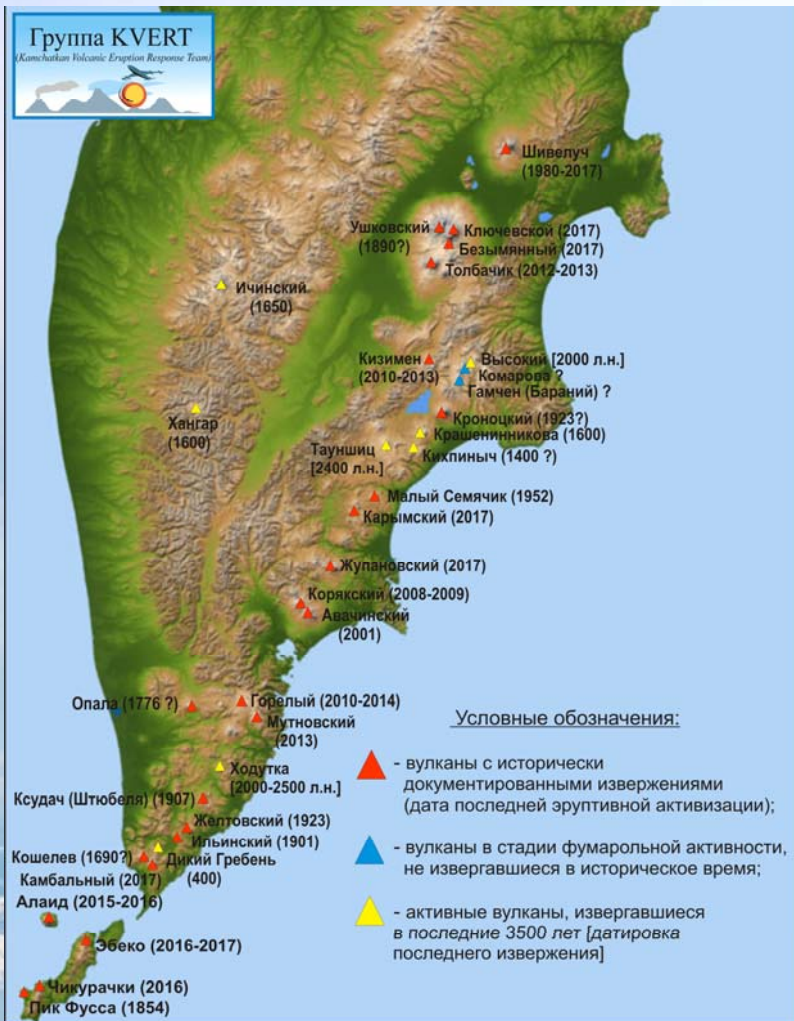
A topographic map of Kamchatka and the Kuril Islands. Kamchatka is shown in the foreground, colored in shades of green and yellow, indicating elevation. The Kuril Islands are visible in the background, also colored in shades of green and yellow, set against a blue background representing the ocean.

Спутниковый мониторинг вулканов Камчатки и Северных Курил

*Гирина О.А., Мельников Д.В., Маневич А.Г.,
Гордеев Е.И.*

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН



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

Действующие вулканы:
на Камчатке – 30,
на Северных Курилах - 6

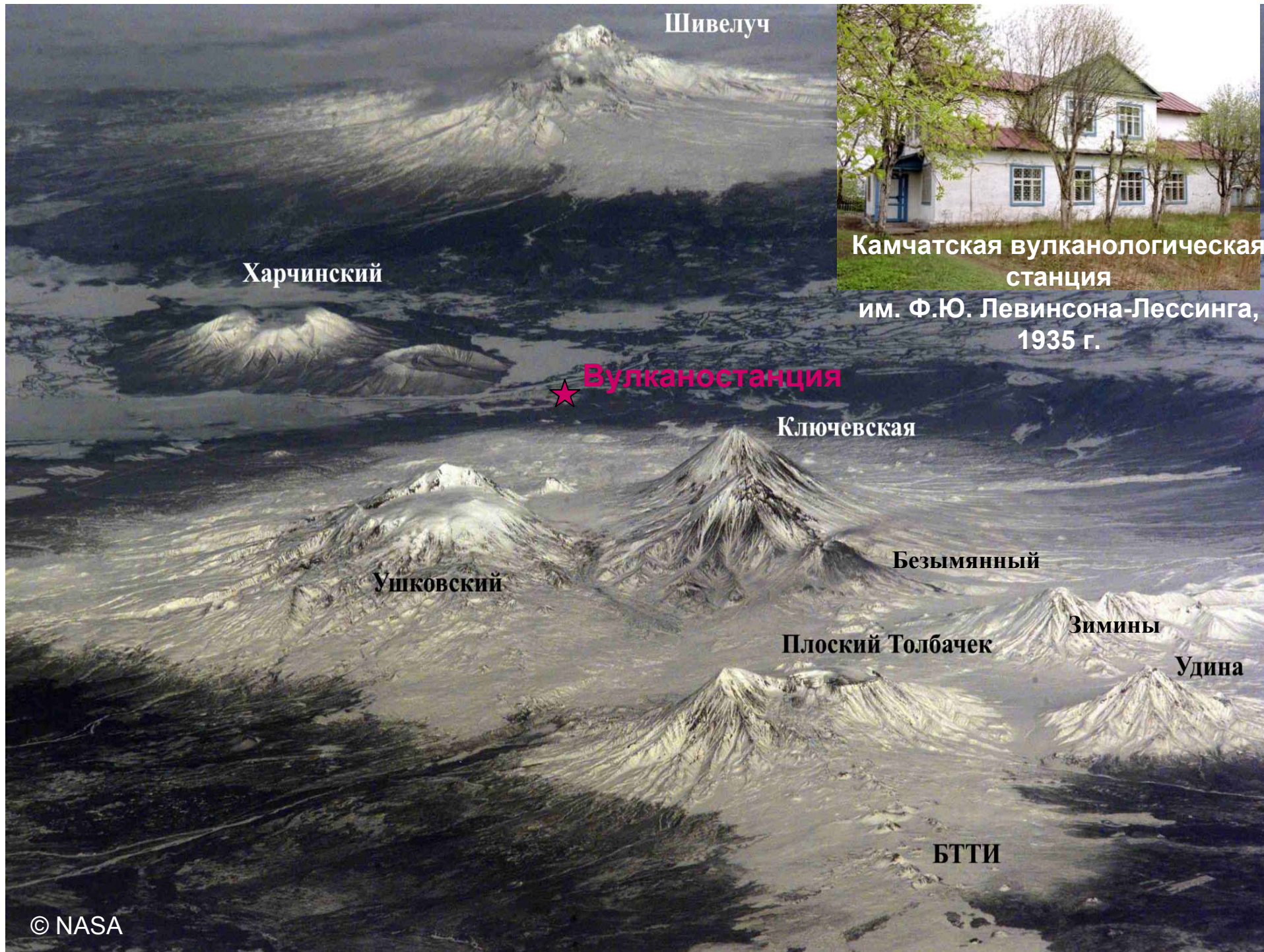
По данным KVERT, в 21 веке на Камчатке и Северных Курилах ежегодно происходят:

извержения

умеренной силы -
2-8 вулканов;

эксплозивные события –
(выброс пепла
до 7-15 км н.у.м.)
от 5 до 25





Шивелуч

Харчинский

★ Вулканостанция

Ключевская

Ушковский

Безымянный

Плоский Толбачек

Зимины

Удина

БТТИ

Камчатская вулканологическая станция
им. Ф.Ю. Левинсона-Лессинга,
1935 г.

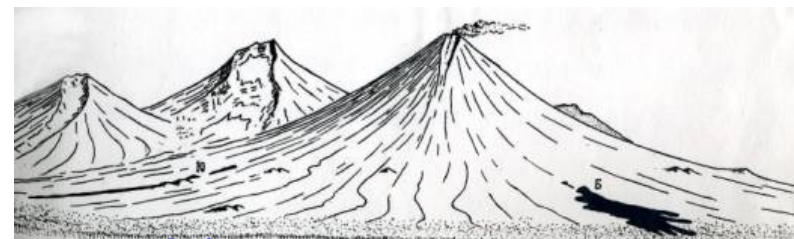
Основной транспорт на Камчатке



лошади - в летнее время (1951 г.)



собаки - в зимнее время (1951 г.)



Обручева

Комарова

Прорыв
Юбилейный
19.07.1945.



Конус Заварицкого

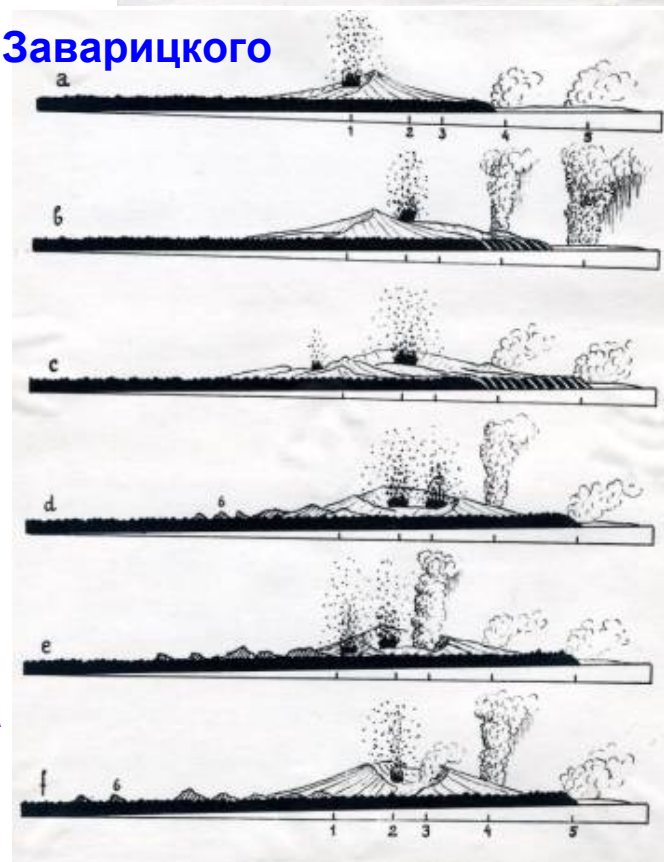


Фото и
рисунки
Б.И. Пийпа

Ключевской

Некоторые извержения в 20 веке
после организации Вулканостанции

- 1987/2/24-1987/3/6 прорыв Предвиденный
- 1983/3/8-1983/6/28 прорыв Предсказанный
- 1980/3/6-1980/3/13 прорыв 8 Марта
- 1974/8/23-1974/10/31 прорыв им. IV ВВС
- 1971-1974 вершинное извержение
- 1966/10/6-1966/12/28 прорыв им. Б.И. Пийпа
- 1965/8-1966/10 вершинное извержение
- 1960/12-1964/10 вершинное извержение
- 1956/7/27-1956/8/1 прорыв им. Вернадского и Крыжановского
- 1953/6/7-1953/6/18 прорыв им. Белянкина
- 1951/11/20-1951/11/21 прорыв им. А. Былинкиной
- 1946/10/23-1946/11/21 прорыв Апахончич
- 1945/6/19-1945/7/7 прорыв Юбилейный
- 1944/12/5-1945/1/31 вершинное извержение
- 1938/2/6-1939/4/6 прорыв Билюкай

С 1938 по 1987 гг. – 15 извержений

1983



1966



Регулярные облеты (2 раза в год) вулканов на самолетах во второй половине 20-го века



