

**Возможности анализа данных о вулканах Камчатки с помощью информационных технологий**

**О.А. Гирина<sup>1</sup>, И.М. Романова<sup>1</sup>, Д.В. Мельников<sup>1</sup>, А.Г. Маневич<sup>1</sup>, Е.А. Лупян<sup>2</sup>,  
А.А. Сорокин<sup>3</sup>, С.П. Королев<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,  
e-mail: girina@kscnet.ru*

<sup>2</sup> *Институт космических исследований РАН, Москва*

<sup>3</sup> *Вычислительный центр ДВО РАН, Хабаровск*

На территории России расположено 70 действующих вулканов: 30 на Камчатке и 40 на Курилах (в голоцене извергались 105 из них - <http://volcano.si.edu/>). Исторические извержения известны для 25 действующих вулканов Камчатки ([www.kscnet.ru/ivs/kvert/](http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/)) и 29 Курил ([www.imgg.ru/ru/svert/](http://www.imgg.ru/ru/svert/)). Всего же на Камчатке насчитывается около 7100 вулканических образований, на Курилах - 800, из них около 4000 вулканических форм на Камчатке и более 330 на Курилах возникли за последние 40-50 тыс. лет [3]. Для сравнения: например, исторические извержения известны для 29-ти действующих вулканов Японии (<http://www.data.jma.go.jp/>) и 36-ти вулканов США (<http://volcano.si.edu/>).

На Камчатке в XX веке произошло три катастрофических извержения с общим объемом эруптивных продуктов около 6 км<sup>3</sup> и более 100 извержений умеренной силы 14-ти вулканов, в XXI веке только за 17 лет уже отмечено 55 извержений 12-ти вулканов, из которых 5 (Корякский, Кизимен, Толбачик, Жупановский, Камбальный) извергались после продолжительного (от 30 до сотен лет) периода покоя [1]. Возможно пробуждение других вулканов Камчатки, долгое время не извергавшихся (Авачинский, Ильинский, Желтовский и др.), остается также опасность сильных пароксизмальных извержений вулканов Шивелуч, Ксудач и др.

В таких условиях актуальными задачами являются интеграция всех имеющихся данных (опубликованных, архивных, инструментальных оперативного мониторинга и др.) о вулканах и их исторических извержениях в тематические информационные ресурсы и комплексный анализ этих данных для выявления закономерностей.

За последние 10 лет коллективами ученых ИВиС ДВО РАН и ВЦ ДВО РАН в сотрудничестве с другими институтами РАН созданы и успешно работают информационные системы (ИС) для исследования и мониторинга вулканической активности на Дальнем Востоке России:

- в ИВиС ДВО РАН создана инфраструктура пространственных данных (ИПД) и Геопортал (<http://geoport.kscnet.ru/>), обеспечивающие единую точку доступа к каталогам, архивам, базам данных - к результатам исследований наземных и подводных вулканов Камчатки и Курил. В рамках развития геопортала создана ИС "Вулканы Курило-Камчатской островной дуги" (VOKKIA), обеспечивающая хранение и представление исторических и оперативных данных, полученных с использованием дистанционных, геологических и геофизических методов за период с 1935 г. по настоящее время (н.в.) [4-5];

- ученые Камчатской группы реагирования на вулканические извержения (KVERT) ИВиС ДВО РАН с 1993 г. проводят ежедневный мониторинг вулканов Камчатки, с 2008 г. он выполняется с использованием ИС KVERT. В ее составе реализован специализированный сервис для оперативной подготовки и рассылки сообщений о состоянии и активности вулканов; создана и пополняется БД с детальной информацией о каждом событии (время, высота пепловой колонны, продолжительность, направление

и протяжённость пеплового шлейфа, источник данных и т. д.); формируются архивы данных “Визуальный и видео мониторинг вулканов Камчатки и Северных Курил” и “Спутниковый мониторинг вулканов Камчатки и Северных Курил” для хранения результатов обработки различной информации за период с 2003 г. по н.в. [6];

