

A topographic map of Kamchatka and the Kuril Islands. The landmasses are shown in shades of green, yellow, and orange, indicating elevation. The surrounding ocean is a deep blue. The title and author information are overlaid on the right side of the map.

# Мониторинг вулканов Камчатки и Северных Курил с помощью ИС VolSatView

*Гирина О.А.\* , Лупян Е.А.\*\* , Сорокин А.А.\*\*\* ,  
Мельников Д.В.\* , Маневич А.Г.\* , Крамарева Л.С.\*\*\*\* ,  
Ефремов В.Ю.\*\* , Кашницкий А.В.\*\* , Уваров И.А.\*\* ,  
Бурцев М.А.\*\* , Романова И.М.\* , Королев С.П.\*\*\* ,  
Верхотуров А.Л.\*\*\**

*\* Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*

*\*\* Институт космических исследований РАН*

*\*\*\* Вычислительный центр ДВО РАН*

*\*\*\*\* ДЦ ФГУП НИЦ Планета*

На Камчатке насчитывается ~ 7100 вулканических структур, которые появились в последние 2-2.5 миллионов лет, на Курилах - 800 (Новейший вулканизм..., 2005).

В настоящее время на Камчатке 30 и на Северных Курилах 6 действующих вулканов

По данным KVERT,  
в 21 веке на Камчатке  
ежегодно происходят:

- **извержения** умеренной силы 2-8 вулканов;
- **эксплозивные события** (выброс пепла до 7-15 км н.у.м.) от 5 до 20





**Ежедневный мониторинг вулканов Камчатки с 1993 г. и Северных Курил с 2003 г. выполняет Камчатская группа реагирования на извержения вулканов (KVERT - Kamchatka Volcano Eruption Response Team) ИВиС ДВО РАН.**

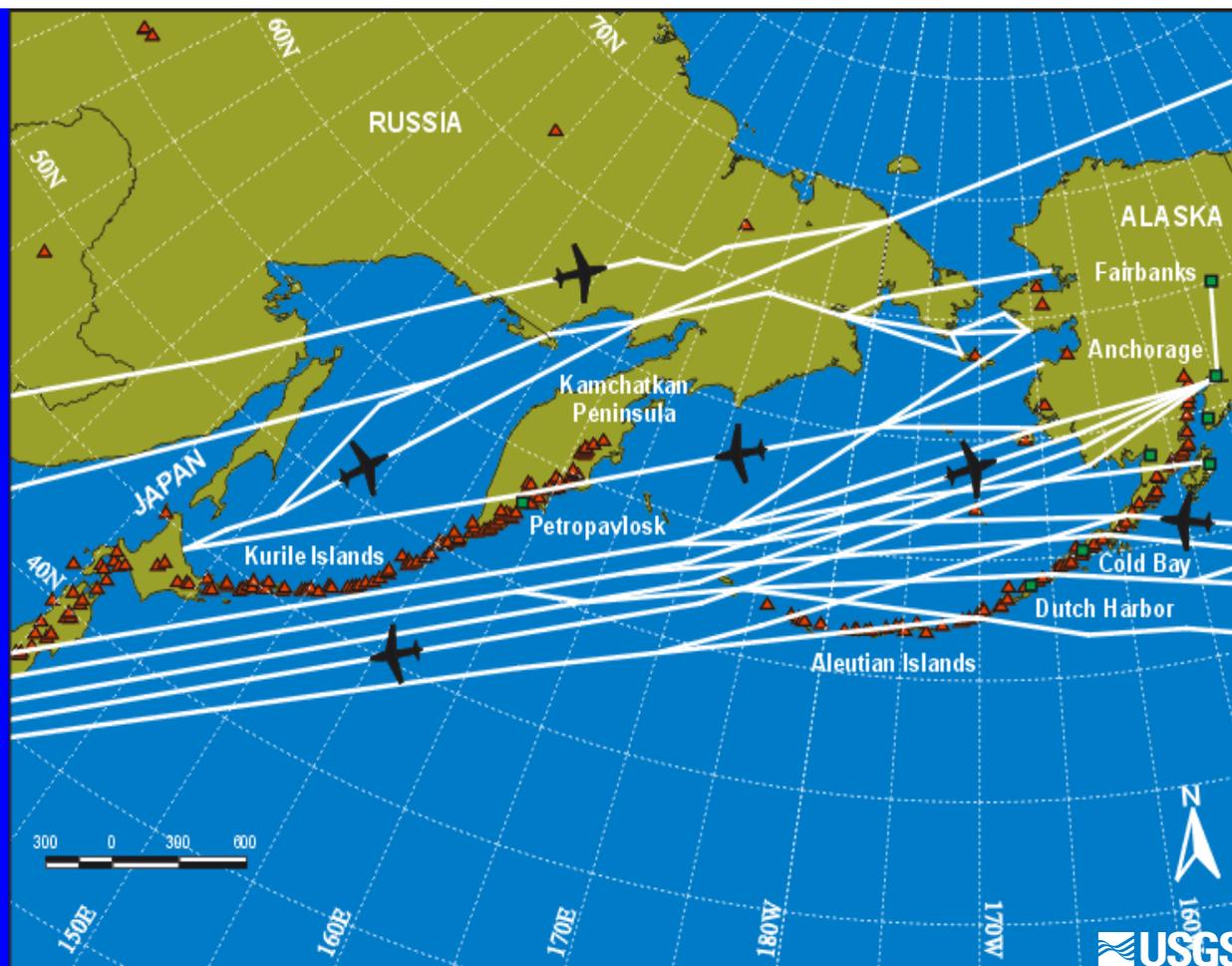
**KVERT – официальный и полномочный источник информации об активности вулканов Камчатки и Северных Курил для международных аэронавигационных служб и пользователей воздушного пространства.**