© А. Сокоренко

1990-02-02

Ключевская группа вулканов

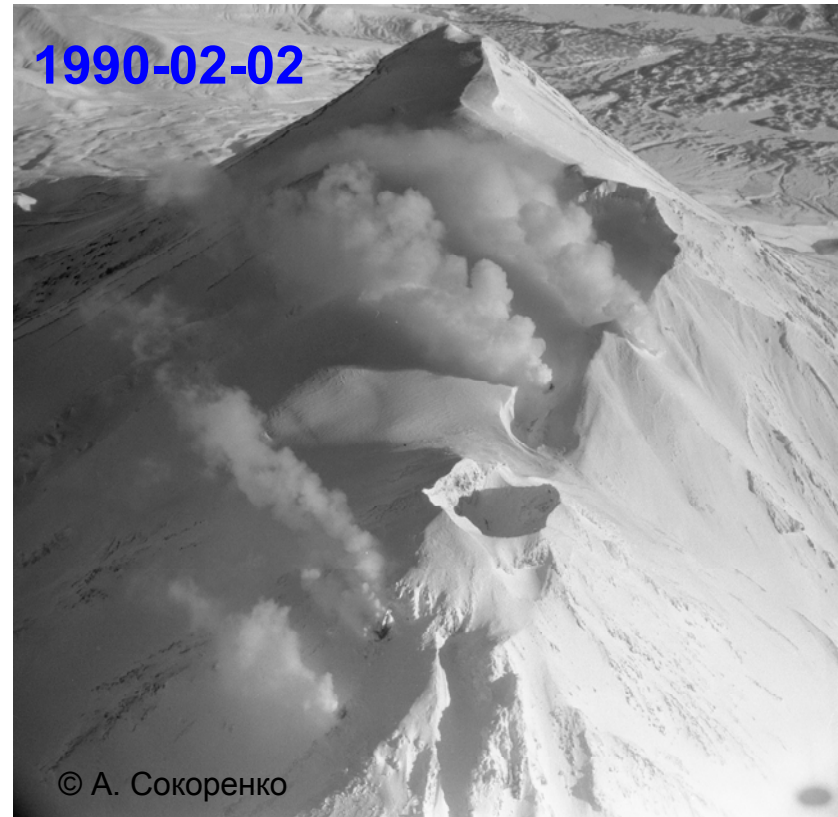


Влк. Ксудач

1987-08-12

© А. Сокоренко

Влк. Жупановский



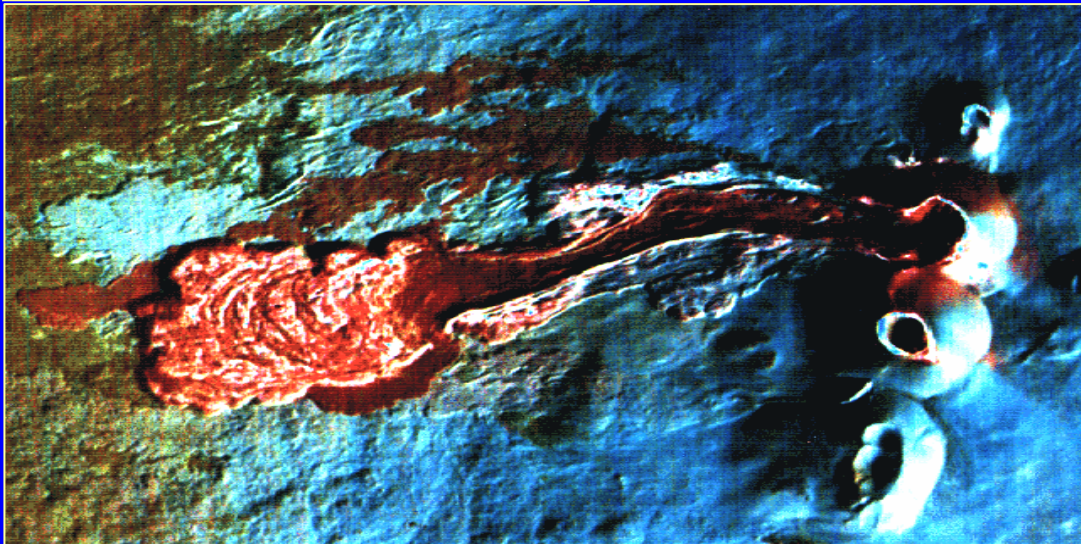
1990-02-02

© А. Сокоренко

АЭРОФОТОСНИМКИ СЕВЕРНОГО ПРОРЫВА ТОЛБАЧИНСКОГО ИЗВЕРЖЕНИЯ 1975 г.



Аэрофотоснимок камерой ZEISS.



Аэрофотоснимок камерой TMS.



Северный прорыв
БТТИ
август 1975 г.

Из материалов
д.г.-м.н. А.П. Хренова

В 1993-1994 гг. проведена первая международная российско-американская аэрокосмическая экспедиция на Камчатку с одновременным участием американского самолета-лаборатории Лиерджет-23, (JPL/NASA) и трех российских самолетов-лабораторий АН-30, АН-24 (МО РФ) и Ту-154 (ЦПК им. Ю.А. Гагарина)



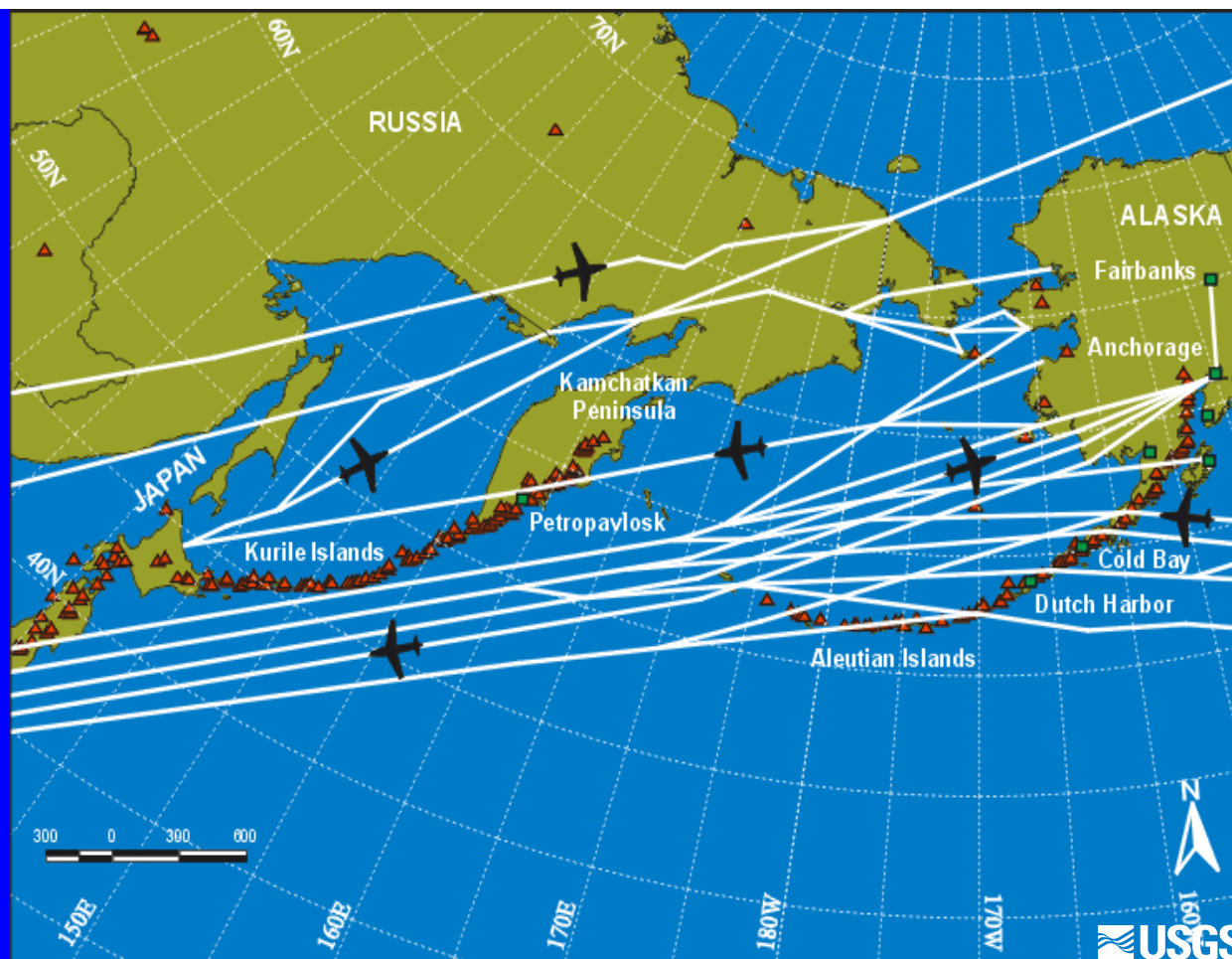
**Руководители экспедиции:
к.г.-м.н. А.П. Хренов,
генерал-майор авиации
В.Б. Захарьин,
летчик-космонавт
В.А. Джанибеков,
академик О.А. Богатиков**

* >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\$.



KVERT

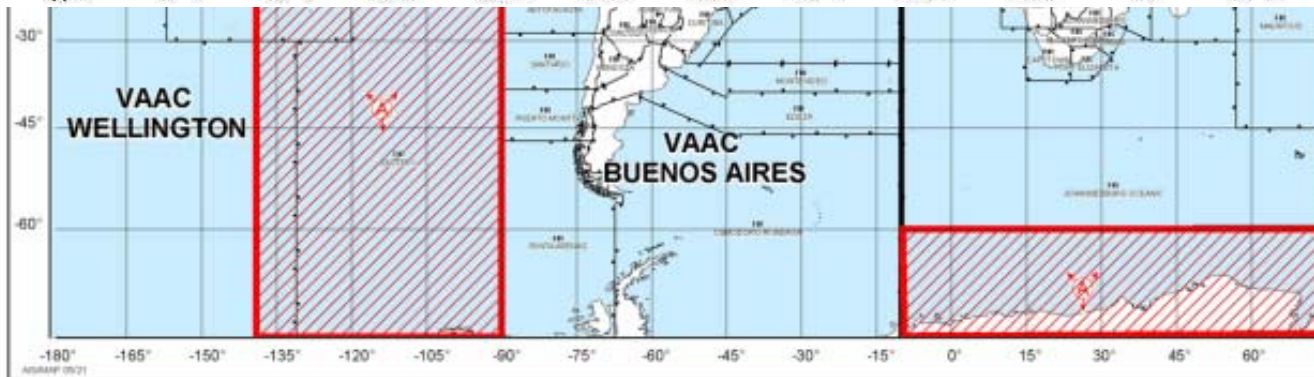
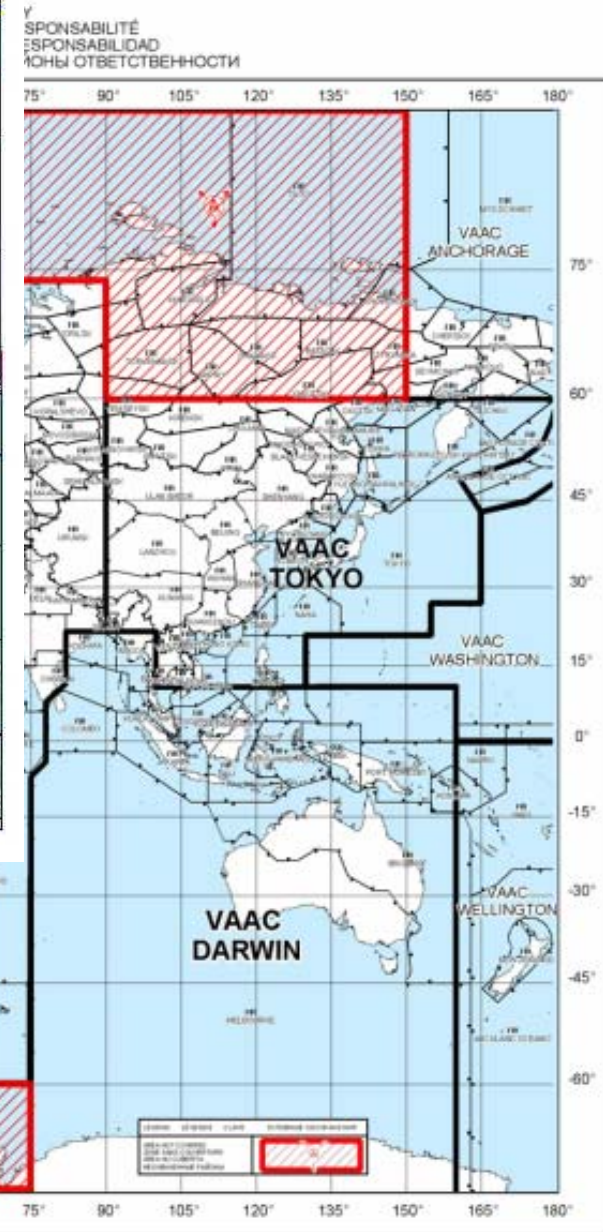
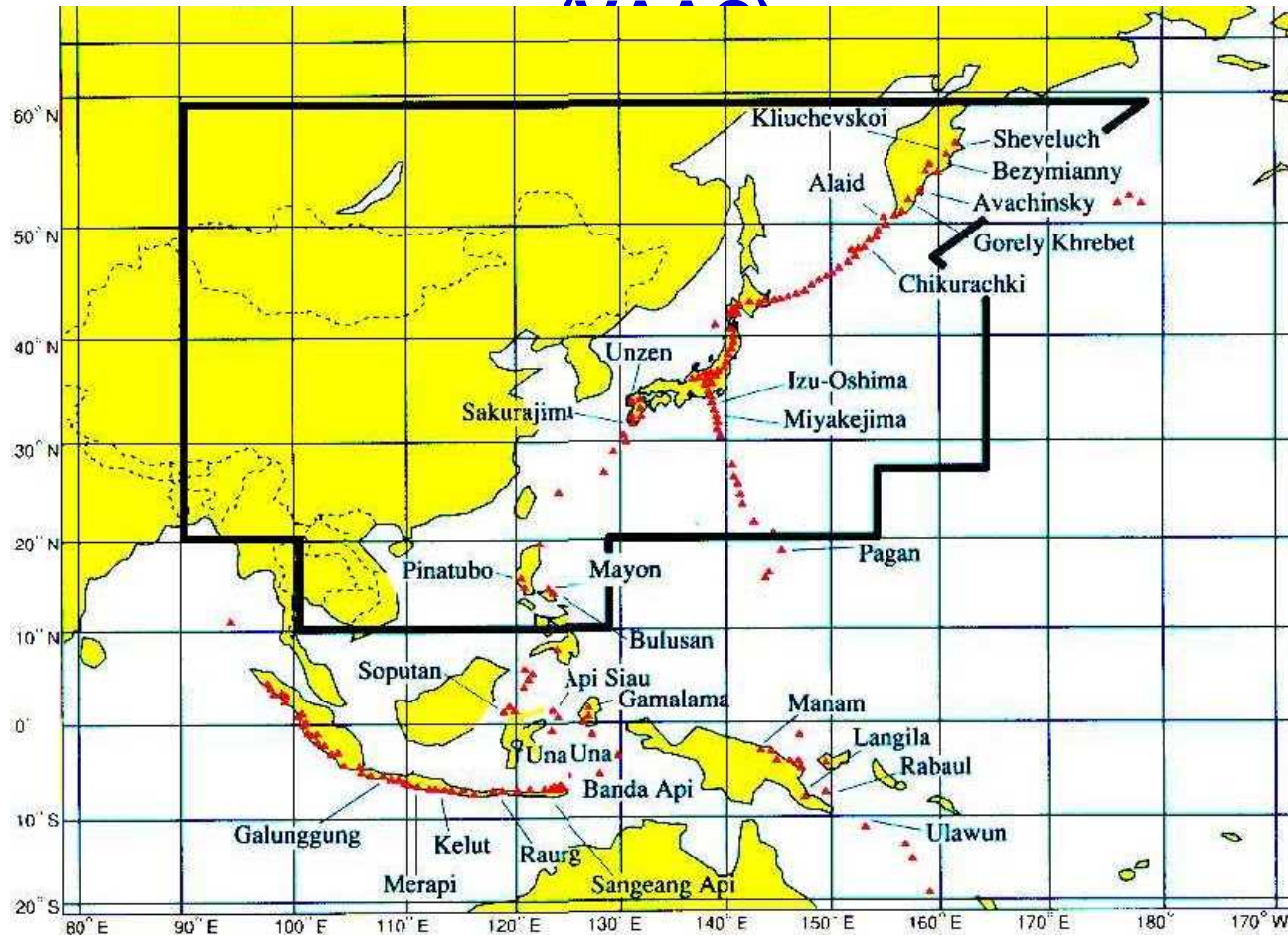


