряд таких наблюдений, полученный сотрудниками станции за 70 лет, один из самых продолжительных в мире. Успехи отечественной вулканологии, связанные с интерпретацией сейсмичности вулканов, непосредственно основаны на визуальных данных. Детальность и качество проводимых сотрудниками станции визуальных наблюдений менялись во вре-

мени. На начальном этапе для фиксации вулканических явлений использовались фотокамеры, в дальнейшем, кроме этого, применялась кино- и фототелодолитная съёмка. В 21 веке, в связи с мощным развитием информатики, появилась уникальная возможность непрерывного слежения за активными вулканическими процессами с помощью видеокамер и размещения этой информации в глобальной сети Интернет.

Шивелуч – один из наиболее активных и опасных вулканов Камчатки. Его продукты – породы андезитового (преобладают) и андезибазальтового состава. В 1980 г. на дне эксплозивного кратера, образовавшегося при катастрофическом извержении вулкана 12 ноября 1964 г., начал расти новый лавовый купол, формирование которого продолжается до настоящего времени (рис. 1). В течение 30-лет-



Рис. 1. Вулкан Шивелуч 25 октября 2008 г. Фото Ю. Демянчука.

него периода активности вулкана произошло шесть мощных пароксизмальных извержений, связанных с ростом лавового купола (1993, 2001, 2004, два в 2005, 2010 гг.), при которых пепловые облака поднимались до 20 км над уровнем моря (н.у.м.), пирокластические потоки и волны, сметая все на своем пути, перемещались на расстояния более 30 км от вулкана. Объем изверженных продуктов, например, в феврале 2005 г. превысил 0.3 км^3 [Гирина и др., 2006]. Кроме этого, в межпароксизмальные периоды активности вулкана наблюдается множество отдельных сильных эксплозивных событий, при которых пепловые облака поднимаются до 12–15 км н.у.м.; а так же большое количество раскаленных лавин, связанных с выжиманием вязких лавовых потоков на склоны купола, при обрушении которых пеплы достигают высоты 5–6 км н.у.м.

В 2002 г. в рамках проекта KVERT (Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team – <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/about> в п. Ключи на сейсмостанции Камчатского филиала геофизической службы (КФ ГС) РАН (45 км от вулкана) была установлена видеокамера для постоянного наблюдения за вулканом Шивелуч [Гирина, Гордеев, 2007]. Информация с видеокамеры в режиме реального времени непрерывно передается в Интернет (<http://data.emsd.iks.ru>), а также помещается в архив. Это позволяет: отслеживать все эксплозивные эпизоды, связанные с ростом лавового купола вулкана Шивелуч; определять высоту выброса пеплов; оценивать опасность активности вулкана для авиации и вовремя предупредить о ней заинтересованных пользователей.

Если же говорить о динамике процесса вулканического извержения, то есть об изменении во времени качественных и количественных характеристик поступления магматического вещества на поверхность земли, то в настоящее время она изучена недостаточно.

В 2009 г. на базе Камчатской вулканологической станции им. Ф.Ю. Левинсона-Лессинга (45 км от вулкана) была организована работающая круглосуточно (ночью в инфракрасном режиме) видеосистема, позволяющая создавать крупное изображение лавового купола вулкана Шивелуч. Эта система (с передачей видеоизображения на сервер Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН) в 2009–2010 гг. работала в тестовом режиме, получен уникальный видеоматериал о непрерывном поступлении магматического вещества на поверхность земли. Материал обрабатывается, изучается качественная и количественная информация о динамике вулканического процесса: скорости выброса вулканических продуктов, скорости распространения пирокластических потоков, появлении и скорости движения новых порций лавы, изменении фумарольной активности вулкана и т.д.

Приведем несколько примеров, подтверждающих большое значение для вулканологических на-



Рис. 2. Пирокластический поток на вулкане Шивелуч 26 апреля 2009 г. Видеоданные.

блюдений организации круглосуточно работающей видеосистемы, позволяющей создавать крупное изображение лавового купола вулкана Шивелуч.

1. По данным КФ ГС РАН (<http://emsd.iks.ru/~ssl/monitoring/main.htm>) примерно в 06:43 UTC 25 апреля 2009 г. произошел сильный эксплозивный эпизод, при котором пепел поднялся до 7.0 км н.у.м. На крупномасштабном видеоизображении Шивелуча (видеосистема Камчатской вулканостанции) было отмечено, что через весь южный склон купола прошла широкая трещина. После этого эксплозивного события 25 апреля на спутниковых снимках NOAA был обнаружен пепловый шлейф, протянувшийся на 140 км на юг-юго-запад от вулкана [Гирина, Коновалова и др., 2011]. Спустя некоторое время, началась продолжительная умеренной силы эксплозивная деятельность вулкана Шивелуч: в течение 25–28 апреля, на фоне относительного спада сейсмической активности вулкана, наблюдалось непрерывное истечение пепла из образованной 25 апреля трещины на склоне купола (рис. 2). На видеоизображениях вулкана пепел при выбросах поднимался не выше 5–6 км н.у.м., но на спутниковых снимках отмечалось распространение пепловых шлейфов на расстояния более 500 км от вулкана. Изредка во время сильных эксплозивных событий происходило формирование небольших пирокластических потоков. С 09:40 UTC 28 апреля пепловых шлейфов от вулкана Шивелуч на спутниковых снимках не отмечалось.

2. Согласно сейсмическим данным (<http://emsd.iks.ru/~ssl/monitoring/main.htm>), в 07:30 UTC 30 октября 2009 г., произошел пепловый выброс до 17.0 км н.у.м. Визуально такое событие не было видно в связи с темным временем суток, но на спутниковых снимках был отмечен пепловый шлейф, протянувшийся до 255 км на восток-северо-восток



Рис. 3. Раскаленная лавина на вулкане Шивелуч 30 октября 2009 г. Видеоданные.

