

УДК 004.65:551.21

© *И.М. Романова, О.А. Гирина, А.Г. Маневич, Д.В. Мельников, Н.В. Горбач, 2019*

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ VOKKIA И KVERT ДЛЯ АНАЛИЗА АКТИВНОСТИ ВУЛКАНОВ КАМЧАТКИ И КУРИЛ

Романова И.М. - вед. программист, ИВиС ДВО РАН, e-mail: roman@kscnet.ru;
Гирина О.А. - к.г.-м.н., в.н.с. ИВиС ДВО РАН, e-mail: girina@kscnet.ru,
Маневич А.Г. - н.с. ИВиС ДВО РАН, e-mail: mag@kscnet.ru; *Мельников Д.В.* -
н.с. ИВиС ДВО РАН, e-mail: dvm@kscnet.ru; *Горбач Н.В.* - к.г.-м.н., с.н.с.
ИВиС ДВО РАН, e-mail: n_gorbach@mail.ru

В Институте вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН накоплен большой объем уникальных научных данных по вулканам Камчатки и Курильской островной дуги. Описываются информационные веб-системы (ИС): VOKKIA - для интеграции и систематизации данных по наземным и подводным вулканам региона и их извержениям; KVERT - для сбора и интеграции данных оперативного мониторинга активности вулканов. Дается описание реализованных в ИС сервисов графической визуализации данных, помогающих обнаруживать взаимосвязи, закономерности и тенденции изменения вулканогенных процессов во времени.

A large amount of unique scientific data about the Kamchatka and the Kurile Island Arc volcanoes has been collected in the Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS. The paper describes VOKKIA and KVERT information web-systems. VOKKIA is designed to integration and systematization of heterogeneous scientific data on the terrestrial and submarine volcanoes of Kurile-Kamchatka Island Arc including data on their eruptions. The KVERT system provides collection and storage of operational data of monitoring of active volcanoes. Besides, the article describes graphical visualization services that helps to detect the relationship, patterns and trends in volcanic processes over time.

Ключевые слова: информационная система, анализ данных, вулканы, Камчатка, Курильские острова.

В Международная конференция «Информационные технологии и высокопроизводительные вычисления» (ITНРС-2019), Хабаровск, Россия, 16-19 сентября 2019 г. Сборник трудов. Под ред. Смагин С. И., Зацаринный А. А.

Введение. На Камчатке насчитывается ~7100 вулканических построек, возникших за последние 2-2.5 млн лет, на Курильских островах - более 800 [1], из них 68 вулканов являются действующими: 30 - на Камчатке и 38 - на Курилах [1] (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/>). К «действующим» или «активным» относятся вулканы, для которых установлено хотя бы одно извержение за последние 3500 лет [1-3]. Исторические извержения, т. е. имеющие документальные свидетельства, известны для 20 действующих вулканов Камчатки и 32 Курил (<http://geoportal.kscnet.ru/volcanoes/eruptions>).

Для интеграции и систематизации научных данных по наземным вулканам Камчатки, Курильских островов и подводным вулканам омывающих морей создана и развивается информационная система «Вулканы Курило-Камчатской островной дуги» (Volcanoes of Kurile-Kamchatka Island Arc Information System - VOKKIA IS, <http://geoportal.kscnet.ru/volcanoes/>), для сбора и интеграции данных оперативного мониторинга активности вулканов - ИС Камчатской группы реагирования на вулканические извержения (Kamchatkan Volcanic Eruption Response Team Information System - KVERT IS, <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/>) [4].

Информационная система VOKKIA включает модули: «Вулканы», «Извержения», «Мониторинг», «Изображения», «Породы», «Отложения», «Библиография», «Геосервисы». Модуль «Вулканы», обеспечивающий взаимосвязь всех модулей системы, содержит метаданные вулканов (название, синонимы, номер по каталогу Global Volcanism Program (GVP), географические координаты вершины, абсолютную высоту вулканической постройки, а также другие характеристики: статус (действующий, потенциально действующий или потухший), краткое описание, состав пород и др. В модуле «Извержения» описаны исторические извержения Камчатки и Курильских островов с конца XVII - начала XVIII вв. по настоящее время и более ранние.