\* >100 вулканов в зоне Аляска – Курилы представляют опасность для авиации

• 5-6 сильных эксплозивных извержений в год

• 80,000 самолетов в год

\* 30,000 пассажиров и более 200 пассажирских самолетов в день



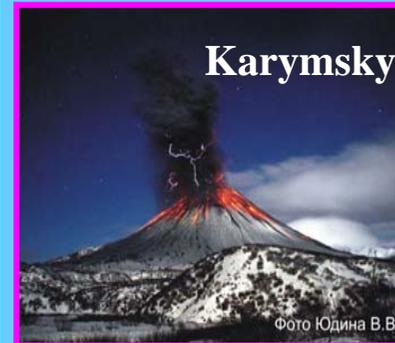
**Сильные эксплозивные извержения с выбросом пеплов на 7-15 км н.у.м. представляют реальную угрозу для современной реактивной авиации**

**Наиболее известный инцидент: 15 декабря 1989 г. Boeing 747 попал в пепловую тучу. Убытки компании - \$80 млн. (Brantley, 1990).**

**Потери компаний при изменении авиатрасс существенны: каждая минута такого полета стоит несколько сотен US\$.**

# Активность вулканов в 1993-2016 гг.

14 вулканов



## Информационный сервис «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» VolSatView

Главная

Созданная информационная система (ИС) VolSatView обеспечивает специалистов-вулканологов оперативными спутниковыми данными среднего разрешения и различными информационными продуктами, получаемыми на основе их обработки, для мониторинга вулканической активности Камчатки и Курил. Кроме этого, в ИС создан и постоянно пополняется архив спутниковых данных высокого разрешения, позволяющий анализировать различные продукты извержений вулканов (отложения лавовых и пирокластических потоков и др.).

ИС VolSatView создана и поддерживается специалистами:

[Институт Космических Исследований РАН \(ИКИ РАН\)](#)  
[Институт вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения РАН \(ИВиС ДВО РАН\)](#)  
[Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН \(ВЦ ДВО РАН\)](#)  
[Дальневосточный Центр НИЦ "Планета" \(ДЦ НИЦ "Планета"\)](#)

ИС VolSatView развивается на основе многолетнего опыта мониторинга вулканической активности, накопленного в ИВиС ДВО РАН. В ИС используются технологии автоматической обработки данных, созданные в ИКИ РАН и НИЦ "Планета". Картографический интерфейс работы с данными реализован на основе технологии [GEOSMIS](#).

В настоящее время в ИС возможна работа с данными, поступающими со спутников: серии NOAA, серии Landsat, серии Meteor M; серии Ресурс П, а также Terra, Aqua, EO-1, Канопус-В №1.

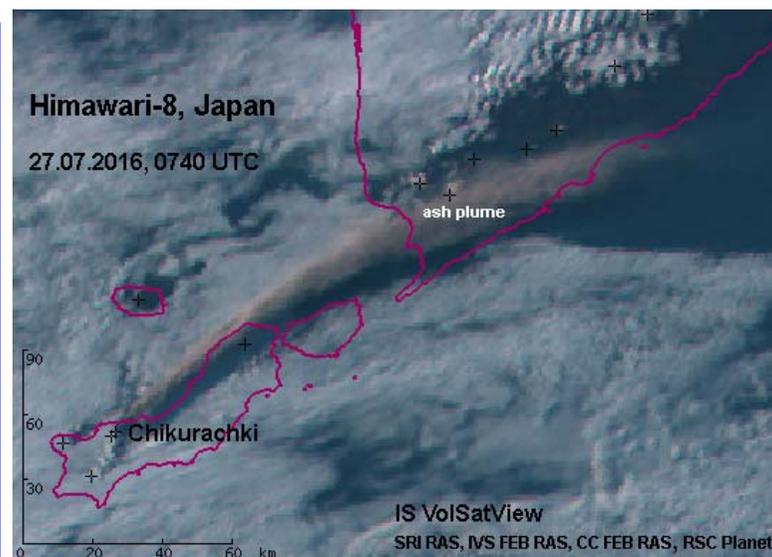
Система позволяет работать как с оперативными, так и с архивными данными, накапливаемыми в VolSatView, а также с данными ЦКП "ИКИ-Мониторинг", [Объединенной системы работы с данными центров НИЦ "Планета", геопортала "Роскосмоса", АИС "Сигнал"](#).

Для работы с данными организованы информационные серверы в ВЦ ДВО РАН, ИВиС ДВО РАН и ИКИ РАН. Оперативный обмен данными между центрами сбора информации и базовыми серверами в ИС обеспечивают телекоммуникационные ресурсы Региональной компьютерной сети ДВО РАН и ИКИ РАН.

Возможности системы достаточно подробно описаны в [публикациях](#).

Сервис создан и развивается при поддержке проектов РФФИ (11-07-12026-офи-м и 13-07-12180-офи-м). Технологии работы с данными, на основе которых создавалась и развивается система, созданы в рамках темы «Мониторинг», госрегистрация № 01.20.0.2.00164.