- совместными усилиями ученых ИВиС ДВО РАН, ИКИ РАН, ВЦ ДВО РАН и ДЦ НИЦ Планета в 2011 г. была создана и продолжает развиваться ИС “Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил” (VolSatView), позволяющая вулканологам комплексно работать с различными спутниковыми данными, а также метео- и наземной информацией, для непрерывного мониторинга и исследования вулканической активности Курило-Камчатского региона [2];

- сотрудниками ВЦ ДВО РАН и ИВиС ДВО РАН в составе автоматизированной ИС “Сигнал”, предназначенной для управления ресурсами инструментальных сетей наблюдений ДВО РАН, разработана система видеонаблюдений за вулканами Камчатки и система моделирования траекторий движения пепловых облаков и шлейфов при эксплозивных извержениях вулканов Камчатки и Курил [2, 7-9].

Эти ИС позволяют проводить исследования исторических извержений вулканов и их продуктов на современном уровне – с применением новейших информационных и вычислительных технологий. Например, реализованное в 2014-2015 г. информационное взаимодействие между ИС VOKKIA и “Сигнал”, и в 2016 г. между ИС VolSatView и “Сигнал”, позволило создать новые инструменты для проведения комплексного анализа распространения пепловых облаков при эксплозивных извержениях вулканов Камчатки, основанные на совместном анализе спутниковых данных и результатов метаматематического моделирования перемещения пепловых облаков [2, 7-9].

Имеющиеся в н.в. в ИС VOKKIA характеристики извержений вулканов Камчатки позволяют выбирать данные по различным параметрам: характеру извержений (эффузивное, эксплозивное, экструзивное), типу эксплозивных событий (стромболианский, вулканский, плининанский, пелейский) и др. (рис. 1).

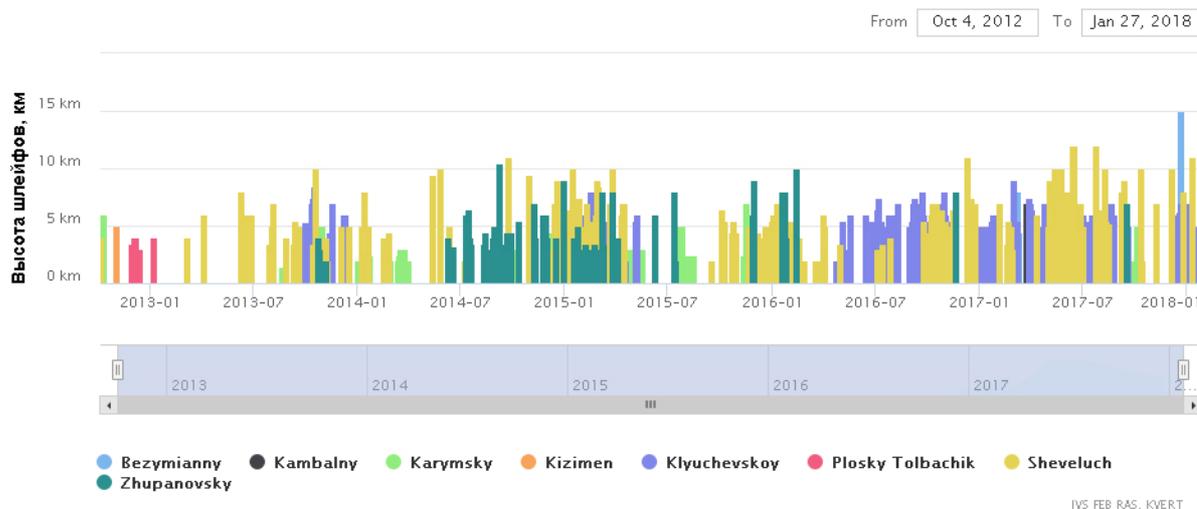
Запрос: **Характеристика:** пирокластические потоки Найдено записей: 70

