

СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА АКТИВНЫХ ВУЛКАНОВ КАМЧАТКИ И КУРИЛ И ПРОГНОЗА ИХ ОПАСНОСТИ ДЛЯ АВИАПЕРЕВОЗОК

¹ Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, e-mail: girina@kscnet.ru, SPIN-код 2173-5438;

² Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН;

³ Институт космических исследований РАН, e-mail: evgeny@d902.iki.rssi.ru, SPIN-код 5841-7796;

⁴ Вычислительный центр ДВО РАН, e-mail: alsor@febras.net, SPIN-код 1767-2259;

⁵ Дальневосточный центр НИЦ «Планета», e-mail: kramareva@dvrcpod.ru, SPIN-код 6216-0029

Рассматриваются разработанные совместными усилиями ученых из KVERT ИВиС ДВО РАН, ИКИ РАН, ВЦ ДВО РАН и ДВ НИЦ «Планета» компьютерные системы, предназначенные для комплексного оперативного и ретроспективного анализа активности вулканов Дальнего Востока.

Ключевые слова: вулкан, извержение, видеоданные, спутниковые данные, термальная активность, VolSatView, опасность для авиаперевозок

На Камчатке и Курильских островах расположено 68 действующих вулканов, ежегодно здесь происходят эксплозивные извержения 4-6 вулканов, представляющих опасность для населения и авиаперевозок. Ежедневный мониторинг вулканов Дальнего Востока с 1993 г. осуществляет Камчатская группа реагирования на вулканические извержения (KVERT – Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team, <http://kvert.febras.net>) Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН [1, 3]. С 2009 г. по настоящее время совместными усилиями ученых из KVERT ИВиС ДВО РАН, Института космических исследований (ИКИ) РАН, Вычислительного центра (ВЦ) ДВО РАН и Дальневосточного центра (ДВ) НИЦ «Планета» разрабатываются и совершенствуются специализированные компьютерные системы и технологии для мониторинга вулканов Дальнего Востока, обработки, хранения и анализа получаемых научных данных [1, 3-8].

В результате многолетней работы на базе автоматизированной информационной системы (ИС) «Сигнал» были реализованы тематические подсистемы видеомониторинга вулканов (с 2009 г. [1, 6]) и моделирования распространения пепловых шлейфов от вулканов (2016 г. [1, 7-8]). В 2010-2014 гг. создана ИС «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курильских островов (VolSatView, <http://volcanoes.smislab.ru>)», предназначенная для комплексного оперативного и ретроспективного анализа активности вулканов с помощью спутниковых данных [1-5].

В 2012 г. для интеграции данных оперативного мониторинга активности вулканов и результатов их обработки, а также для выпуска сообщений KVERT, в ИВиС ДВО РАН создана ИС KVERT [1, 3].

Ученые из KVERT проводят ежедневный видео-визуальный и спутниковый мониторинг активных вулканов Камчатки и Курил с помощью АИС «Сигнал» и ИС VolSatView, результаты обработки полученных в них данных размещаются в БД ИС VolSatView и KVERT [1].

На основе полученных в результате мониторинга вулканов данных ученые выпускают оперативные KVERT-сообщения VONA (Volcano Observatory Notice for Aviation) об эксплозивных событиях на вулканах и прогнозе их опасности для авиации и населения. Сразу же детальная информация об этом событии поступает в БД АИС «Сигнал», где выполняется численное моделирование на основе математической модели PUFF траектории распространения пеплового облака или шлейфа от вулкана (с 2016 г. [1, 7-8]). Результат моделирования в виде анимированного gif-изображения поступает на сайт KVERT и в файловый архив ИС KVERT [1]. С 2016 г. по август 2025 г. в БД ИС KVERT поступило 1907 записей о пепловых шлейфах, 1329 PUFF-моделей.

Всего KVERT выпускает четыре вида сообщений: три на английском языке, в частности, VONA, Weekly и Daily Releases (еженедельное и ежедневное); еженедельное на русском языке. С июня 2012 г. по август 2025 г. в БД ИС KVERT поступило 2400 сообщений VONA, 687 Weekly Releases и 4773 Daily Releases, 703 еженедельных сообщений.