© ИКИ РАН, ИВиС ДВО РАН, ВЦ ДВО РАН, ДЦ НИЦ "Планета", 2011-2016



Созданная в 2011-2016 гг. и продолжающая развиваться совместными усилиями специалистов ИВиС ДВО РАН, ИКИ РАН, ВЦ ДВО РАН и ДВ НИЦ Планета ИС "Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил (VolSatView)", позволяет работать с оперативно поступающими спутниковыми данными среднего разрешения, в том числе с 2016 г. с Himawari-8, частота обновления которых составляет 10 мин.

# Мониторинг вулканов Камчатки и Сев. Курил



10.07.2014., Landsat 8, USA

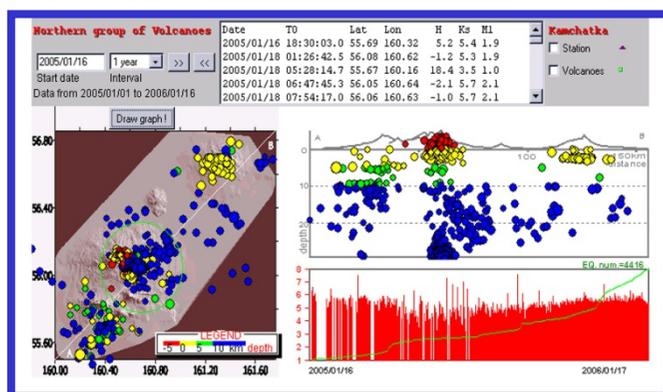
## KVERT выполняет :

- спутниковый мониторинг (пепловые шлейфы и термальные аномалии) (NOAA (AVHRR), MTSAT, TERRA & AQUA (MODIS), Suomi NPP (Viirs), Himawari-8 и др.



## KVERT анализирует:

- Визуальные данные (Корякский, Авачинский, Горелый, Мутновский, Ключевской, Шивелуч, Эбеко, Алаид)
- Видеоданные (Ключевской, Шивелуч, Безымянный, Корякский, Авачинский, Горелый, Мутновский)
- Сейсмические данные (КФГС РАН) (Ключевской, Шивелуч, Безымянный, Корякский, Авачинский, Горелый, Карымский, Мутновский, Плоский Толбачик, Кизимен, Ушковский)



## Термальные аномалии в районах вулканов обусловлены:

- **ростом экстрезий** и связанными с ними раскаленными лавинами, например, на вв. Шивелуч, Кизимен



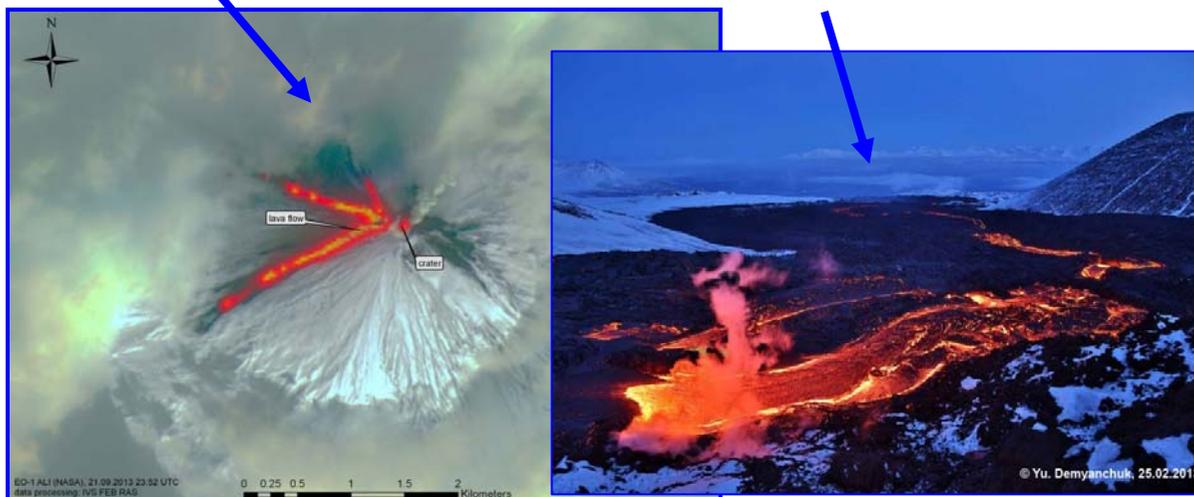
© Yu. Demyanchuk



Shiveluch

Kizimen

- **лавовыми потоками**, например, на в. Ключевской, Толбачинском долу



Ключевской,  
18.10.2013.