<b>Вулкан Авачинский</b>
1827 1909 1926
<b>Вулкан Безымянный</b>
1955 1956 1965 1977 1978 1979 1979 1980 1981 1981 1982 1983 1984 1984 1985 1986 1986 1989 1990 1992 1993 1995 1997 1997 1999 2000 2000 2001 2001 2002 2003 2004 2004 2005 2005 2006 2006 2007 2007 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2012 2017 2017
<b>Вулкан Иван Грозный</b>
2013
<b>Вулкан Карымский</b>
1976
<b>Вулкан Кизимен</b>
2010
<b>Вулкан Пик Сарычева</b>
1976 2009
<b>Вулкан Шивелуч</b>
1854 1879 1944 1964 1980 1993 2001 2004 2005 2005 2007 2010 2013 2017

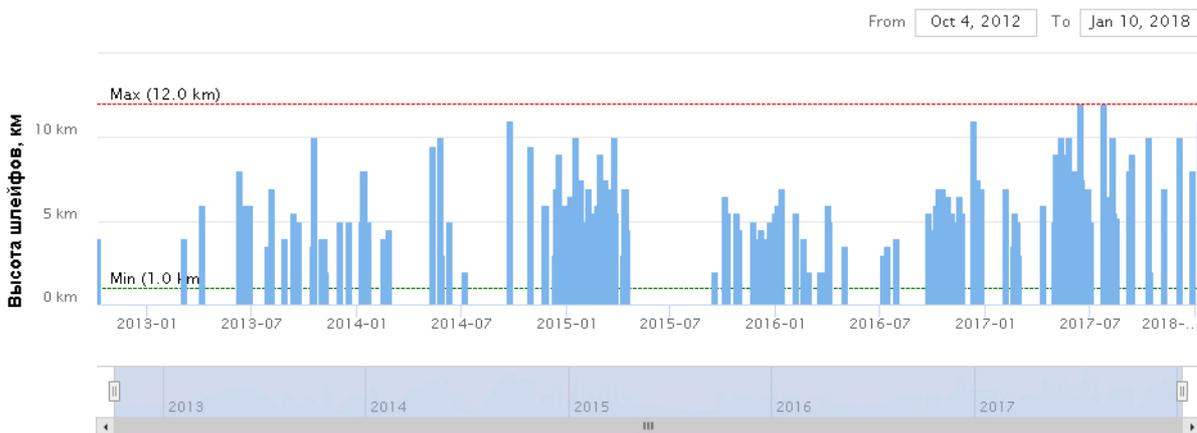
Рис. 1. Пример выборки извержений вулканов Камчатки и Курил, во время которых происходило формирование пирокластических потоков. Данные из ИС VOKKIA.

Анализ данных, содержащихся в ИС KVERT, позволяет выявлять наиболее активные вулканы в определенный период времени; частоту и высоту выбросов пепла,

направления перемещения и протяженность пепловых облаков и шлейфов как всех вулканов одновременно, так и отдельных или нескольких за различные периоды наблюдений (рис. 2, 3).



а



б

Рис. 2. Высоты выбросов пепла всех вулканов Камчатки (а) и влк. Шивелуч (б) во время извержений в течение октября 2012 г. – января 2018 г. Данные из ИС KVERT.