от вулкана. Благодаря видеосистеме Камчатской вулканостанции, работающей в инфракрасном режиме, удалось увидеть процесс эксплозивного события – сильный выброс пепла спровоцировал обрушение блоков лавы с вершины лавового купола и образование, в связи с этим, большой раскаленной лавины (рис. 3). Также было видно, что пепловая завеса достаточно быстро рассеялась, у подножия вулкана образовались небольшие пирокластические отложения (как позже было определено по спутниковым снимкам – протяженностью около 4 км от купола). На основании видеоданных, высота подъема пеплового облака при вышеуказанном эксплозивном событии, по всей вероятности, не превысила 7–8 км н.у.м. [Гирина, Коновалова и др., 2011]. Ошибка в интерпретации сейсмического сигнала этого события, связана, возможно, с метеорологическими условиями (сильный ветер и т.д.) в районе Шивелуча в это время.

3. В 14:00 UTC 27 октября 2010 г. началось пароксизмальное эксплозивное извержение вулкана Шивелуч, связанное с ростом лавового купола, в результате которого была разрушена значительная часть лавового купола, образовался покров пирокластических отложений площадью около 20 км² [Гирина, Маневич и др., 2011]. В связи с плохими метеоусловиями, постройка вулкана была недоступна для визуальных наблюдений, но в п. Ключи в разрывы облачности просматривалась мощная пепловая туча, двигавшаяся на восток от вулкана. В 18:00 UTC 27 октября в п. Усть-Камчатск начался пеплопад. Трасса “Усть-Камчатск – Ключи” была закрыта в связи в плохой видимостью, которая местами снизилась до 10 м. В 21:00 UTC мощность пепла вместе со снегом в п. Усть-Камчатск составляла 5 см. К 03:00 UTC 28 октября пепловая туча сместилась в сторону океана, видимость в районе



Рис. 4. Состояние вулкана Шивелуч 29 сентября 2010 г. (а), 19 декабря 2010 г. (б), масштаб разрушения лавового купола в результате события 27 октября 2010 г. (в).

Видеоданные. Обработка Ю. Демянчука.

аэропорта п. Усть-Камчатск повысилась до 3 км. С 17:44 UTC 27 октября на спутниковых снимках наблюдался пепловый шлейф, распространявшийся на восток от вулкана, 28–29 октября его протяженность достигала 2500 км. После улучшения погоды по видеоизображениям до извержения и после был оценен масштаб разрушения лавового ку-

пола в результате события 27 октября (рис. 4). В настоящее время активный рост лавового купола вулкана Шивелуч продолжается.

В будущем планируется передача изображений лавового купола вулкана Шивелуч с видеокамеры Камчатской вулканологической станции им. Ф.Ю. Левинсона-Лессинга в Интернет в режиме реального времени. На сайте Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН она будет включена в список уже имеющихся видеокамер, направленных на камчатские вулканы: <http://www.kscnet.ru/ivs/>. К сожалению, канал связи между г. Петропавловск-Камчатский и п. Ключи пока еще далек от совершенства.

Как показано в настоящей работе, с помощью видеокамеры, установленной на Камчатской вулканологической станции им. Ф.Ю. Левинсона-Лессинга, можно: с высокой степенью детальности отслеживать развитие эффузивных и эксплозивных процессов, происходящих при росте лавового купола вулкана Шивелуч; уточнять интерпретацию сейсмических сигналов при сильных эксплозивных событиях; оценивать изменения размеров купола, связанные с эксплозивными событиями. Кроме этого, анализ видеоматериалов, полученных по мониторингу вулкана Шивелуч в течение продолжительного времени, позволит лучше понять динамику и механизм извержений вулканов, во время которых на поверхность земли поступает магма среднего состава. Это, в свою очередь, даст возможность поднять на более высокий уровень прогноз извержений таких вулканов, как Безымянный, Кизимен, Сент-Хеленс, Унзен, Ласкар и др., а так же оценку их вулканической опасности для населения и авиатранспорта.

Работа выполнена при финансовой поддержке ДВО РАН по проекту 09-III-A-08-421. Авторы приносят искреннюю благодарность В.А. Казанцеву, С.В. Малькову и Л.А. Пташинскому за техническую помощь в организации видеосистемы на Камчатской вулканологической станции им. Ф.Ю. Левинсона-Лессинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федотов С.А., Масуренков Ю.П., Святловский А.Е.** Вулканы и человечество // Действующие вулканы Камчатки. В 2-х т. Т.1. М., 1991. - С. 5–11.
2. **Гирин О.А., Гордеев Е.И.** Проект KVERT – снижение вулканической опасности для авиации при эксплозивных извержениях вулканов Камчатки и Северных Курил // Вестник ДВО РАН. 2007. № 2. С. 100–109.
3. **Гирин 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.
4. **Гирин О.А., Коновалова О.А., Маневич А.Г. и др.** Активность вулканов Камчатки в 2009 г. // Материалы конференции, посвященной Дню вулканолога “Современный вулканизм и связанные с ним процессы”, 29–30 марта 2010 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2011. С. 41–49.
5. **Гирин О.А., Маневич А.Г., Ушаков С.В. и др.** Активность вулканов Камчатки в 2010 г. // Тезисы докладов региональной конференции, посвященной Дню вулканолога “Современный вулканизм и связанные с ним процессы”, 30 марта – 1 апреля 2011 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2011. С. 14. http://www.kscnet.ru/ivs/conferences/documents/tezis_2011.pdf