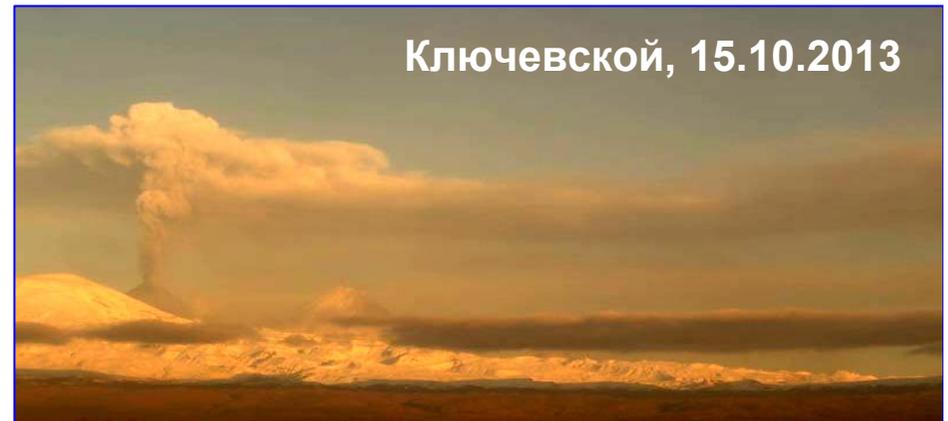


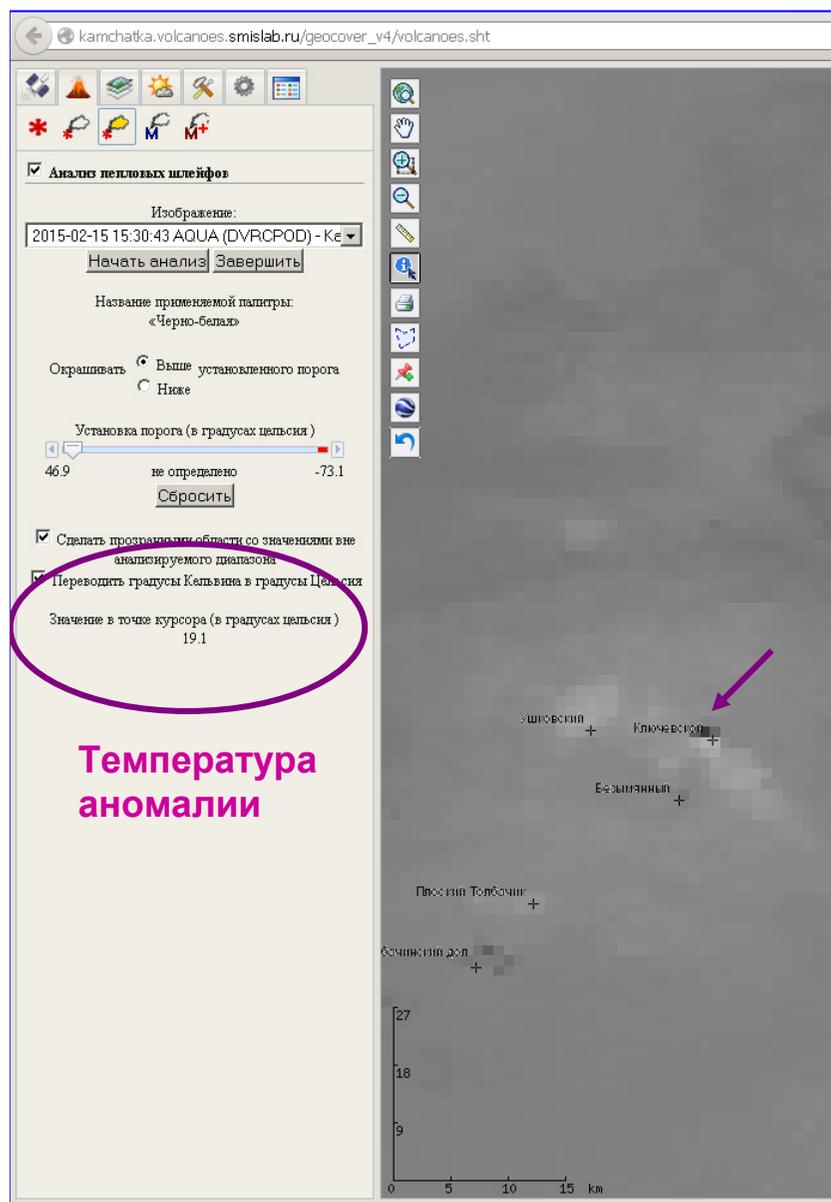
- **фонтанированием лавы в кратере**, например, в. Ключевской

Шивелуч, 2005



**Эксплозивные извержения вулканов являются наиболее опасными в мире для населения (в т.ч. для авиации) в связи с высокой энергетикой вулканогенного процесса.**