Информационная система KVERT содержит каталог с краткими сведениями об активных вулканах - основные характеристики, виды мониторинга, потенциальная опасность для авиации и населения, даты последних извержений и т.д. (<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/>); архив KVERT-сообщений - VONA (Volcano Observatory Notice for Aviation), Weekly и Daily Releases. При выпуске VONA KVERT устанавливает Авиационный цветовой код, характеризующий уровень опасности вулкана для авиации [5, 6]. Кроме этого, в систему поступает детальная информация о событии - дата, время, минимальная и максимальная высоты

эруптивной колонны над уровнем моря (н.у.м.), продолжительность события, направление и протяженность пеплового шлейфа и т. д.

Анализ данных в ИС. На август 2019 г. в системе VOKKIA описаны 289 вулканов (177 наземных и 112 подводных), в том числе 68 действующих наземных вулканов, для которых приведены краткие описания 359 исторических извержений и, если известны: точные или приблизительные даты их начала и окончания, предвестники, состав и объем изверженных продуктов (лавы и пирокластики), энергия, VEI (Volcanic Explosivity Index) и др. Для наглядного представления ряда эруптивных событий в хронологической последовательности в системе используются интерактивные графики типа лент времени (timeline), позволяющие выделять периоды покоя и активности вулканов (рис. 1).

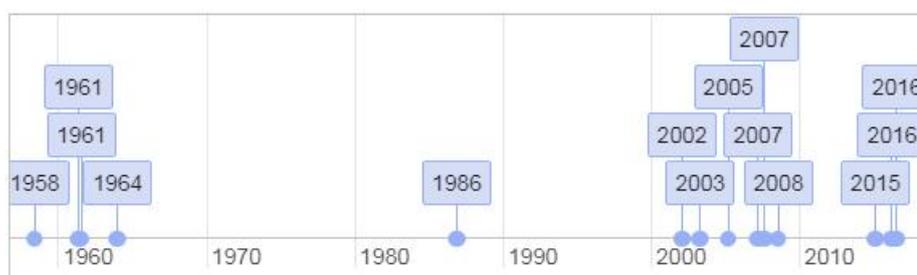


Рис. 1 Извержения влк. Чикурачки в XX-XXI вв. Данные ИС VOKKIA

ИС KVERT в настоящее время содержит основанные на VONA характеристики 1013 эксплозивных событий 13 вулканов, извергавшихся в 2012-2019 гг. (Шивелуч, Ключевской, Безымянный, Плоский Толбачик (Толбачинский дол), Кизимен, Карымский, Жупановский, Камбальный - на Камчатке; Алайд, Эбеко, Чикурачки, Райкоке, Пик Сарычева - на Курилах).

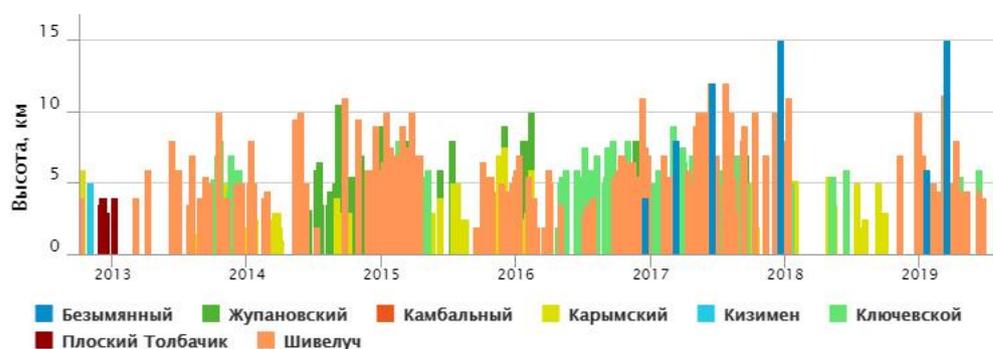


Рис. 2. Высота выбросов пепла вулканами Камчатки в течение извержений 2013-2019 гг.

Интерактивные графики позволяют выявлять наиболее активные вулканы в заданный отрезок времени; частоту выбросов пепла, максимальную высоту подъема пепловых облаков для одного, нескольких или всех вулканов (рис. 2). Например, на вулкане Шивелуч кроме многочисленных отдельных эксплозивных эпизодов с выносом пепла до 10-15 км н.у.м. произошло три крупных пароксизмальных события - 9 мая 2004 г., 28 февраля 2005 г. и 27 октября 2010 г.