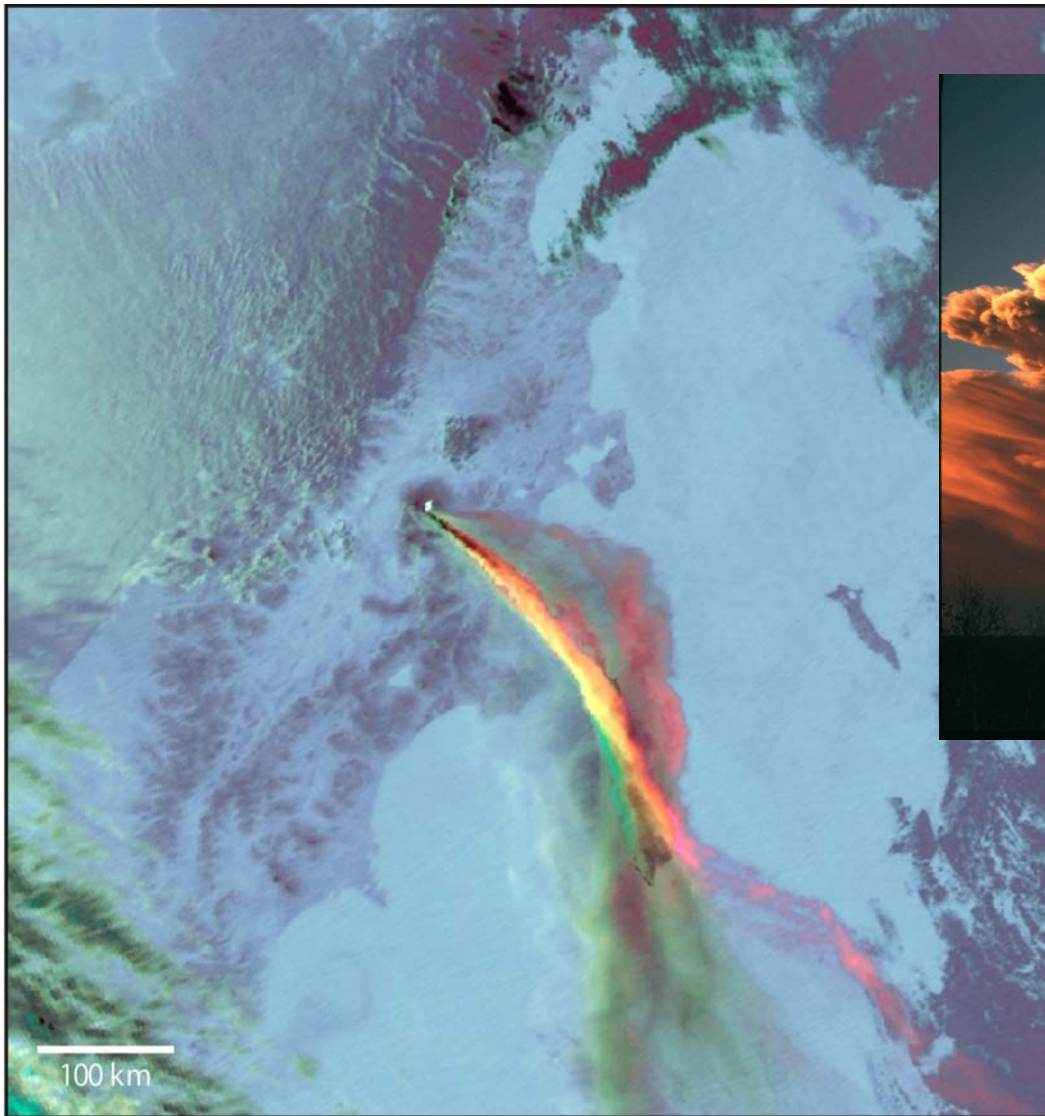
The Kamchatka Volcano Eruption Response Team

- KVERT – официальный и полномочный источник информации об активности вулканов на Камчатке и Северных Курилах, организован в 1993 г.
- Целью KVERT является снижение риска встречи авиатранспорта с пепловыми облаками в северной части Тихоокеанского региона.
- KVERT, как часть ИВиС ДВО РАН, исполняет обязанности Российской Вулканологической Обсерватории – отвечает в России за обеспечение информацией о вулканической деятельности международных аэронавигационных служб и пользователей воздушного пространства.



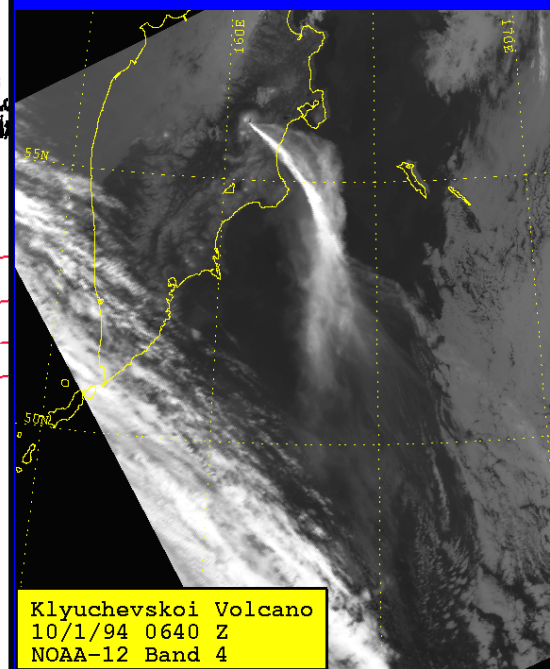
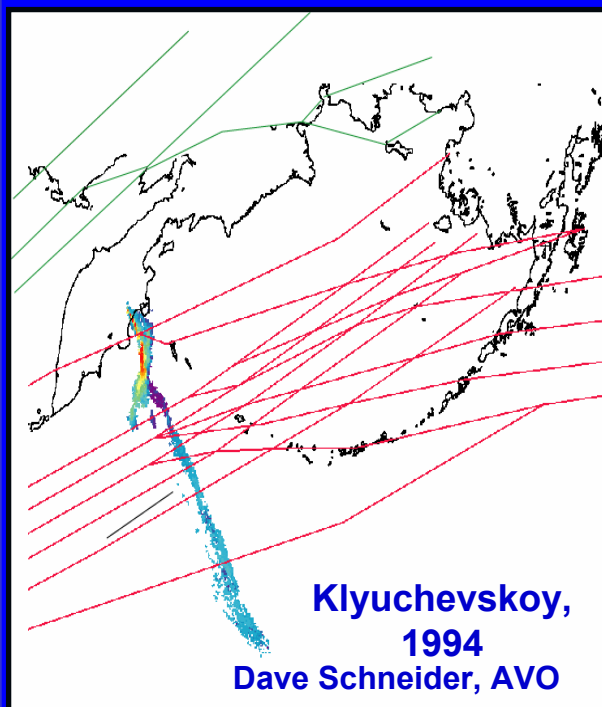
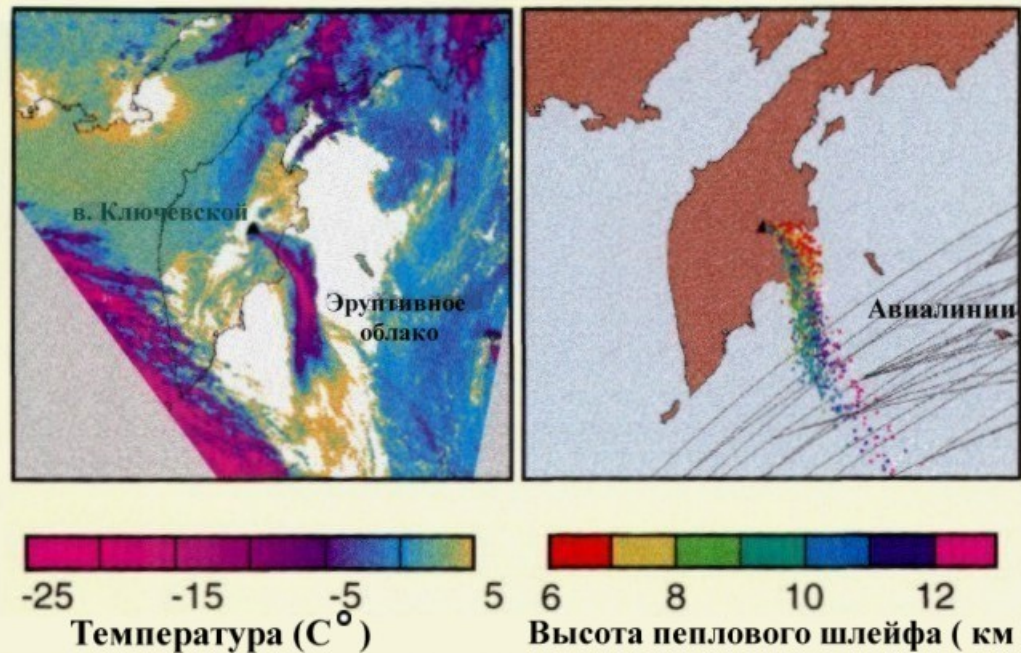
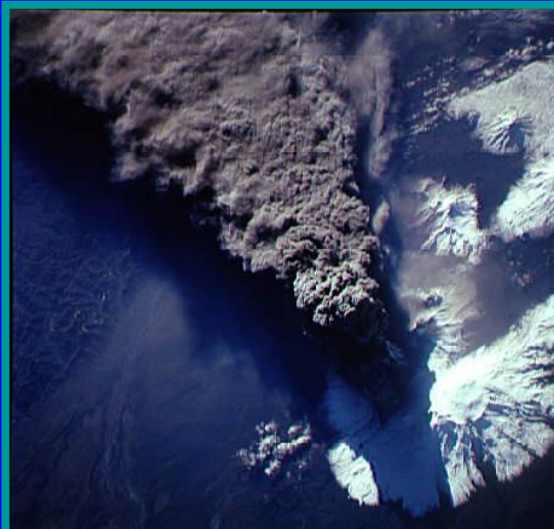
Tokyo Volcanic Ash Advisory Center





1994 Klyuchevskoy eruption
Sensor: AVHRR (NOAA - 12)
Channel: Band 3-4-(4 minus 5)
Date: October 1, 1994

Ключевской, 1994, NASA



Мониторинг вулканов Камчатки и Сев. Курил



10.07.2014., Landsat 8, USA

KVERT выполняет :

- спутниковый мониторинг с 1997 г. (пепловые шлейфы и термальные аномалии)

- визуальный мониторинг с 1993 г.

- видео мониторинг с 2000 г.
(Ключевской, Шивелуч, Безымянный, Корякский, Авачинский, Горелый, Мутновский, Кизимен, Жупановский)

KVERT анализирует

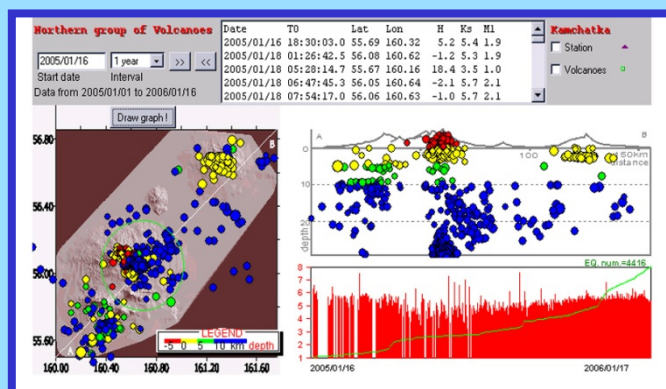
сейсмические данные с 2000 г.

(Ключевской, Шивелуч, Безымянный, Корякский, Авачинский, Горелый, Карымский, Мутновский, Плоский Толбачик, Кизимен, Ушковский)



Institute of volcanology and seismology, KVERT & Weathernews Inc. 2013-10-18 19:14:16

КФГС РАН

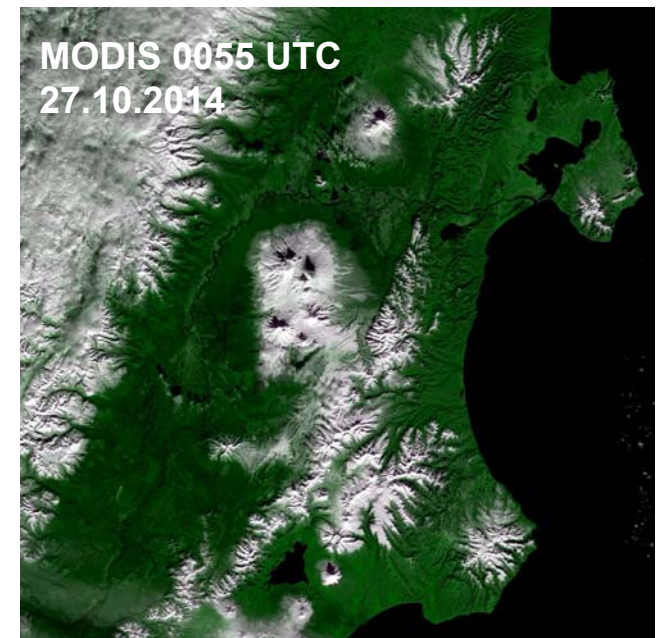




На протяжении более двадцати лет основным источником информации для оперативного мониторинга активности вулканов во всем мире являются данные полярно-орбитальных спутников серии NOAA (AVHRR).