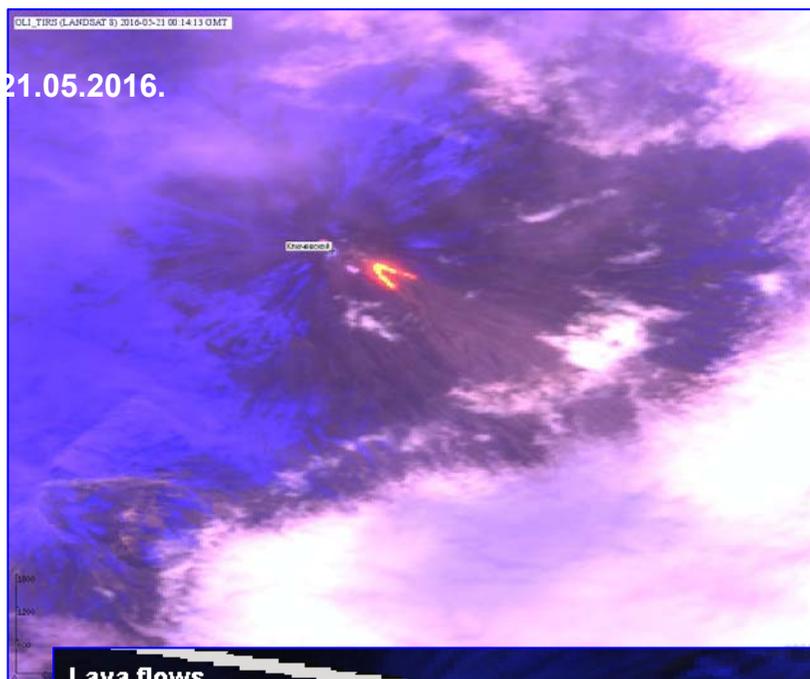




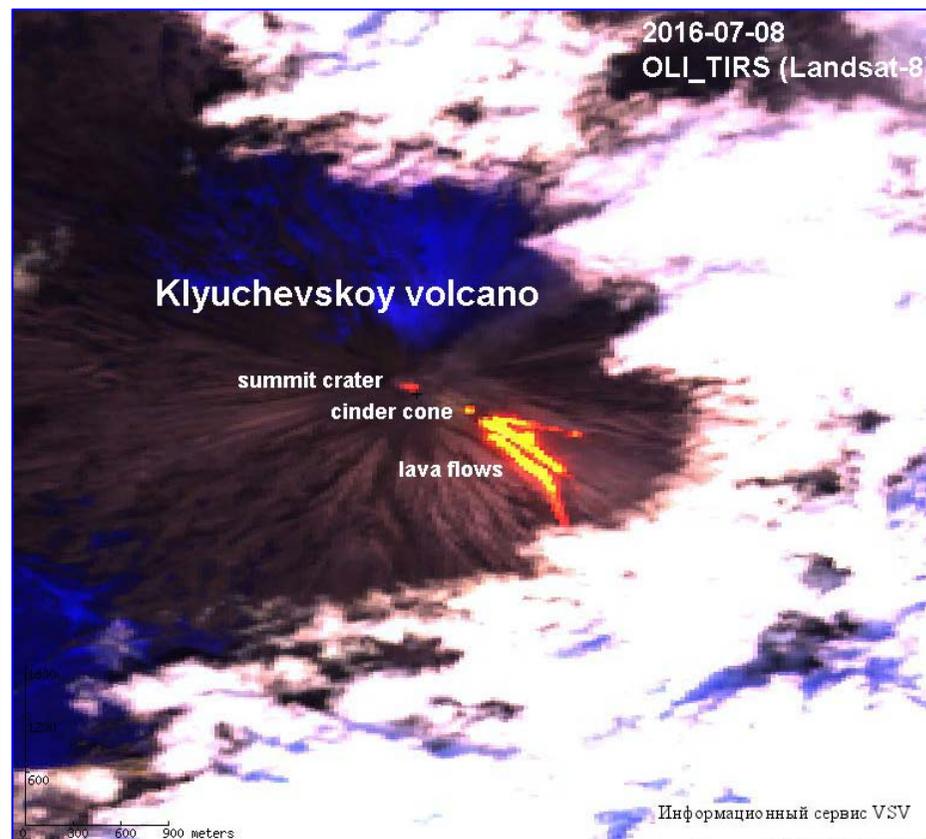
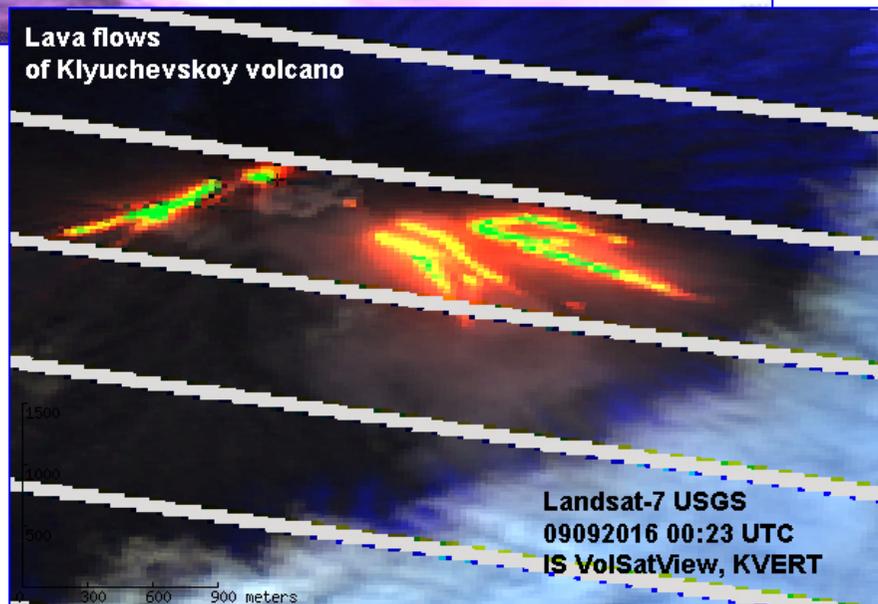
ИС VoISatView создан на основе специализированного программного обеспечения и технологий, разработанных в ИКИ РАН. В системе реализованы специальные инструменты, обеспечивающие возможность работы с данными долговременных спутниковых наблюдений и оперативного получения результатов их обработки.

Например, непосредственно в web-интерфейсе доступны инструменты анализа полей температуры, позволяющие мгновенно просматривать значения температуры в каждой точке снимка, что значительно сокращает время анализа термальных аномалий в районах действующих вулканов.

