

УДК 550.34:551.21

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ФОТОЛОВУШКИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВУЛКАНОВ

Т. А. Котенко¹, Л.В. Котенко¹, А.В. Рыбин²

*¹Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683006, бульвар Пийпа 9;
e-mail:kotenko@sakhalin.ru*

*² Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН,
г. Южно-Сахалинск*

Обсуждается использование портативной камеры слежения (фотоловушки) для мониторинга вулканов.

Введение

Видеонаблюдение за вулканами Северных Курил в настоящее время отсутствует. В июле 2015 г. на вулкане Эбеко была установлена фотоловушка Ltl Acorn-6210M для тестирования возможного использования недорогих фото-видеокамер подобного класса для мониторинга вулканов. Технические характеристики камеры [2]:

- матрица 12 мегапикселей;
- максимальное разрешение снимков 4000x3000;
- объектив FOV (угол обзора) = 52°; автоматический ИК-фильтр, диафрагма F =3,1;
- автоматическое переключение в режим ночной съёмки,
- карта памяти типа SD (8MB ~32GB);
- работа при температурах от -30° до 70°С;
- компактный размер (14x9x8 см);
- режим интервальной съёмки, функция таймера;
- жидко-кристаллический дисплей диагональю 2 дюйма позволяет просмотреть фото и видео на месте и изменить настройки параметров съёмки;
- на снимке отображаются: дата, время, температура воздуха;
- питание - 12 алкалиновых или литиевых аккумуляторов типа AA;
- камера имеет разъем для внешнего питания, что позволяет использовать внешний источник питания (например, солнечную батарею Ltl-SUN);
- камеры семейства Ltl Acorn могут быть оснащены модулем MMS, который дает возможность передачи данных с помощью GSM/GPRS -сети (поддерживает 4 частоты: 850/900/1800/1900 МГц) и позволяет отправлять изображения на телефон или адрес электронной почты сразу же после съёмки или по запросу (установленная модель не оснащена данным модулем);
- камера автоматически отправляет текстовое уведомление, когда аккумуляторы близки к разряду.

Таким образом, данная камера по основным параметрам подходит для выполнения задачи расширения информационной базы, может работать автономно длительное время. Конкретная модель фотоловушки не соответствует решению задачи оперативного мониторинга, так как не оснащена модулем связи, что лишает возможности передачи данных в режиме реального времени.

Результаты работ и их обсуждение

Фотоловушка запущена в работу 8 июля 2015 в 05:00 GMT. При выборе места установки камеры учитывалось: 1) возможность наблюдения при необходимости за двумя вулканами (Эбеко и Алайд), 2) наличие мобильной связи (на перспективу), 3) относительная доступность для обслуживания, 4) в стороне от традиционных туристических маршрутов для исключения актов вандализма. Поэтому камера установлена на высоте 1038м, координаты точки N50° 41.434' E156° 02.148', расстояние от бровки Северного кратера 1,2 км, азимут 87° (рис. 1). Угол захвата 52° позволяет фиксировать или все фумарольные поля Эбеко (рис. 2), или Северный кратер с Активной воронкой и Восточный цирк вулкана Эбеко и верхнюю треть конуса вулкана Алайд (рис. 3). До 30 октября 2015 г. отслеживался только вулкан Эбеко. 28 декабря камера была развернута на два объекта.