Кроме этого, для мониторинга действующих вулканов в мире используются данные спутников GOES, TERRA и AQUA (MODIS), ASTER и другие.



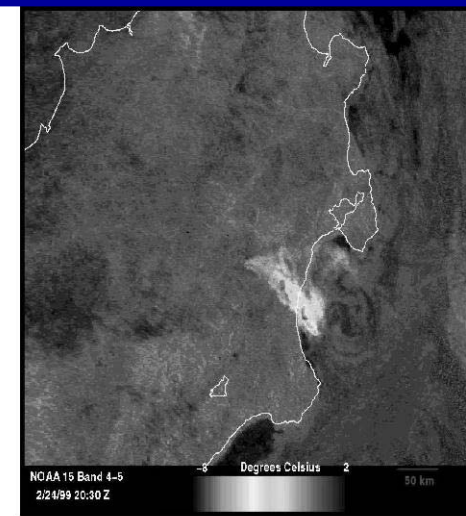
24-25. 02.1999



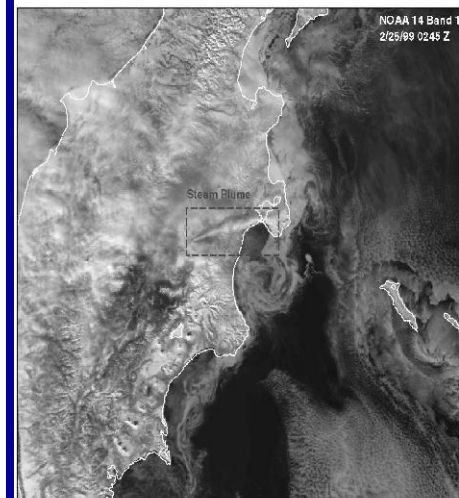
**Bezymianny, 02.08.1989.
Photo by Yu.Demyanchuk**



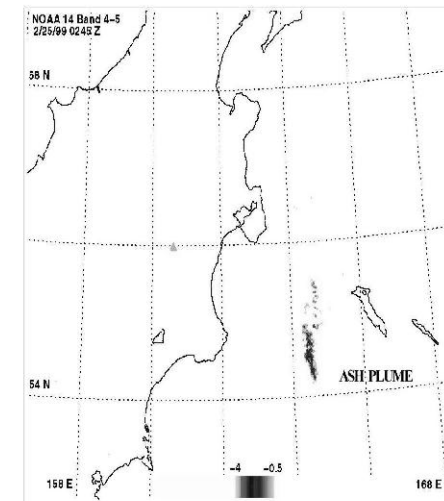
Сильнонасыщенный пепловый шлейф 90 км Ю-В.
5 пикселей 49.5С В-3, фон -30С



Сильнонасыщенный пепловый шлейф 130 км Ю-В(отделен от вул.).
5 пикселей 37.0С В-3, фон -25С



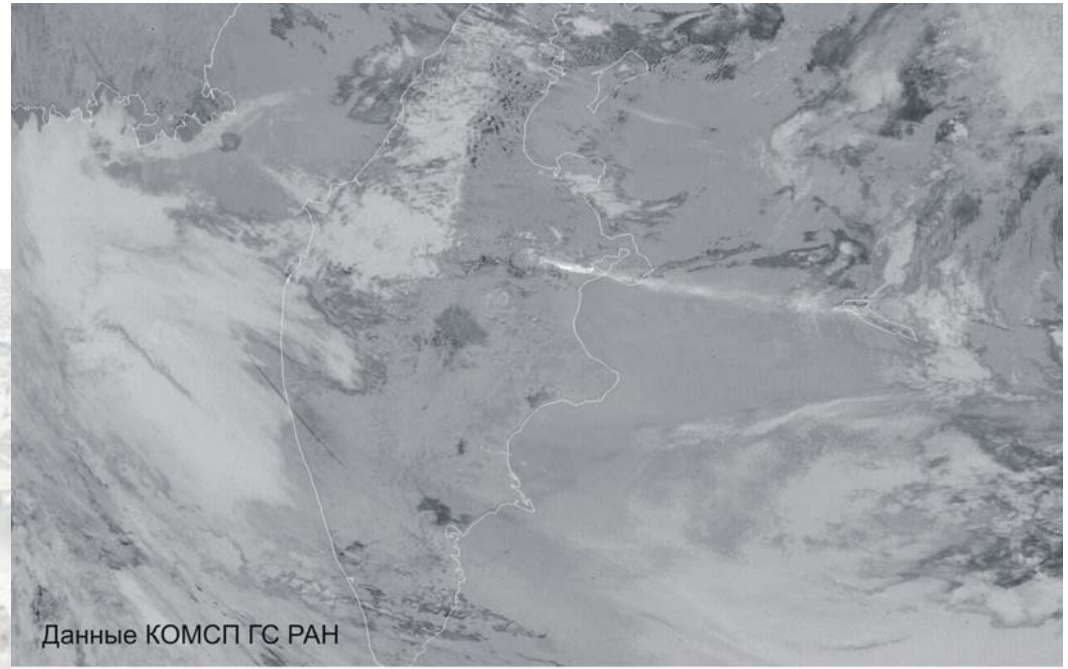
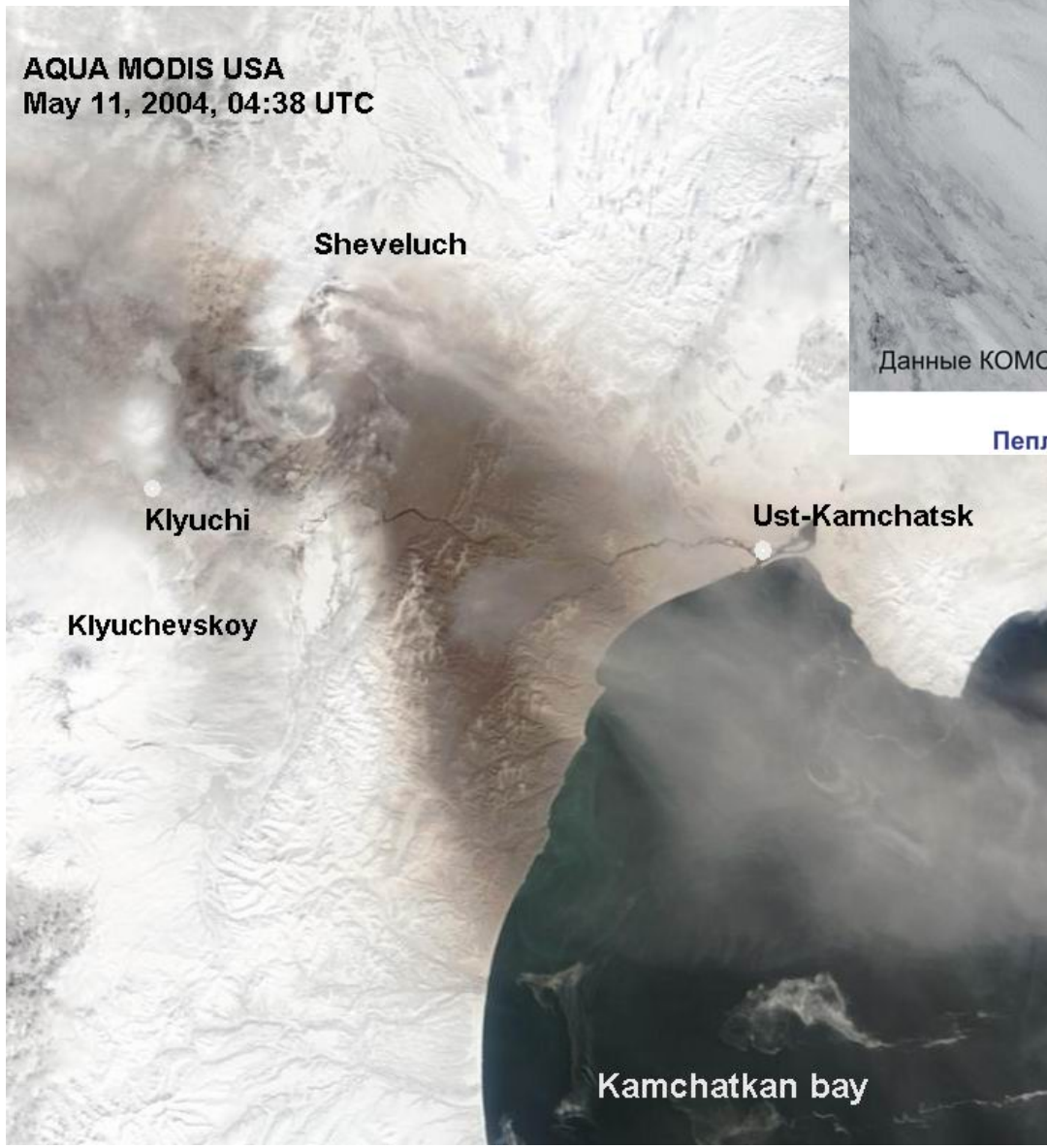
Паро-газовый шлейф, 150 км С-В.



Пепловое облако размером 150x35 км, на расстоянии 300 км на Ю-В от вулкана

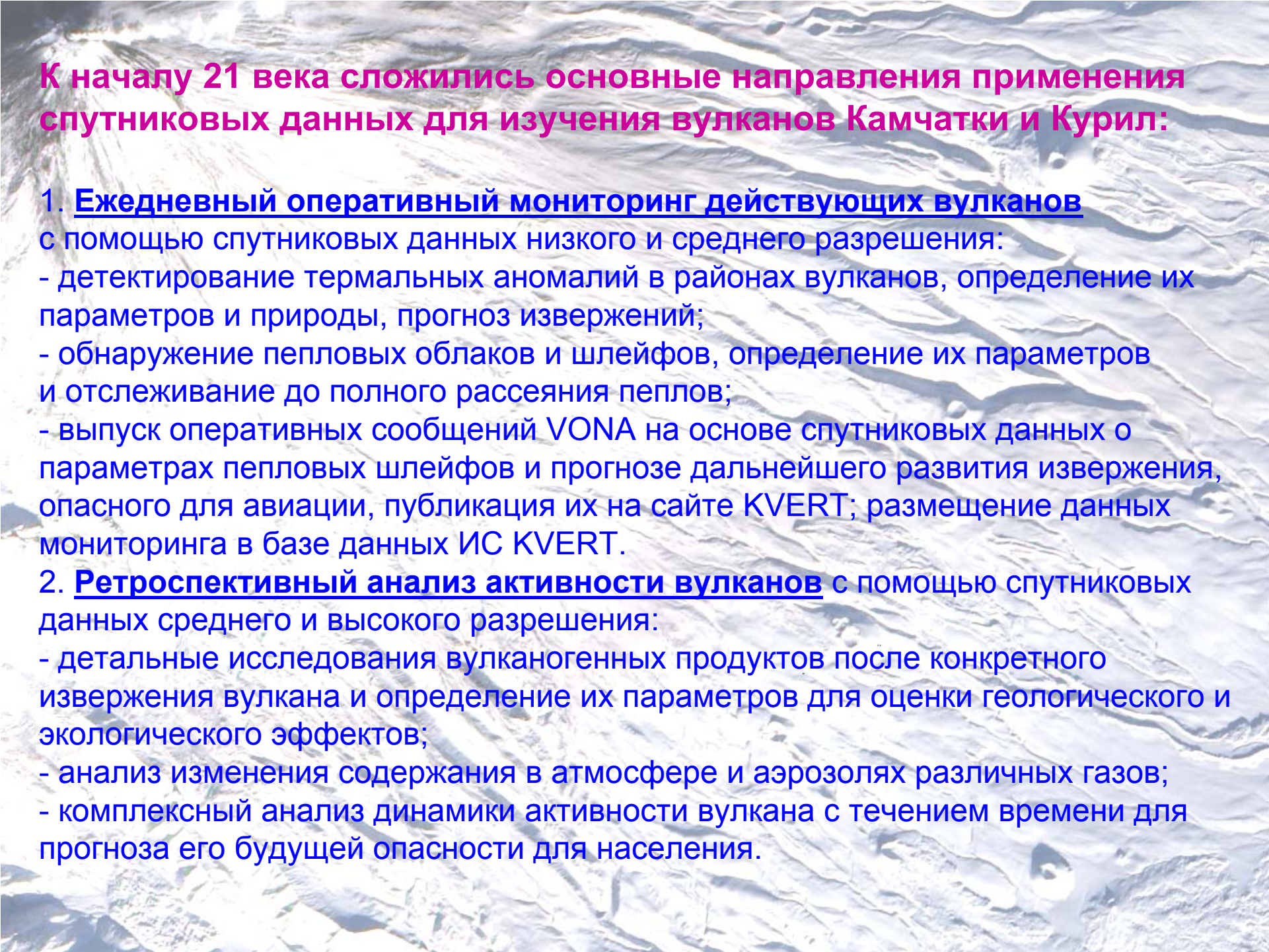
Рис. Извержение вулкана Безымянный

Извержение влк. Шивелуч 9 мая 2004 г.



Пепловая туча протянулась > 500 км до о.Беринга





К началу 21 века сложились основные направления применения спутниковых данных для изучения вулканов Камчатки и Курил:

1. Ежедневный оперативный мониторинг действующих вулканов

с помощью спутниковых данных низкого и среднего разрешения:

- детектирование термальных аномалий в районах вулканов, определение их параметров и природы, прогноз извержений;
- обнаружение пепловых облаков и шлейфов, определение их параметров и отслеживание до полного рассеяния пеплов;
- выпуск оперативных сообщений VONA на основе спутниковых данных о параметрах пепловых шлейфов и прогнозе дальнейшего развития извержения, опасного для авиации, публикация их на сайте KVERT; размещение данных мониторинга в базе данных ИС KVERT.