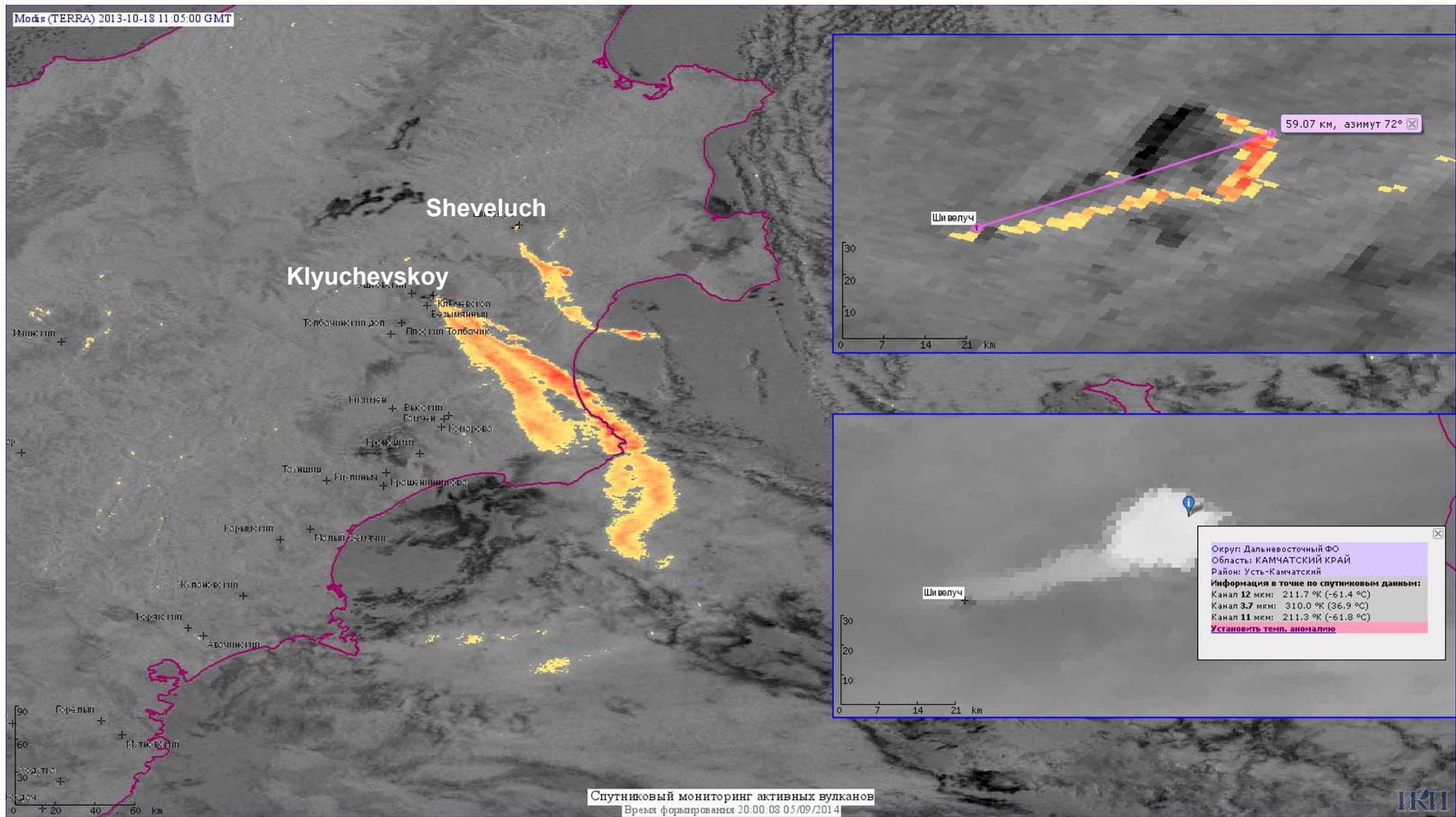
Для понимания и прогноза будущей активности вулкана Ключевской в ИС VoISatView проводится изучение его продуктов.