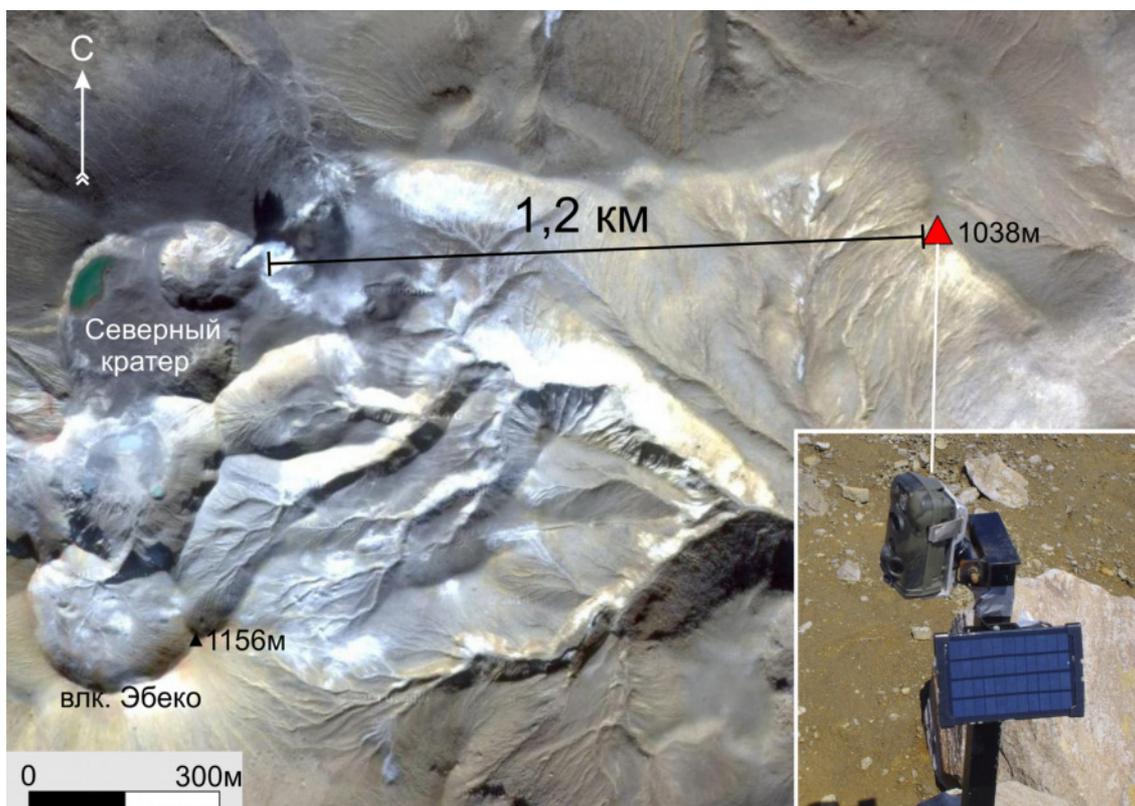


Рис. 1. Фотоловушка Ltl Acorn и схема ее установки на вулкане Эбеко.



Рис. 2. Пример изображения с фотокамеры вулкана Эбеко.

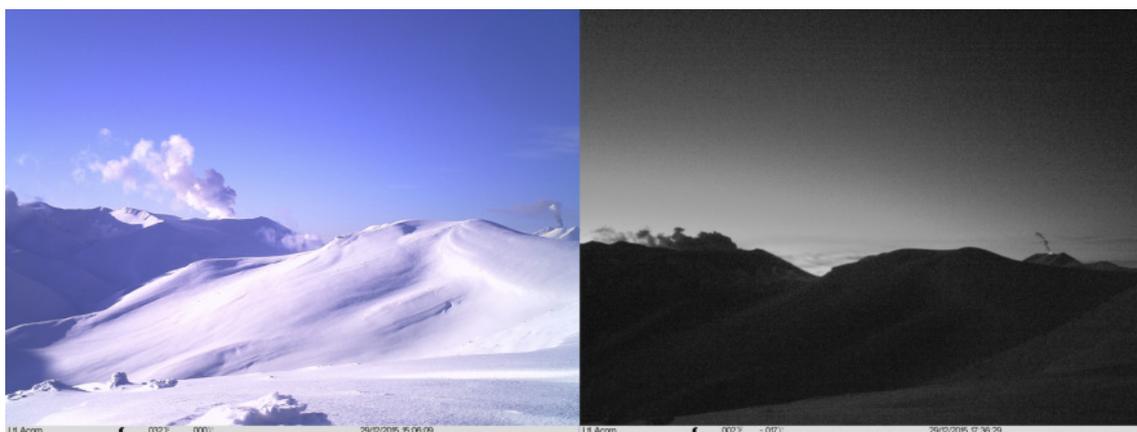


Рис. 3. Примеры изображения двух объектов съемки: слева в каждом кадре вулкан Эбеко, справа – вулкан Алайд.

С помощью фотоловушки накоплен большой фотоматериал по влк. Эбеко. Какие-либо взрывные события не зафиксированы. Полученные снимки обработаны с учетом метеоданных (скорость, направление ветра), получены характеристики расхода парогазовой эмиссии.

Фотокамера работала без сбоев до 13 октября. С этого времени начались сбои в работе, связанные с обледенением объектива. Обледенение наблюдалось при температуре воздуха ниже 0°C, высокой влажности (>65%), увеличении скорости ветра (>8 м/с). Таким образом, эксплуатация фотоловушки в период с отрицательными температурами показала:

Табл. 1. Наблюдение за шлейфами вулкана Алаид (фотоловушка).

Дата	Время местное (UTC+11)	Высота подъема шлейфа над кратером (м)	Длина (км)	Направление и смещения (румбы)	Характеристика шлейфа
29.12.2015	15:06-15:13	1500	?	запад	пепловый
	15:14-15:20	1500	?	запад	парогазовый
	15:20--15:30	1500		запад	пепловый
	15:30-16:40	1200-1500	?		парогазовый
	16:40-18:00	1200-1500	?	запад	неизвестно - слабая освещенность
	17:36-18:29, 19:19-19:27				свечение нижней части столба и в кратере
13.01.2016	9-9:15	200	0,1	северо-восток	парогазовый
15.01.2016	12:33-14	200-250	? ложится на склон	юг	слабая примесь пепла
16.01.2016	14:30-14:53	600	4,5	север-северо-запад	примесь пепла
	17:09-17:45	900-1200	>4,5км за кадром	север-северо-запад	неизвестно - слабая освещенность
	17:40:46-41:39				свечение в кратере
19.01.2016	15:59-16:41	0-200	?	юг	парогазовый

- при падении температуры ниже 0°C, влажности менее 65% и небольшой скорости ветра (менее 8 м/с) работа вполне устойчива;

- при температуре воздуха <0°C, относительной влажности воздуха более 65% ночью и в пасмурную погоду, особенно при умеренных скоростях ветра, объектив покрывается льдом или изморозью. Если слой льда или изморози незначителен, и после этого следует период солнечной погоды, то объектив оттаивает. Если толщина отложений значительна – то самостоятельно оттайка не происходит.