2. Ретроспективный анализ активности вулканов с помощью спутниковых данных среднего и высокого разрешения:

- детальные исследования вулканогенных продуктов после конкретного извержения вулкана и определение их параметров для оценки геологического и экологического эффектов;
- анализ изменения содержания в атмосфере и аэрозолях различных газов;
- комплексный анализ динамики активности вулкана с течением времени для прогноза его будущей опасности для населения.

Активность влк. Камчатки



Ключевской



© М. Ковалев, 15.10.2013.

Ключевской



Tolbachinsky Dol © Yu. Demyanchuk, 15.12.2012.

Толбачинский дол

Базальтовые вулканы:

лавовые потоки, извержения
Стромболианского и
Вулканского типа

Андезитовые вулканы:

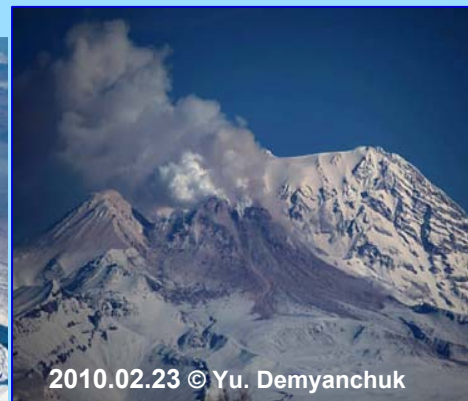
лавовые потоки,
извержения Вулканского
типа, рост экструзий,
пирокластические потоки

Дацитовые вулканы:

лавовые потоки,
извержения Вулканского
типа, рост экструзий,
пирокластические потоки



Кизимен



Шивелуч

Bezumianny

в. Безымянный

рост купола
после извержения 30 марта 1956 г.

© А. Malyshev



Авачинский



Безымянный



Жупановский

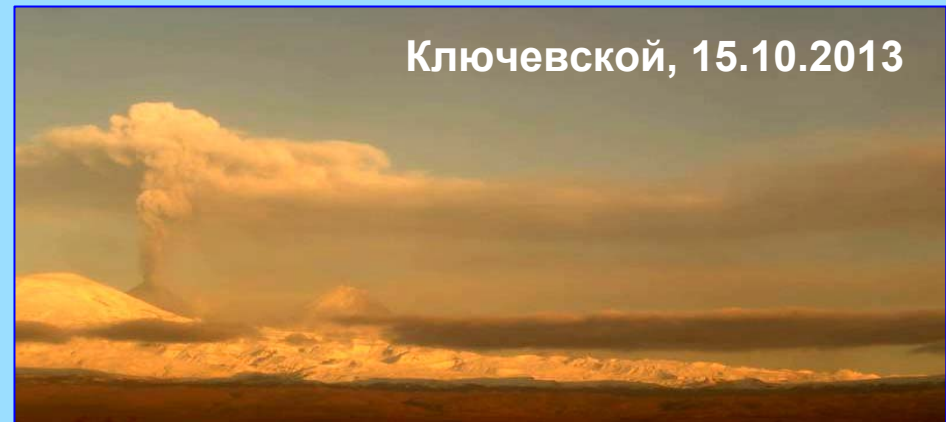
Шивелуч, 2005



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



Безымянный

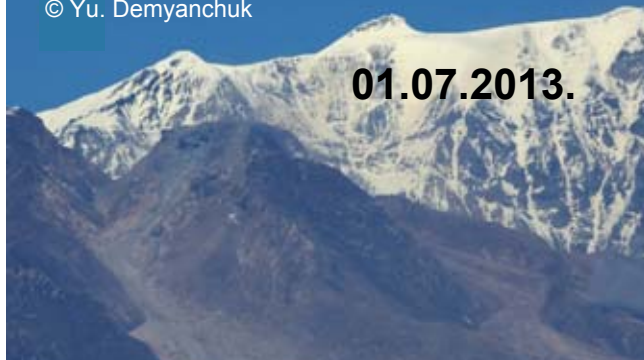


Термальные аномалии в районах вулканов обусловлены:

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

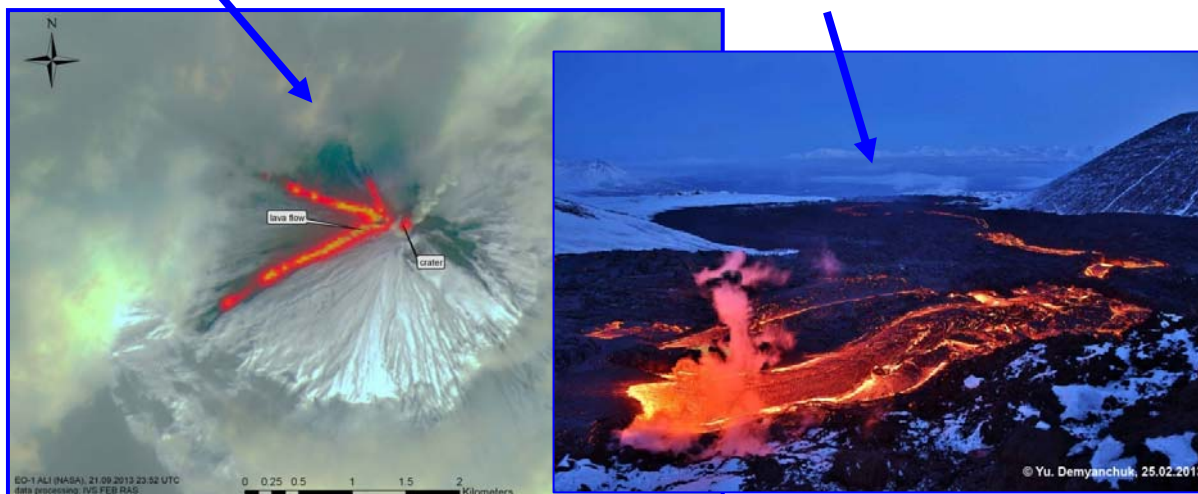


© Yu. Demyanchuk



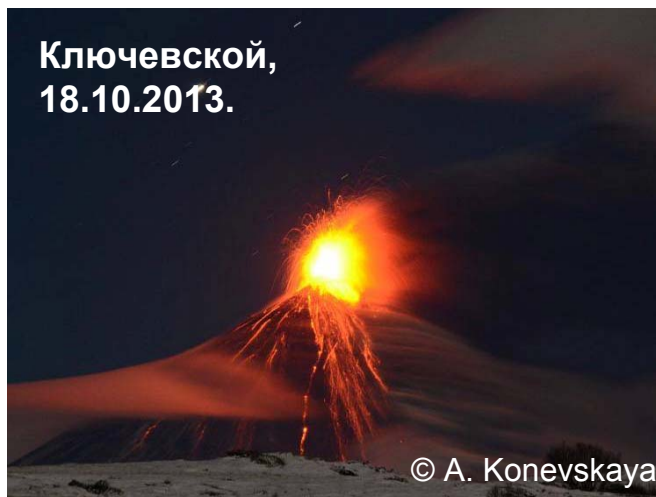
Shiveluch

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



Kizimen

Ключевской,
18.10.2013.



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



Шивелуч

© Г. Теплицкий

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 Метеор М; 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

В 2011 г. создана ИС "Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил (VolSatView)" совместными усилиями специалистов ИВиС ДВО РАН, ИКИ РАН, ВЦ ДВО РАН и ДВ НИЦ Планета. ИС продолжает развиваться. ИС позволяет работать с различными спутниковыми данными низкого, среднего и высокого разрешения.

Непосредственно в веб-интерфейсе VolSatView доступны инструменты:

- для анализа полей температуры, позволяющие мгновенно просматривать значения температуры в каждой точке снимка

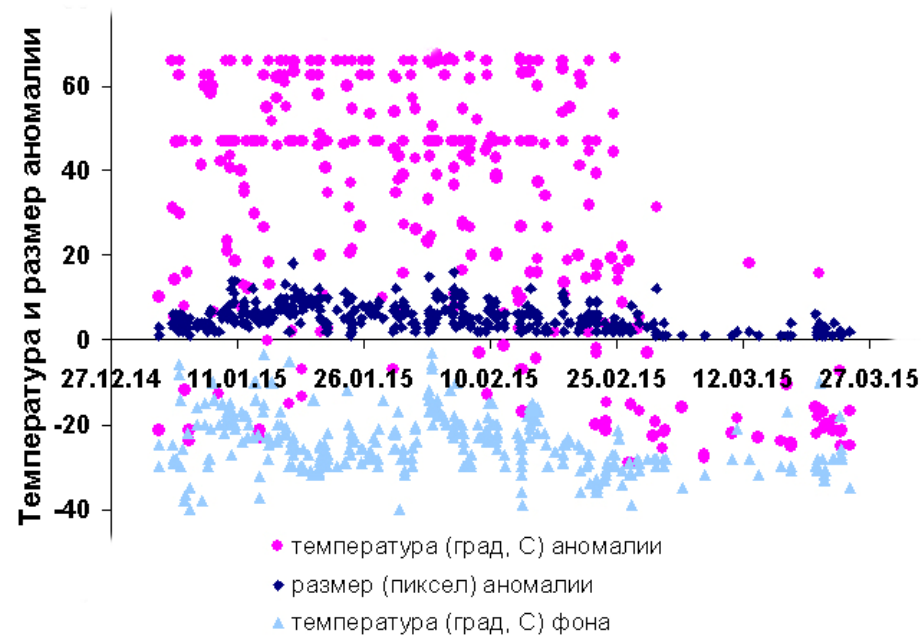
Шивелуч,
извержение 01.01.- 24.03.2015

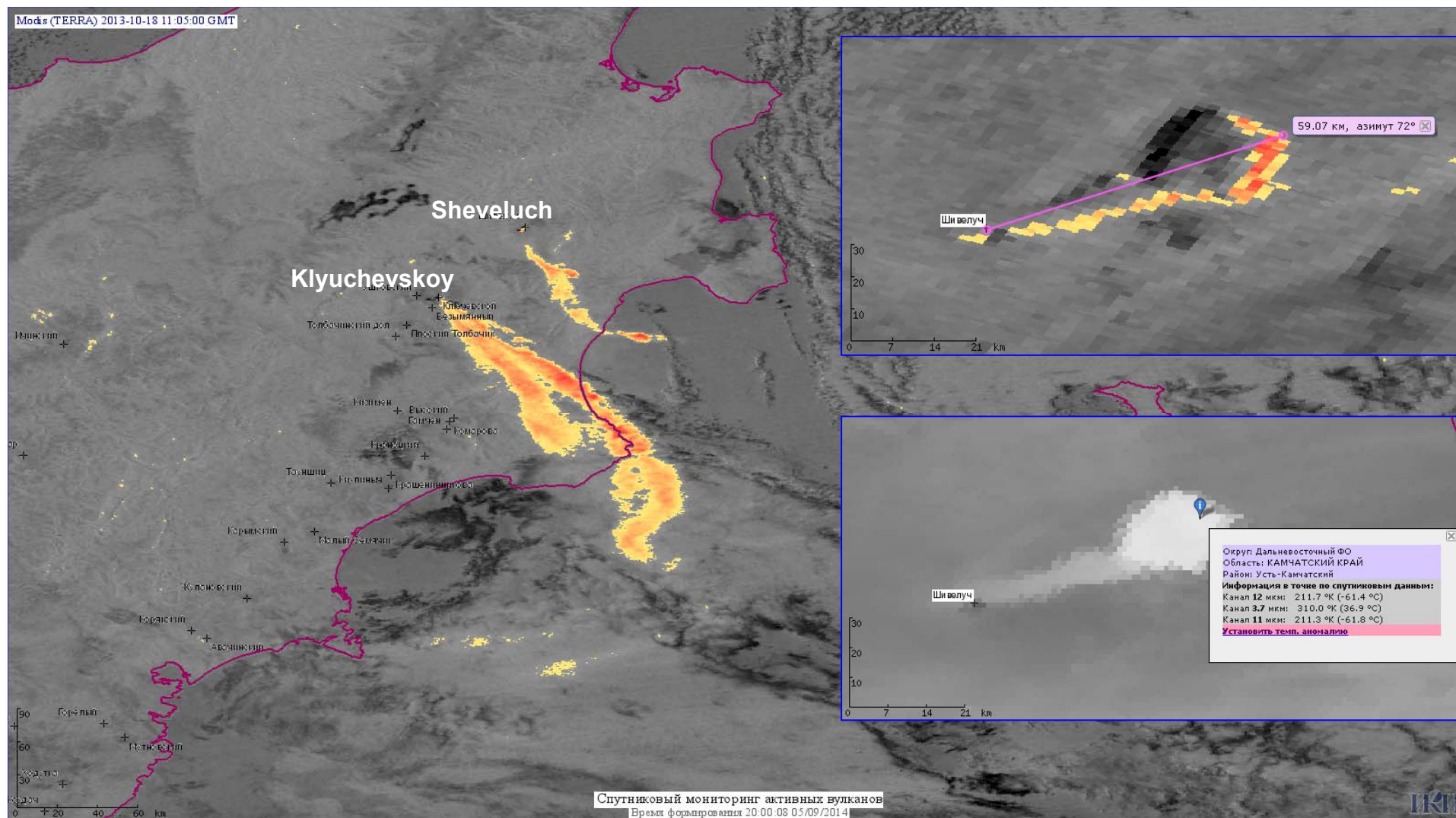
The screenshot shows the VolSatView web interface. The browser address bar displays 'kamchatka.volcanoes.smislab.ru/geocover_v4/volcanoes.sht'. The interface includes a toolbar with various icons and a control panel on the left. The control panel is titled 'Анализ тепловых шлейфов' (Analysis of thermal plumes) and contains the following elements:

- Image selection: 'Изображение: 2015-02-15 15:30:43 AQUA (DVRCPD) - Ке' with buttons 'Начать анализ' and 'Завершить'.
- Map settings: 'Название применяемой палитры: «Черно-белая»'.
- Coloring options: 'Окрашивать: Выше установленного порога Ниже'.
- Threshold settings: 'Установка порога (в градусах Цельсия)' with a slider between 46.9 and -73.1, and a 'Обросить' button.
- Analysis options: 'Сделать прозрачными области со значениями вне анализируемого диапазона' and 'Переводить градусы Кельвина в градусы Цельсия'.
- Cursor value: 'Значение в точке курсора (в градусах Цельсия) 19.1', which is circled in red.