Lava flows  
of Klyuchevskoy volcano

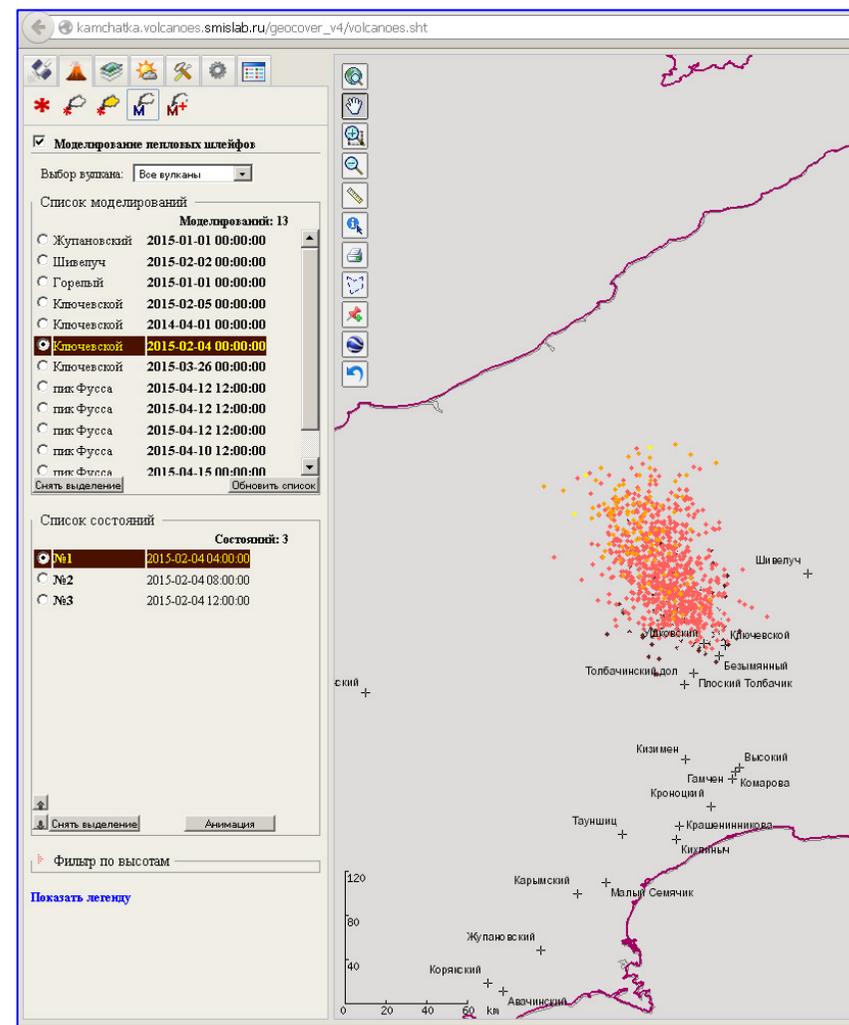


Спутниковые снимки  
OLI-TIRS (Landsat-7, 8)  
данные из ИС VoISatView



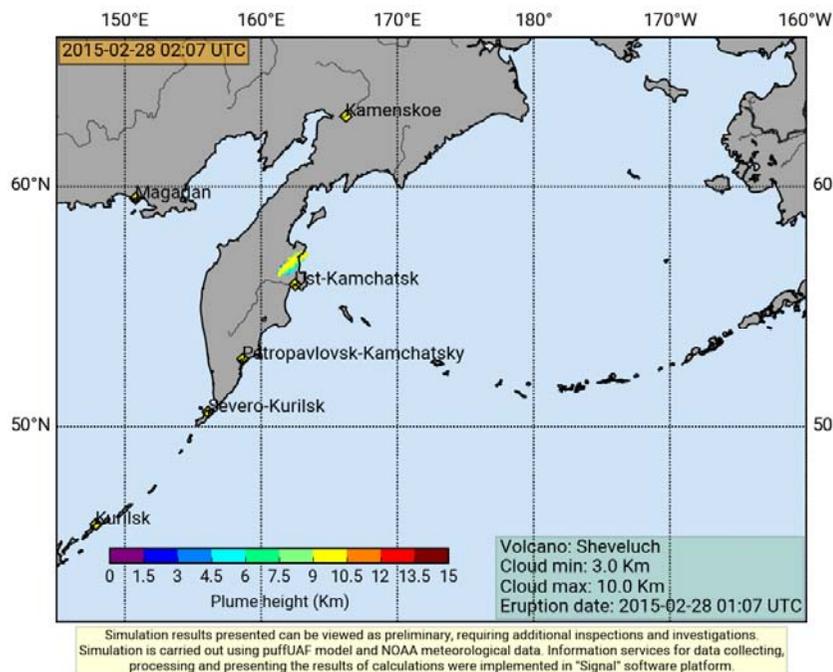
**ИС VoISatView созданы инструменты, позволяющие выделять пепловые облака и шлейфы, определять их длину и азимут распространения, температуру шлейфа для определения его высоты по атм. профилю, анализировать их временные серии, заносить в базу данных с автоматическим расчетом площади пеплового шлейфа.**

Для снижения опасности попадания авиалайнеров в облака вулканического пепла разработаны технологии и средства интеграции VolSatView с ИС VOKKIA (ИВиС ДВО РАН) и АИС Сигнал (ВЦ ДВО РАН), которые позволяют непосредственно из VolSatView проводить прогнозирование изменения высоты и направления перемещения пепловых облаков в процессе распространения в атмосфере (расчет их траектории распространения с использованием модели Puff (Searcy et al., 1998) и алгоритмов PuffUAF (<https://www.uaf.edu/>) и проверку этих данных с конкретной спутниковой информацией.