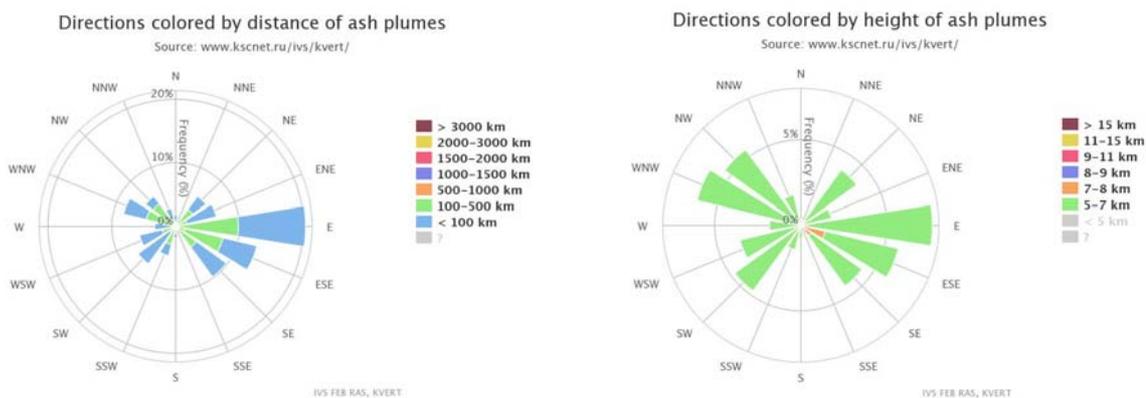


Рис. 3. Направления перемещения пепловых шлейфов от влк. Ключевской и высота их подъема над уровнем моря при извержениях в 2012-2017 гг. Данные из ИС KVERT.

Комплексный анализ разнородных данных по историческим извержениям вулканов Камчатки и динамике их активности, определение статистических характеристик извержений вулканов с помощью разработанных информационных технологий позволит более верно прогнозировать будущую деятельность вулканов и их вулканоопасность.

Работа выполнена в рамках Комплексной программы фундаментальных научных исследований ДВО РАН “Дальний Восток” (проект № 18-5-091).

### Список литературы

1. *Гирин О.А., Мельников Д.В., Маневич А.Г.* Спутниковый мониторинг вулканов Камчатки и Северных Курил // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 6. С. 194-209. doi: 10.21046/2070-7401-2017-14-6-194-209
2. *Гордеев Е.И., Гирин О.А., Лупян Е.А. и др.* Информационная система VolSatView для решения задач мониторинга вулканической активности Камчатки и Курил // Вулканология и сейсмология. 2016. № 6. С. 62-77. doi: 10.7868/S0203030616060043.
3. Новейший и современный вулканизм на территории России. М.: Наука. 2005. 604 с.
4. *Романова И.М.* Геопортал ИВиС ДВО РАН как единая точка доступа к вулканологическим и сейсмологическим данным // Геоинформатика. 2013. № 1. С. 46-54
5. *Романова И.М.* Инфраструктура пространственных данных Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН: текущее состояние и перспективы развития // Вестник КРАУНЦ. Серия: Науки о Земле. 2015. Вып. 25. № 1. С. 72-78
6. *Романова И.М., Гирин О.А., Мельников Д.В. и др.* Свидетельство о регистрации базы данных № 2016620357.17.3. 2016. База данных “Активность вулканов Камчатки и Северных Курил”.
7. *Урманов И.П., Камаев А.Н., Сорокин А.А., Королёв С.П.* Оценка видимости и состояния вулканов по последовательностям изображений стационарных камер наблюдения // Вычислительные технологии. 2016. Т. 21, № 3. С. 80-90
8. *Sorokin A.A., Girina O.A., Korolev S.P. et al.* The system of computer modeling of ash cloud propagation from Kamchatka volcanoes // 6th International Workshop on Computer Science and Engineering, WCSE 2016, Tokyo, Japan. 2016. P. 730-733.
9. *Sorokin A.A., Korolev S.P., Girina O.A. et al.* The integrated software platform for a comprehensive analysis of ash plume propagation from explosive eruptions of Kamchatka volcanoes // Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. - 2016. - Vol. 13, No. 4. - Pp. 9-19.
10. *Sorokin A.A., Korolev S.P., Romanova I.M. et al.* The Kamchatka volcano video monitoring system // 6th International Workshop on Computer Science and Engineering, WCSE 2016, Tokyo, Japan. 2016. P. 734-737