The main map area shows a grayscale satellite image of the Shiveluch volcano region. Several locations are marked with '+' symbols and labeled: 'Ущелье', 'Ключевской', 'Безымянный', 'Плосина Толбочик', and 'Безымянный дол'. A red arrow points to the 'Ключевской' location. A vertical scale on the left of the map ranges from 0 to 27 km.

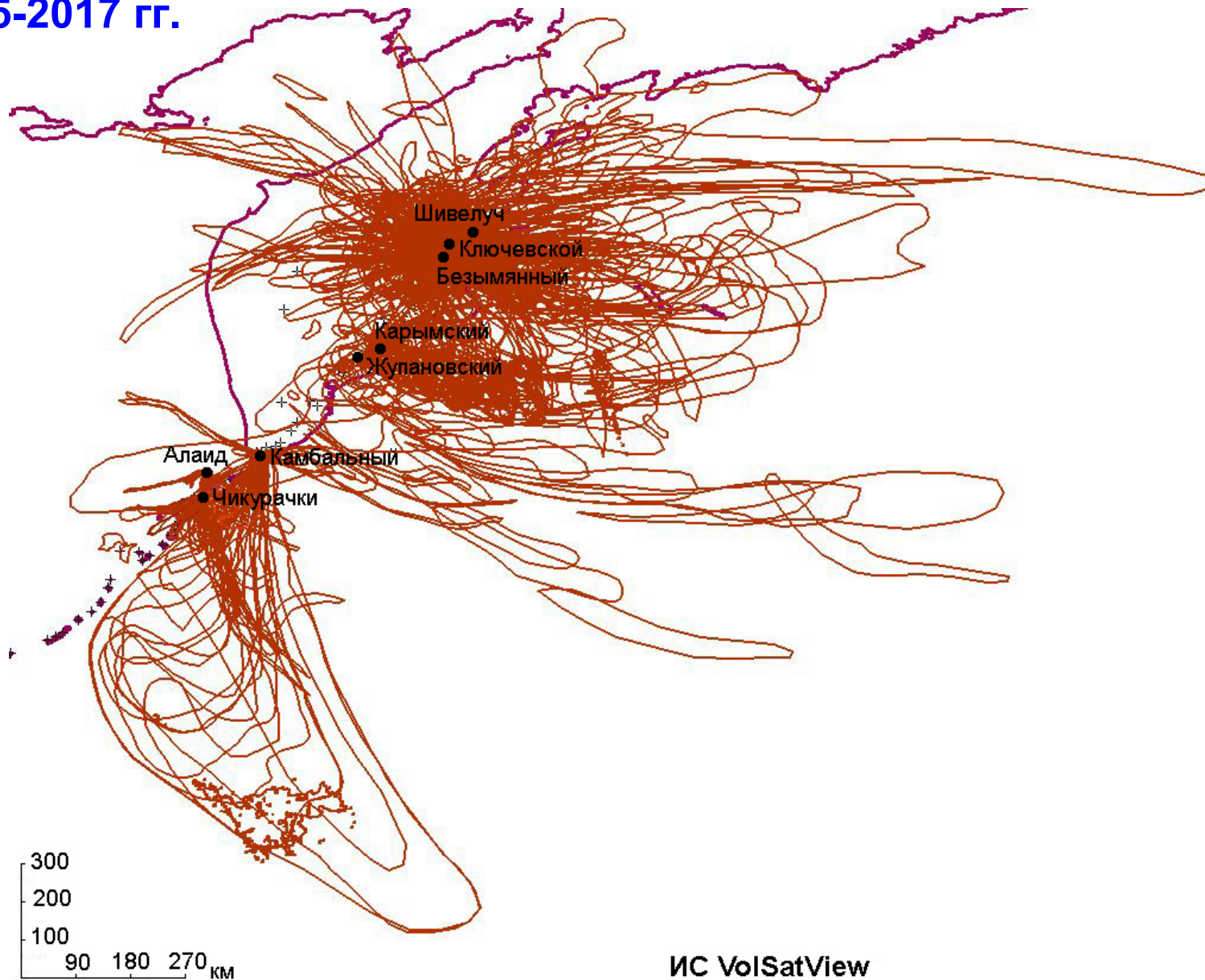
Температура
аномалии

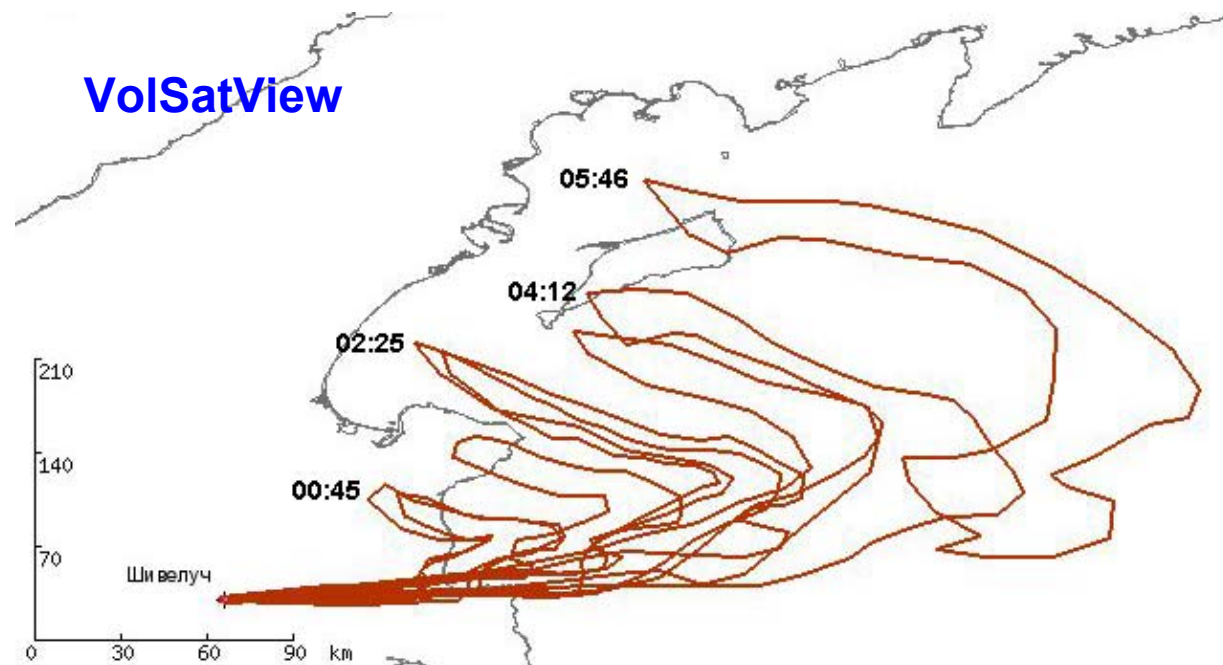




ИС VoISatView созданы инструменты, позволяющие выделять пепловые облака и шлейфы, определять их длину и азимут распространения, температуру шлейфа для определения его высоты по атм. профилю, анализировать их временные серии, заносить в базу данных с автоматическим расчетом площади пеплового шлейфа.

Визуализация в ИС VoISatView распространения пепловых облаков от вулканов Камчатки и Северных Курил при извержениях в 2015-2017 гг.





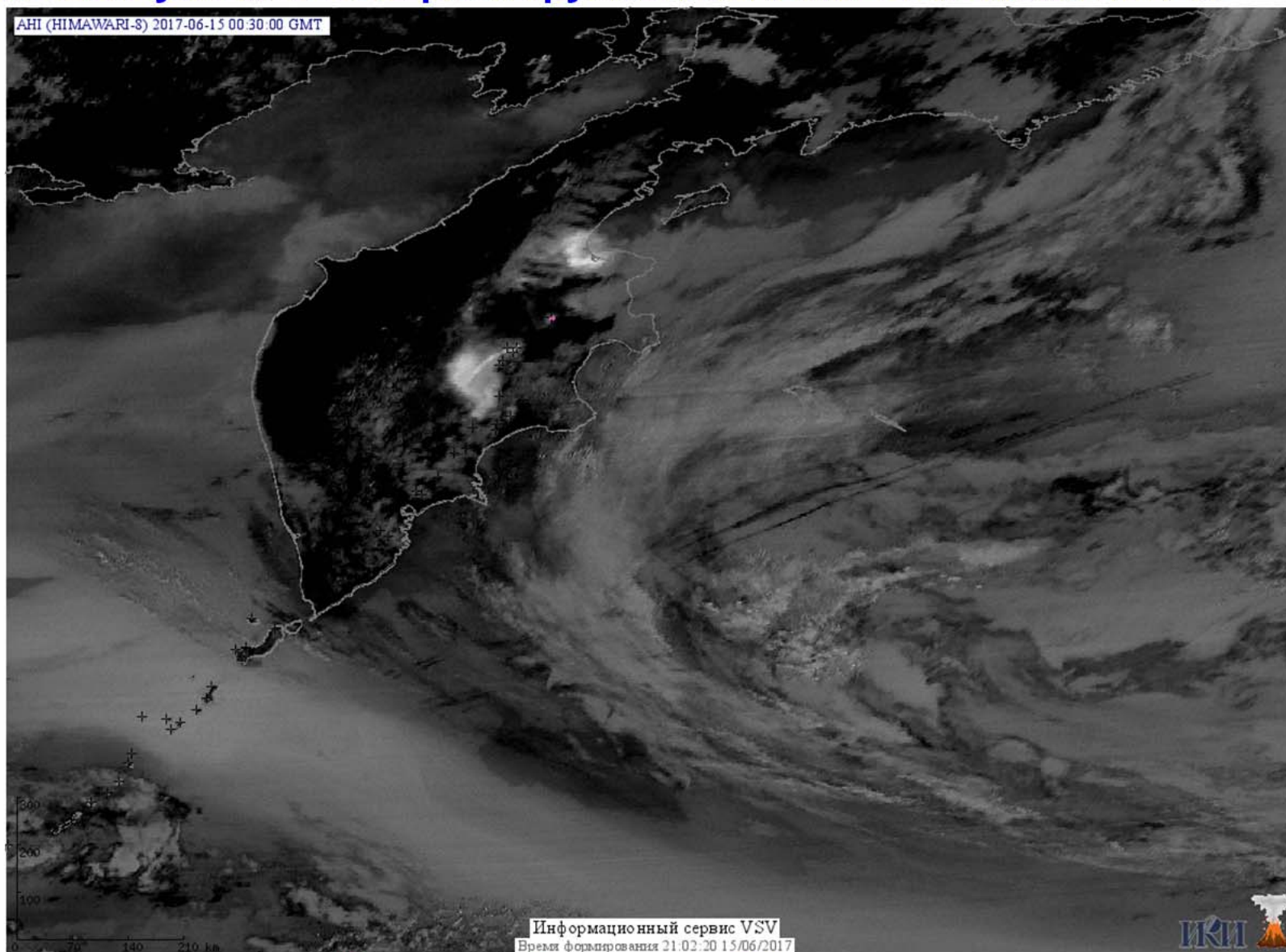
Кромка пеплового шлейфа перемещалась со средней скоростью 59 км/ч, средняя скорость приращения площади пеплового шлейфа составила 492 км²/ч.

Изменение с течением времени параметров пеплового шлейфа вулкана Шивелуч после эксплозивного события в 22:21 UTC 22 ноября 2014 г. по данным ИС VolSatView

Спутник	23.11.2014. время снимка, UTC	Время с начала события, мин	Протяженность шлейфа, км	Площадь шлейфа, км ²	Скорость распространения шлейфа, км/ч	Скорость приращения площади шлейфа, км ² /ч
AQUA	0045	144	146,5	2825,4	61	
Suomi NPP	0134	193	198,6	4441,8	62	502
AQUA	0225	244	249,5	7156,0	61	667
Suomi NPP	0311	290	286,0	9644,8	59	515
NOAA 18	0412	351	330,7	12455,5	56	480
NOAA 18	0546	445	422,4	14646,7	57	295

Активность вулканов Северной группы Камчатки 14-18 июня 2017 г.

Гирина О.А., Лулян Е.А., Мельников Д.В., Маневич А.Г., Кашницкий А.В., Бриль А.А., Сорокин А.А. Извержения Северной группы вулканов Камчатки 14–18 июня 2017 года // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 3. С. 317-323. doi: 10.211046/2070-7401-2017-14-3-317-323



Непрерывное извержение влк. **Ключевской** - пепел до 7.5 км н.у.м.; **шесть** **эксплозивных** **событий** **влк. Шивелуч** (первое в 16:20 GMT 14 июня - пепел до 12 км н.у.м.); **эксплозивное** **событие** **влк. Безымянный** в 04:53 GMT 16 июня - пепел до 12 км н.у.м.