- солнечная батарея показала высокую надежность работы, прекращение работы за весь период эксплуатации зафиксировано дважды – из-за закрытия приемной панели толстой ледяной коркой при неблагоприятных погодных условиях. В остальных случаях нарастания изморози панель оттаивала при первом появлении солнца. Продуманное питание камеры заключается также в подзарядке аккумуляторов от солнечной батареи и переходе на работу от аккумуляторов при временном отключении солнечной батареи.

С 28 декабря фотоловушка фиксировала активность влк. Алайд. Расстояние от камеры до кратера вулкана 38км. Объем данных невелик, но были сняты пепловые выбросы и свечение в кратере (рис. 3). Данные показаны в табл. 2.

По высоте оси шлейфа и средней арифметической скорости ветра U_{cp} в слое (высота бровки кратера – высота оси шлейфа, скорости на уровнях U_k и $U_{ш}$ соответственно) рассчитаны тепловые мощности (Q , кВт) парогазовых шлейфов по формуле из работы [3]:

$$Q = 0,136 \Delta h^2 U^{1,5},$$

где Δh , м - высота оси шлейфа над кратером, $U = U_{cp}$, м/с. Расчеты представлены в табл. 2.

Табл. 2. Расчет тепловой мощности и расхода водного флюида для вулкана Алайд.

Дата	время местное (UTC+11), h : min	Максимальная высота оси шлейфа, м	Скорость ветра, м/с			Тепловая мощность, МВт	Расход водного флюида, кг/с
			U_k	$U_{ш}$	U_{cp}		
29.12.2015	15:06-18	1600	3	8	5,5	4490,8	~1000
13.01.2016	9-9:15	200	5	5	5	60,8	~13
15.01.2016	12:33-14	480	9	11	10	991	~219
16.01.2016	14:30-14:53	700	5	10	7,5	1369	~300
	17:09-17:45	1200	6	11	8,5	4853	~1070
19.01.2016	15:59-16:41	200	11	11	11	199	~44



Рис. 4. Линейный размер для влк. Алайд, использованный в качестве масштаба.

Высота оси шлейфа определялась по известному линейному размеру объекта (рис. 4). Указанное расстояние скорректировано, так как видимое расстояние меньше реального из-за отклонения линии наблюдения от перпендикуляра.

Качество снимков со свечением в кратере позволяет в дальнейшем провести количественную оценку интенсивности свечения и ее флуктуации по методике, предложенной в [1].

Заключение

Портативные фотокамеры класса фотоловушек (например, Ltl Aсom-6210) могут быть использованы в качестве инструмента для фотонаблюдения за активными вулканами при невозможности установить более сложную и соответственно дорогую аппаратуру. При положительных температурах воздуха камера очень надежна, при работе с солнечной батареей время работы ограничено только размером карты памяти, то есть частотой записи. При частоте съемки 5-6 минут карта памяти 32 Гб позволяет записывать данные около пяти месяцев. Дополнительная установка модуля мобильной связи дает возможность получать информацию в режиме реального времени.

Эксплуатация фотоловушки в период с отрицательными температурами воздуха имеет ряд особенностей:

- наблюдается обледенение объектива и приемной панели солнечной батареи при отрицательных температурах воздуха, высокой влажности и усилении ветра одновременно;
- при последующем потеплении или просто солнечном дне происходит самоочистение рабочих поверхностей;
- при нарастании наледи или изморози значительной толщины необходима принудительная очистка, что при сложных зимних условиях может на длительное время вывести камеру из работы.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ДВО РАН: 15-И-2-065 (руководитель С.Н. Рычагов).

Список литературы

1. Мельников Д.В., Маневич А.Г., Гирина О.А. Количественные характеристики активности вулканов Камчатки по данным веб-камер // Региональная конференция «Вулканизм и связанные с ним процессы», март 2015 г. Петропавловск-Камчатский. С. 92-94.
2. Руководство пользователя «Портативная камера слежения серии Ltl-6210M» // интернетресурс: <http://fotolovushki.ru>
3. Федотов С.А. Оценка выноса тепла и пироклаستيку вулканическими извержениями и фумаролами по высоте их струй и облаков // Вулканология и сейсмология. 1982. № 4. С. 3 - 28.