Интерактивные диаграммы, позволяющие анализировать направления и дальность распространения пепловых облаков, показывают, что преобладающим направлением распространения для всех извергавшихся вулканов Камчатки и Курил было восточное (20.1%), наибольшее количество эксплозий поднимало пепел на 3-6 км н.у.м. (56.4%). Преобладающими направлениями перемещения пепловых облаков далее 200 км от вулканов были восточные и восток-юго-восточные, далее 1000 км от вулканов - также восточные и восток-юго-восточные (рис. 3).

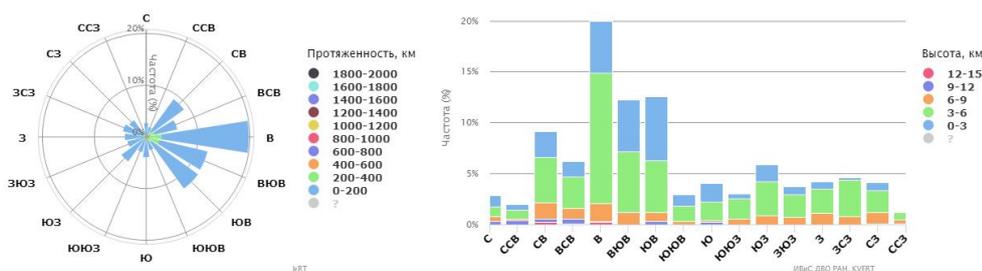


Рис. 3. Направления распространения пепловых шлейфов в 2012-2019 гг. от вулканов Камчатки и Курил. Данные ИС KVERT

В 2019 г. в составе ИС реализован модуль «Спутниковый мониторинг»: в базу данных системы сотрудники KVERT в оперативном режиме вводят информацию о термальных аномалиях в районах вулканов и эксплозиях пепла. Кроме того, частично выполнена работа по подготовке и загрузке в ИС архивных данных за 2003-2018 гг.

Заключение. ИС VOKKIA и KVERT обеспечивают хранение и представление исторических и оперативных данных о вулканах Курило-Камчатской островной дуги и позволяют проводить их анализ с применением новейших информационных технологий. Созданные инструменты графической визуализации данных дают возможность обнаруживать взаимосвязи, закономерности и тенденции изменения вулканогенных процессов во времени - например, периоды активизации вулканизма в регионе, одновременность извержений тех или иных вулканов; выявлять наиболее активные вулканы в определенный пери-

од времени, частоту и высоту выбросов пепла, преобладающие направления перемещения и протяженность пепловых облаков и шлейфов за различные периоды наблюдений и т.д.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке программы «Приоритетные научные исследования в интересах комплексного развития ДВО РАН» (№ 18-5-091).

Библиографические ссылки

1. Новейший и современный вулканизм на территории. М.: Наука, 2005. 604 с.

2. Мелекесцев И.В. Действующие и потенциально активные вулканы Курило-Камчатской островной дуги в начале XXI в.: этапы исследований, определение термина «действующий вулкан», будущие извержения и вулканическая опасность // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2006. № 1, вып. 7. С. 15-35.

3. Мелекесцев И.В. Проблема выявления и диагностики действующих и потенциально активных вулканических образований Курило-Камчатской и Командорского звена Алеутской островных дуг // Вулканология и сейсмология. 2009. № 4. С. 3-29. <https://doi.org/10.1134/S0742046309040010>.

4. Романова И.М., Гирина О.А. Информационные технологии для анализа данных о вулканах Камчатки и Курил // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2018. Вып. 39, № 3. С. 42-53. doi: 10.31431/1816-5524-2018-3-39-42-53

5. Камчатской группе реагирования на вулканические извержения (KVERT) - 25 лет / Гирина О.А., Гордеев Е.И., Маневич А.Г. и др. // Вулканизм и связанные с ним процессы : материалы регион. конф., посвящ. Дню вулканолога, 29-30 марта 2018 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2018. С. 24-27.

6. Гордеев Е.И., Гирина О.А. Вулканы и их опасность для авиации // Вестник Российской академии наук. 2014. Т. 84, № 2. С. 134-142. <https://doi.org/10.7868/S0869587314020121>.