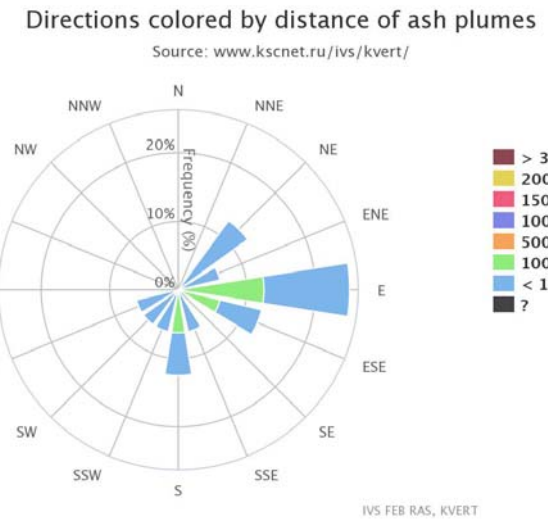
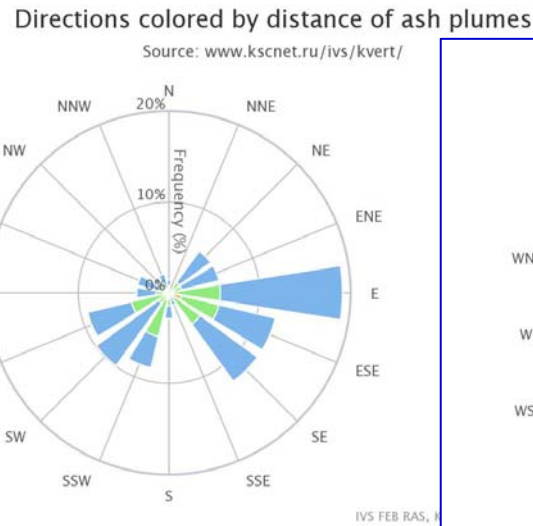
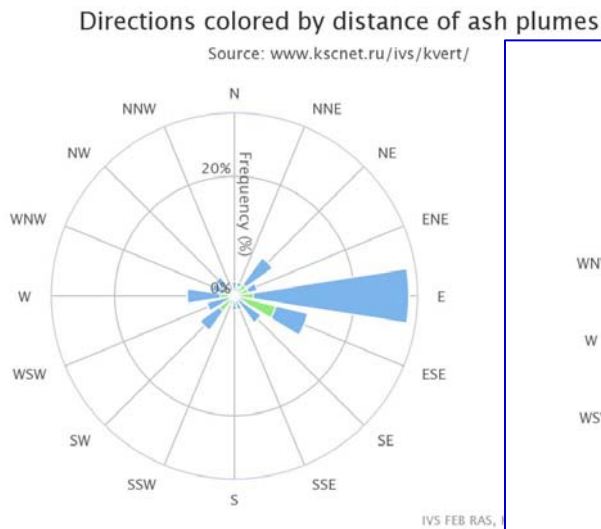
<http://kamchatka.volcanoes.smislab.ru/animation/sample.gif>

Направления перемещения пепловых шлейфов в 2016-2017

Шивелуч

Ключевской

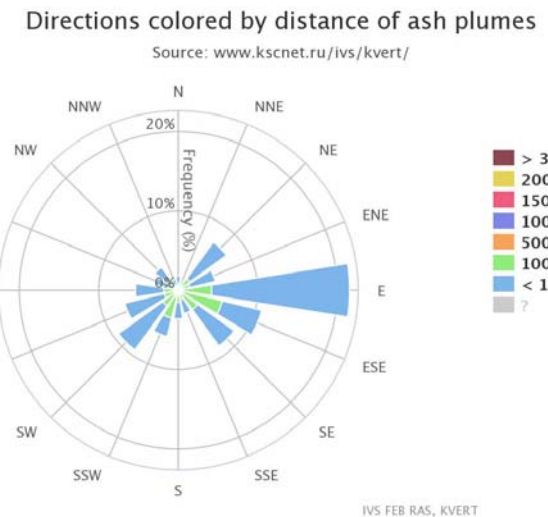
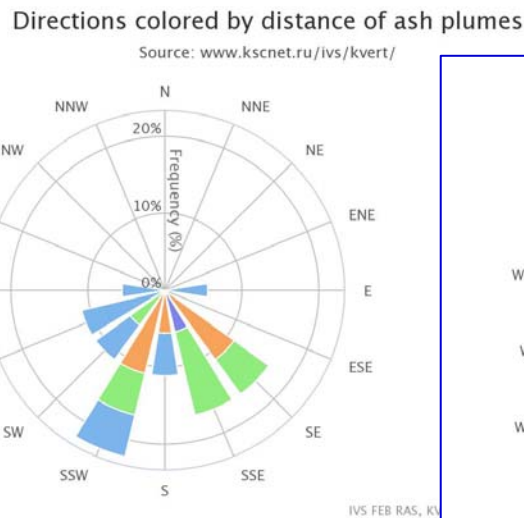
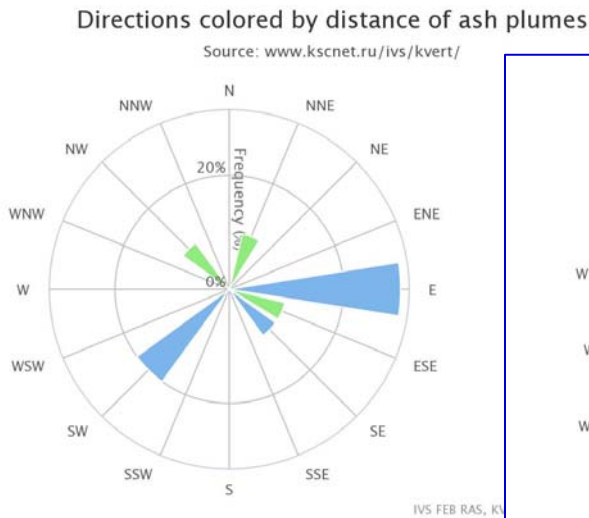
Карымский



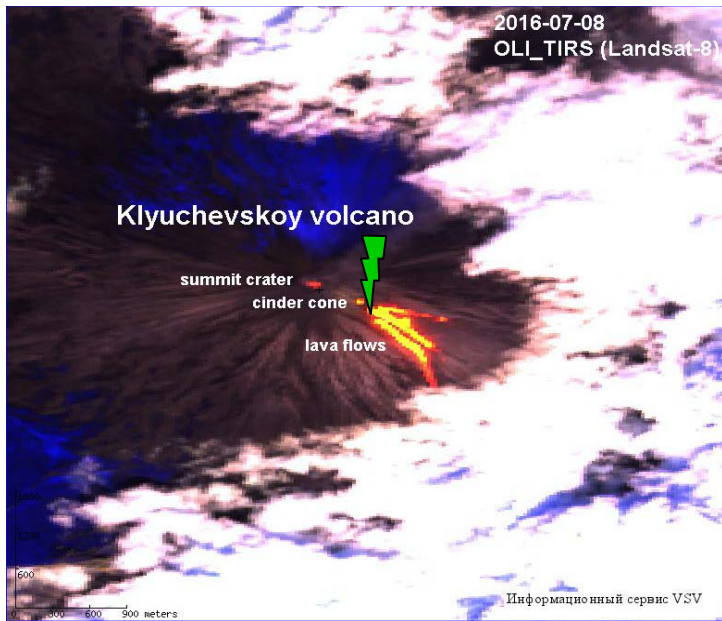
Жупановский

Камбальный

Все вулканы




KVERT data



Непосредственно в web-интерфейсе
VoISatView доступны инструменты
для анализа временных серий
данных и визуализации результатов
за определенный период времени.

Ключевской, извержение 03.04.-06.11.2016

 - точка
анализа
серий
данных

Объект Легенда

UTC +0 UTC +3 UTC +6 UTC +12

24 часа диапазон

За дату: 2016-07-08

Доступные объекты:

- Точка (160.655675° в. д., 56.072435° с. ш.)

Показатель:

- B01(470 нм, 1000 м)
- B02(510 нм, 1000 м)
- B03(640 нм, 500 м)
- B04(860 нм, 1000 м)
- B06(2300 нм, 3000 м)
- B07(3900 нм, 2000 м)
- B14(11200 нм, 2000 м)
- B15(12400 нм, 2000 м)

24 часа



Ключевской, извержение 03.04.-06.11.2016



© А.Матвеев



© С.Макурин

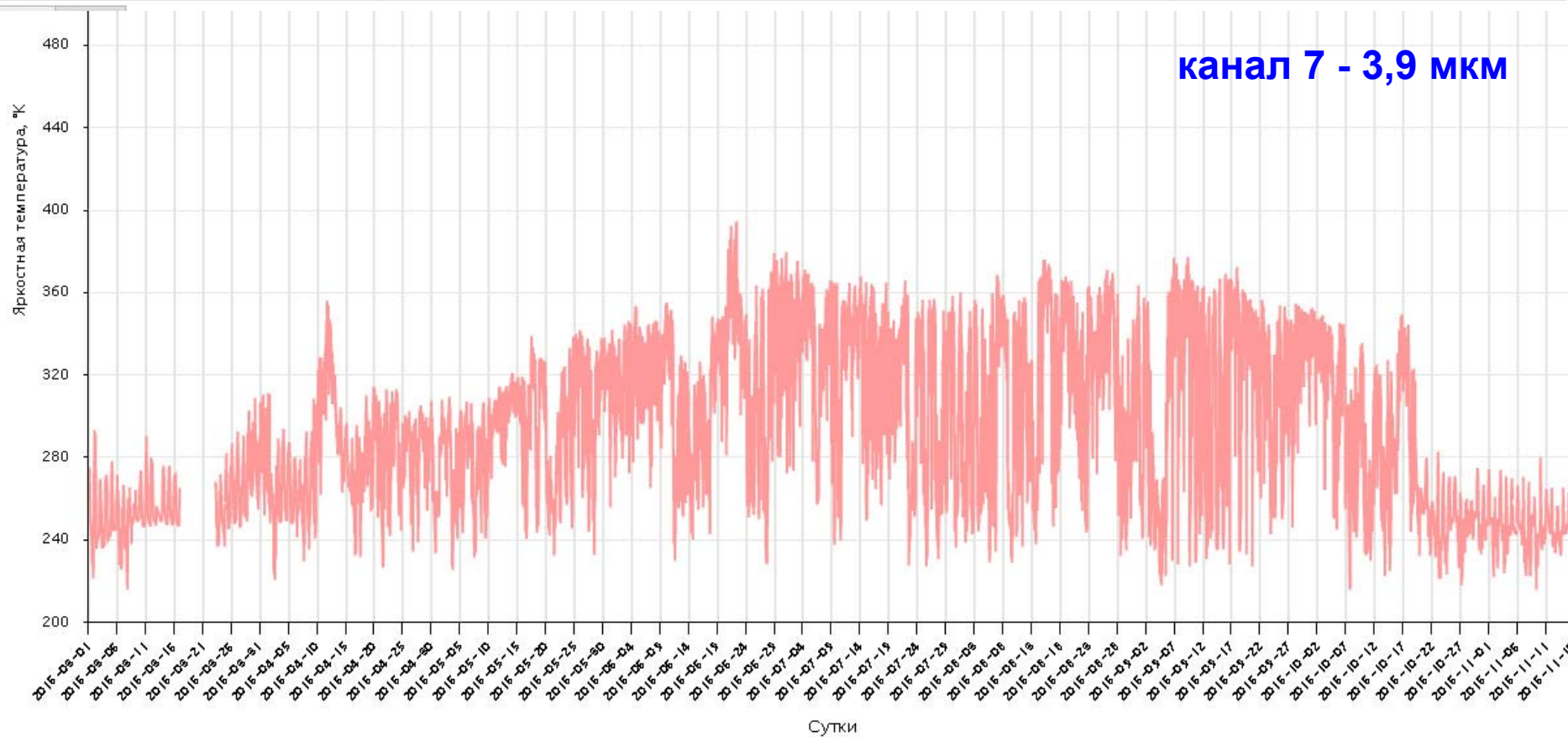


© А Биченко



VolSatView

Информационный сервис «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курилы»





В VolSatView осуществлена интеграция с ИС KVERT и VOKKIA (ИВиС ДВО РАН) и АИС Сигнал (ВЦ ДВО РАН), позволяющая выполнять прогнозирование распространения пепловых облаков в атмосфере для снижения опасности авиаперевозок при взрывчатых извержениях вулканов в регионе