С 2019 г. учеными из KVERT в оперативном режиме вводятся в БД ИС KVERT данные о термальных аномалиях на вулканах и эксплозиях пепла, обнаруженных на спутниковых снимках в системе VolSatView (более 51 тыс. записей) [1, 3].

В ИС KVERT созданы инструменты поиска и графической визуализации постоянно растущего объема оперативных данных для их статистического анализа, помогающие обнаружить взаимосвязи, закономерности и тенденции изменения вулканогенных процессов во времени; выявить наиболее активные вулканы, определить максимальную высоту выноса пепла во время эксплозивных извержений, преобладающие направления перемещения и протяженность пепловых облаков и шлейфов от вулканов за различные периоды наблюдений.

В настоящее время проводятся работы по совершенствованию разработанных компьютерных систем, направленные на расширение поддержки спутниковых данных, моделей перемещения пепловых облаков, а также алгоритмов и технологий совместного анализа инструментальной информации и результатов ее обработки. Необходимо отметить, что для обеспечения работоспособности рассматриваемых информационных систем и обмена данными требуется распределенная информационно-вычислительная и телекоммуникационная инфраструктура. С учетом роста объемов научной информации вопросы ее модернизации и совершенствования требуют особого внимания и решения.

Список литературы

1. Гирина О.А. Комплексный мониторинг эксплозивных извержений вулканов Камчатки / О.А.Гирина, Е.А. Лупян, А.А. Сорокин [и др.] ; отв. ред. О.А. Гирина. – Петропавловск-Камчатский : ИВиС ДВО РАН, 2018. – 192 с.
2. Лупян Е.А. Опыт эксплуатации и развития центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных (ЦКП "ИКИ-Мониторинг") / Е.А. Лупян, А.А. Прошин, М.А. Бурцев [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019. – Т. 16, № 3. – С. 151–170. (doi: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170)
3. Girina O.A. Monitoring the Thermal Activity of Kamchatkan Volcanoes during 2015–2022 Using Remote Sensing / O.A. Girina, A.G. Manevich, E.A. Loupian [et al.] // Remote Sensing. – 2023. – Vol. 15, no. 19. – Art. 4775. (doi: 10.3390/rs15194775)
4. Gordeev E.I. The VolSatView information system for Monitoring the Volcanic Activity in Kamchatka and on the Kuril Islands / E.I. Gordeev, O.A. Girina, E.A. Lupyan [et al.] // Journal of Volcanology and Seismology. – 2016. – Vol. 10, no. 6. – P. 382–394. (doi: 10.1134/S074204631606004X)
5. Lupyan E.A. System of operation of joint information resources based on satellite data in the Planeta Research Centers for Space Hydrometeorology / E.A. Lupyan, O.E. Milekhin, V.N. Antonov [et al.] // Russian Meteorology and Hydrology. – 2014. – Vol. 39. – P. 847–853. (doi: 10.3103/S1068373914120103)
6. Sorokin A.A. The Kamchatka volcano video monitoring system / A.A. Sorokin, S.P. Korolev, I.M. Romanova [et al.] // 2016 6th International Workshop on Computer Science and Engineering (WCSE 2016). – Tokyo, Japan, 2016. – Vol. II. – P. 734–737. (URL: <http://www.sciei.org>)
7. Sorokin A.A. The system of computer modeling of ash cloud propagation from Kamchatka volcanoes / A.A. Sorokin, O.A. Girina, S.P. Korolev [et al.] // 2016 6th International Workshop on Computer Science and Engineering (WCSE 2016). – Tokyo, Japan, 2016. – Vol. II. – P. 730–733.
8. Sorokin A.A. Satellite observations and numerical simulation results for the comprehensive analysis of ash clouds transport during the explosive eruptions of Kamchatka volcanoes / A.A. Sorokin, O.A. Girina, E.A. Loupian [et al.] // Russian Meteorology and Hydrology. – 2017. – Vol. 42, no. 12. – P. 759–765. (doi: 10.3103/S1068373917120032)