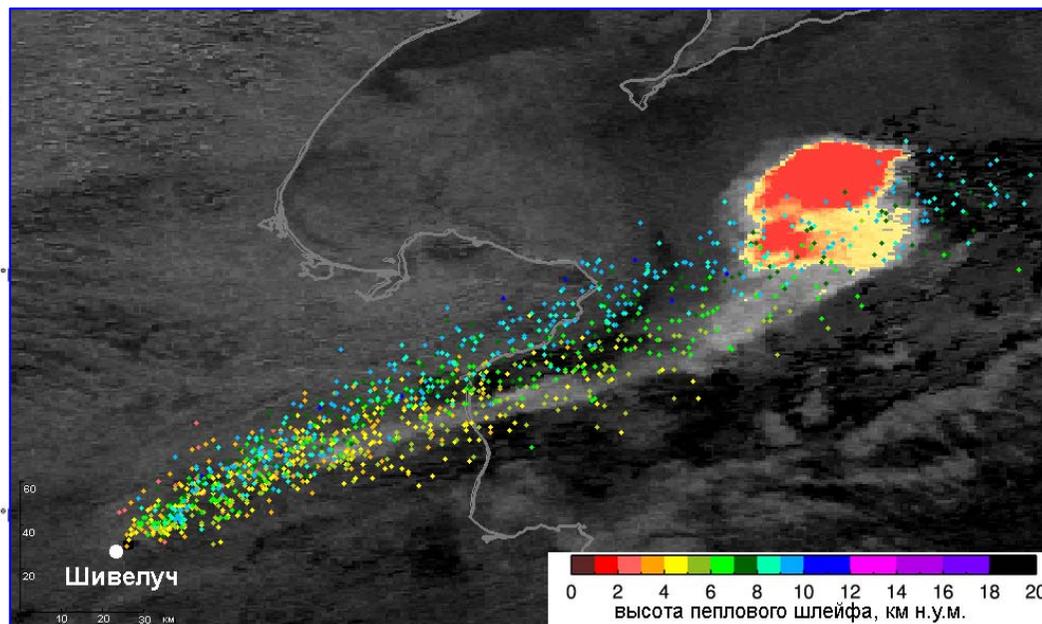


Результат моделирования траектории распространения пепловых шлейфов влк. Ключевской 2 февраля 2015 г.

# Комплексный анализ данных об взрывных извержениях вулканов Камчатки в ИС VoISatView



Прогноз по данным VONA KVERT выполнен в АИС Сигнал (ВЦ ДВО РАН) и размещен на сайте ИВиС ДВО РАН



Результаты моделирования распространения пеплового шлейфа от вулкана Шивелуч 28 февраля 2015 г., выполненные по модели PuffUAF в АИС Сигнал (ВЦ ДВО РАН) и визуализированные на сп. снимке NOAA-19 от 02:41 UTC (4m5) 28 февраля 2015 г. в ИС VoISatView.

# Возможность комплексного мониторинга вулканов Камчатки и Северных Курил в ИС VolSatView совместно с историческими данными об их активности позволяет оперативно оценивать изменение характера деятельности каждого из извергающихся вулканов и, соответственно, их опасность для населения (в том числе и авиации), и своевременно предупреждать о вулканоопасности заинтересованных пользователей.

## Литература

- Ефремов В.Ю., Гирина О.А., Крамарева Л.С., Лупян Е.А., Маневич А.Г., Матвеев А.М., Мельников Д.В., Прошин А.А., Сорокин А.А., Флитман Е.В. Создание информационного сервиса "Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил" // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 5. С. 165–170.
- Гирина О.А., Маневич А.Г., Нуждаев А.А., Демянчук Ю.В. Активность действующих вулканов Камчатки в 2012 г. // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы региональной конференции в День вулканолога, 28-29 марта 2013 г., Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН. 2014. С. 42-49.
- Лупян Е.А., Балашов И.В., Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Кашницкий А.В., Кобец Д.А., Крашенинникова Ю.С., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Сычугов И.Г., Толпин В.А., Уваров И.А., Флитман Е.В. Создание технологий построения информационных систем дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 53–75.
- Романова И.М., Гирина О.А., Максимов А.П., Мелекесцев И.В. Создание комплексной информационной веб-системы «Вулканы Курило-Камчатской островной дуги» (VOKKIA) // Информатика и системы управления. 2012. № 3. Выпуск 33. С. 179–187.
- Сорокин А.А., Королев С.П., Гирина О.А., Балашов И.В., Ефремов В.Ю., Романова И.М., Мальковский С.И. Интегрированная программная платформа для комплексного анализа распространения пепловых шлейфов при эксплозивных извержениях вулканов Камчатки // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 4. С. 9-19. doi: 10.21046/2070-7401-2016-13-4-9-19.
- Толпин В.А., Балашов И.В., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Прошин А.А., Уваров И.А., Флитман Е.В. Создание интерфейсов для работы с данными современных систем дистанционного мониторинга (система GEOSMIS) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 3. С. 93–108.
- Уваров И.А., Халикова О.А., Балашов И.В., Бурцев М.А., Лупян Е.А., Матвеев А.М., Платонов А.Е., Прошин А.А., Толпин В.А., Крашенинникова Ю.С. Организация работы с метеорологической информацией в информационных системах дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10. № 2. С. 30–45.
- Giрина O.A., Manevich A.G., Melnikov D.V., Nuzhdaev A.A., Demyanchuk Yu.V., Petrova E. Explosive Eruptions of Kamchatkan Volcanoes in 2012 and Danger to Aviation // EGU General Assembly 2013. Geophysical Research Abstracts. Vienna, Austria: 2013. V15. No. 6760-1.
- Gordeev E.I., Girina O.A. Volcanoes and their hazard to aviation // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2014. V. 84. No. 1. P. 1-8. doi: 10.1134/S1019331614010079.
- Search S., Dean K., Stringer W. PUFF: a high-resolution volcanic ash tracking model // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 1998. Vol. 80. Issues 1–2. P. 1–16.
- Sorokln A.A., Girina O.A., Korolev S.P., Romanova I.M., Efremov V.Yu., Malkovskii S., Verkhoturov A., Balashov I. The system of computer modeling of ash cloud propagation from Kamchatka volcanoes // 2016 6th International Workshop on Computer Science and Engineering (WCSE 2016). Tokyo, Japan: 2016. V. II. P. 730-733.

**Спасибо за внимание!**

**Работа выполнена при поддержке  
Российского научного фонда:  
грант № 16-17-00042**

© Д. Будьков