VolSatView

↓
KVERT

↓
Signal

↓
KVERT

↓
VolSatView

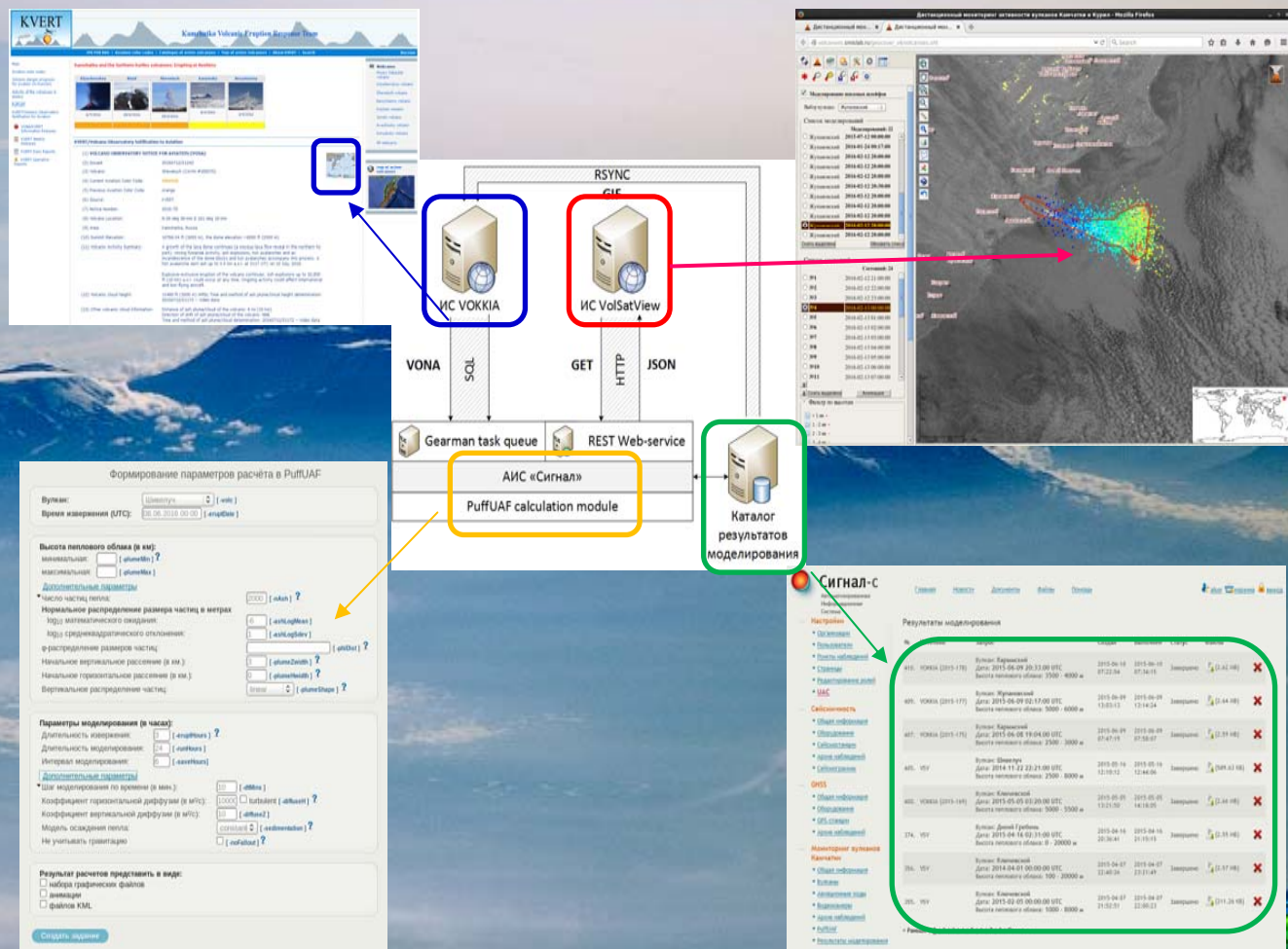


Рис. из статьи: Сорокин А.А., Королев С.П., Гирина О.А., Балашов И.В., Ефремов В.Ю., Романова И.М., Мальковский С.И. Интегрированная программная платформа для комплексного анализа распространения пепловых шлейфов при взрывчатых извержениях вулканов Камчатки // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 4. С. 9–19. doi: 10.21046/2070-7401-2016-13-4-9-19



KVERT-VONA: предупреждение об опасности

Kamchatka Volcanic Eruption Response Team

IVS FEB RAS | Aviation color codes | Catalogue of active volcanoes | Map of active volcanoes | About KVERT | Search

Russian

- Main
- Aviation color codes
- Volcanic danger prognosis for aviation (in Russian)
- Activity of the volcanoes in photos
- [PuffUAF](#)
- KVERT/Volcano Observatory Notification for Aviation
- VONA/KVERT Information Releases
- KVERT Weekly Releases
- KVERT Daily Reports
- KVERT Operative Reports

Kamchatka and the Northern Kuriles volcanoes: Erupting or Restless

Klyuchevskoy	Alaid	Sheveluch	Karymsky	Bezymianny
				
6/7/2016	28/4/2016	28/2/2016	8/4/2016	3/4/2016

KVERT/Volcano Observatory Notification to Aviation

(1) VOLCANO OBSERVATORY NOTICE FOR AVIATION (VONA)

- (2) Issued: 20160712/2124Z
- (3) Volcano: Sheveluch (CAVW #300270)
- (4) Current Aviation Color Code: **ORANGE**
- (5) Previous Aviation Color Code: orange
- (6) Source: KVERT
- (7) Notice Number: 2016-70
- (8) Volcano Location: N 56 deg 38 min E 161 deg 18 min
- (9) Area: Kamchatka, Russia
- (10) Summit Elevation: 10768.24 ft (3283 m), the dome elevation ~8200 ft (2500 m)
- (11) Volcanic Activity Summary: A growth of the lava dome continues (a viscous lava flow reveal in the northern its part), strong fumarole activity, ash explosions, hot avalanches and an incandescence of the dome blocks and hot avalanches accompany this process. A hot avalanche sent ash up to 3.5 km a.s.l. at 2117 UTC on 12 July, 2016.



Explosive-extrusive eruption of the volcano continues. Ash explosions up to 32,800 ft (10 km) a.s.l. could occur at any time. Ongoing activity could affect international and low-flying aircraft.

- (12) Volcanic cloud height: 11480 ft (3500 m) AMSL Time and method of ash plume/cloud height determination: 20160712/2117Z - Video data
- (13) Other volcanic cloud information: Distance of ash plume/cloud of the volcano: 6 mi (10 km)
Direction of drift of ash plume/cloud of the volcano: NNE
Time and method of ash plume/cloud determination: 20160712/2117Z - Video data

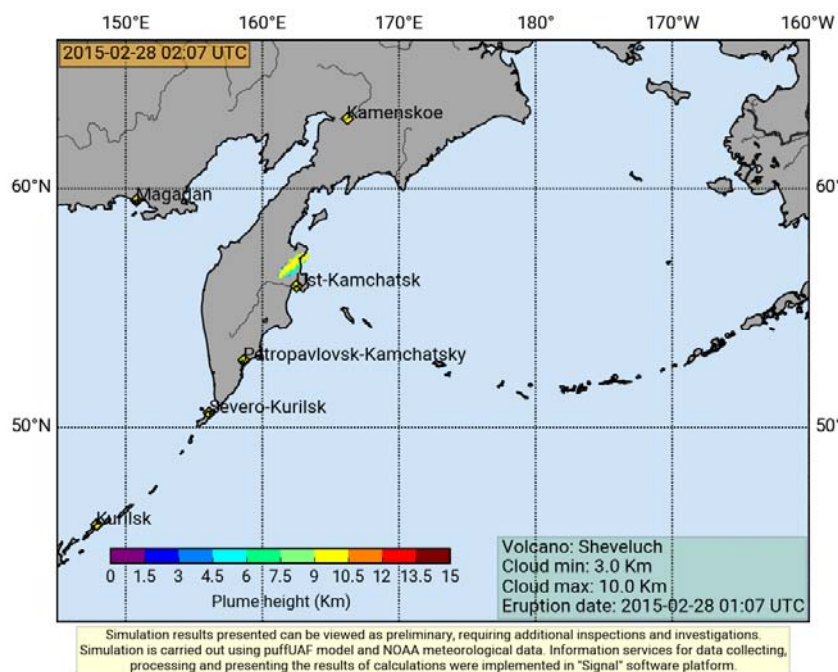
- Webcams:
 - Plosky Tolbachik volcano
 - Klyuchevskoy volcano
 - Sheveluch volcano
 - Bezymianny volcano
 - Kizimen volcano
 - Gorely volcano
 - Avachinsky volcano
 - Koryaksky volcano
 - All webcams



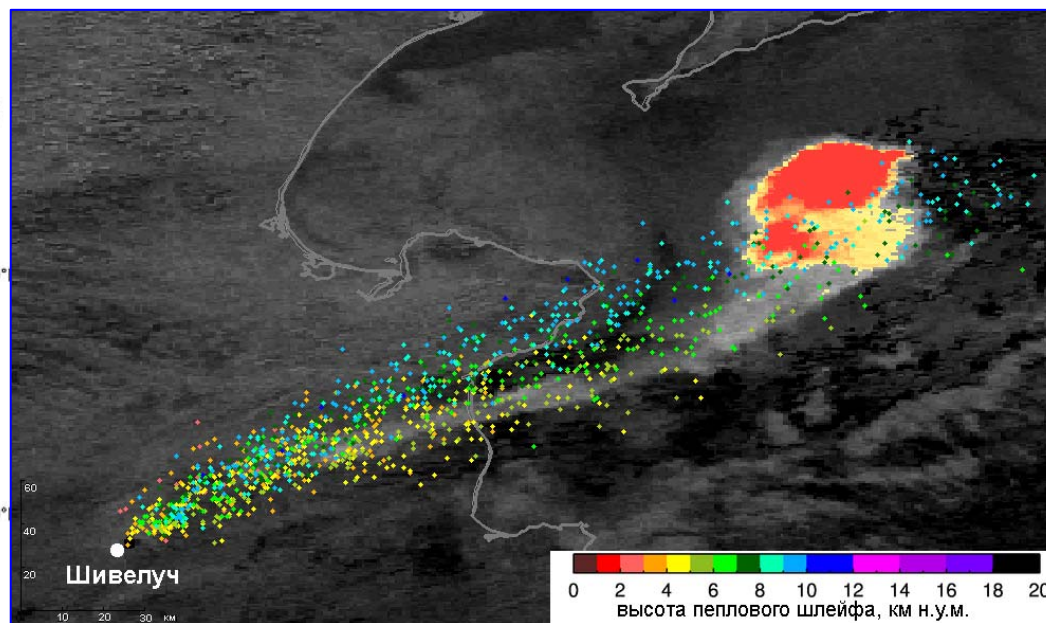
<http://www.kscnet.ru/ivs/kvert>

Автоматическое моделирование траектории движения облака пепла на основе этих данных

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.

Scheme of monitoring volcanic danger at Kamchatka and Northern Kuriles

Predict
of danger

Elizovo AMC, VAACs (Tokyo, Anchorage, Washington, Montreal, Darwin), Aviation authorities of the Pacific region, Russia Ministry of Emergency, IVS FEB RAS, Alaska Volcano Observatory, et al.

Analysis

Elizovo Airport
Meteorological
Center

KVERT
**Appreciation of current
volcanic activity**

Russia Ministry
of Emergency

Exchange of opinions if necessary

Information
Resources

Visual, video, satellite, historical, geological,
petrological and geophysical data from
Institute of Volcanology and Seismology
FED RAS

Satellite data from
IS VolSatView

Satellite data from
KamMeteo

Seismic data for yesterday,
video and visual data from
KB GS RAS

visual data
from tourists,
mountain
hikers et al.

visual data from meteo-stations
and pilots from Elizovo AMC

Активность вулканов в 1993-2017 гг.

15 вулканов



Извержения вулканов Камчатки и Северных Курил в 1993-2017 гг. (81 сильное извержение за 24 года) (по данным KVERT)*

Volcano	eruption	data
Sheveluch	8 strong	1993-2017; strong events : 22.04.1993; 19.05.2001; 09.05.2004; 28.02.2005; 22.09.2005; 29.03.2007; 27.10.2010; 14.06.2017.
Klyuchevskoy	15	15.03.1993 – 02.10.1994; 02-04.1995; 01-09.1997; 02-09.1998; 05-12.1999; 22.03.2003 - 03.03.2004; 10.01-03.04.2005; 15.02-26.07.2007; 16.10.2008 - 29.01.2009; 18.09.2009 - 01.10.2010; 01.09.2012 - 15.01.2013; 15.08-15.12.2013; 01.01.-24.03.2015; 03.04.-06.11.2016; 02.03.-30.08.2017;
Bezymianny	28	1993-2012; strong events : 20-23.10.1993; 05.10.1995; 09.05.1997; 05.12.1997; 24.02.1999; 13.03.2000; 01.11.2000; 06.08.2001; 16.12.2001; 25.12.2002; 26.07.2003; 13.01.2004; 18.06.2004; 11.01.2005; 30.11.2005; 09.05.2006; 24.12.2006; 11.05.2007; 14-15.10.2007; 05.11.2007; 19.08.2008; 16-17.12.2009; 31.05.2010; 13.04.2011; 08.03.2012; 01.09.2012; 09.04.2017.; 16.06.2017.
Tolbachik	1	27.11.2012 - 09.2013;
Kizimen	1	09.12.2010 - 09.12.2013;
Karymsky	3 strong	1996-2017, strong events: 02.01.1996; 13-14.05.2006; 12.08.2017.
Zhupanovsky	3	06.06.2014. – 24.03.2016; 20.11.2016; 16.09.2017;
Avachinsky	1	05.10.2001;
Koryaksky	1	20.12.2008 – 26.08.2009;
Gorely	1	07.2010 – 2013;
Mutnovsky	4	17.03.2000; 29.06.2000; 17.04.2007; 03.07.2013;
Kambalny	1	24.03.-11.04.2017;
Alaid	2	06.10-12.12.2012; 01.10.2015.-10.08.2016;
Ebeko	4	1998; 07.2005; 29.01-09.04.2009; 18.10.2016. - continues
Chikurachki	9	25.01-01.05.2002; 17.04-16.06.2003; 10.03-07.04.2005; 04.03-07.04.2007; 19.08-20.10.2007; 29.07-15.08.2008; 15.02-19.02.2015; 28-31.03.2016; 18-30.08.2016;

* KVERT information: <http://www.kscnet.ru/ivs/kvert/van/> * Гордеев Е.И., Гурина О.А., 2014, doi: 10.7868/S0869587314020121

Дальнейшее развитие спутникового мониторинга вулканов планируется по следующим направлениям:

- совершенствование анализа непрерывных временных рядов спутниковых наблюдений за динамикой термальных аномалий на вулканах для автоматизированного:

а) определения интенсивности и опасности извержения вулкана, напрямую связанного с расходом изверженного материала;

б) установления триггера эксплозивного извержения каждого из активных вулканов;

- совершенствование анализа пепловых облаков для их автоматизированного детектирования на спутниковых снимках;

- разработка методов принятия оперативных решений о степени опасности эксплозивного извержения на основе анализа ретроспективных вулканологических и спутниковых данных.

Спасибо за внимание!

**Авторы выражают искреннюю
благодарность коллегам из ИКИ РАН,
ВЦ ДВО РАН и ДЦ НИЦ Планета
за совместную работу над созданием
и развитием ИС VolSatView**

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



© Д. Будьков

© А. Лобашевский