

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ СО СПУТНИКОВЫМИ ДАННЫМИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА АКТИВНОСТИ ВУЛКАНОВ КАМЧАТКИ И КУРИЛ НА ПРИМЕРЕ СПУТНИКОВОГО СЕРВИСА VOLSATVIEW

*Ефремов В.Ю.¹, Лупян Е.А.¹, Матвеев А.М.¹, Гирина О.А.², Мельников Д.В.², Маневич А.Г.²,
Нуждаев А.А.², Сорокин А.А.⁴, Крамарева Л.С.³, Прошин А.А.¹*

¹Институт космических исследований Российской академии наук, e-mail: evgeny@iki.rssi.ru;

²Институт вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения РАН, E-mail: girina@kscnet.ru

³ФГБУ «НИЦ «Планета», E-mail: asmus@planet.iitp.ru

⁴Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН, E-mail: alsor@febras.net

Введение

Существует достаточно широкий спектр видов наблюдений за вулканами: видео-визуальный, геофизический (сейсмический, гравиметрический, акустический и др.), геодезический (с помощью наклономеров, GPS-приемников), газовый, гидрологический и др.

Однако в последние десятилетия для решения задач мониторинга вулканической активности в России активно развиваются и внедряются спутниковые технологии [1-2]. Это связано в первую очередь со следующими факторами:

- расположение многих активных вулканов Камчатки и Курил в труднодоступных местах;
- необходимость получения информации по достаточно большим территориям (например, пепловые выбросы могут распространяться на тысячи километров);
- необходимость получения оперативной комплексной информации.

Спутниковые системы сегодня позволяют развивать наиболее информативные методы слежения за вулканической активностью, например:

- контролировать районы извержений и оценивать интенсивность извержений;
- наблюдать за распространением лавовых потоков;
- оценивать параметры пепловых выбросов, наблюдать и прогнозировать их распространение;
- оценивать параметры и динамику распространения аэрозолей, выброшенных в атмосферу во время извержений;
- контролировать деформации земной поверхности;
- изучать явления, предшествующие извержениям, и последствия извержений и т.д.

В связи с этим, специалистами ИВиС ДВО РАН, ВЦ ДВО РАН, ФГБУ НИЦ "Планета" и ИКИ РАН был создан специализированный информационный сервис, который должен обеспечить возможности поступления оперативной спутниковой информации и результатов ее обработки для проведения мониторинга вулканической активности в регионе Камчатки и Курил (Спутниковый сервис "Мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил" (далее "VolSatView")) [3]. Сервис также должен предоставить различные инструменты для проведения анализа этой информации и возможность совместной работы с наборами данных инструментальных наземных наблюдений, формируемых средствами сторонних информационных систем.

Настоящий доклад посвящен описанию основных особенностей такого сервиса, его архитектуры, текущих возможностей и перспективы развития.

Описание информационного сервиса VolSatView

Основной задачей создающегося сервиса является обеспечение специалистов-вулканологов оперативными спутниковыми данными и различными информационными продуктами, получаемыми на основе их обработки, для мониторинга вулканической активности Камчатки и Курил.

На данный момент сервис обеспечивает возможность работы с данными со спутников NOAA, Terra, Aqua, Meteor-M1, Канопус, LANDSAT. Данные спутника LANDSAT перекачиваются из центра приёма USGS (США), данные остальных спутников принимаются в ДЦ ФГБУ НИЦ "Планета" в Хабаровске.

Сервис позволяет оперативно получать геопривязанную спутниковую информацию как в видимом, так и в инфракрасном (ИК) диапазоне. В сервис также поступает информация об автоматически выделенных в районах вулканов термальных аномалиях, которые отражают

поступление к поверхности земли или на ее поверхность магматического вещества. Кроме того, в системе автоматически формируются продукты, получаемые на основе разницы каналов 11 и 12 мкм (например, 5 и 4 каналов прибора AVHRR, установленного на спутниках серии NOAA), которые обычно используются для выделения пепловых облаков и шлейфов.

Сервис также обеспечивает возможность достаточно сложного анализа поступающей информации, в том числе:

- выделение и просмотр информации по произвольно выбранному району;
- преобразование данных в вид, удобный для визуального анализа (в том числе контрастирование, построение различных цветосинтезов, анализ разновременных изображений и т.д.);
- численный анализ значений в различных каналах в произвольно выбранной точке;
- интерактивное выделение термальных аномалий и занесение их в базу данных;
- интерактивное выделение различных объектов (пепловых облаков и шлейфов, лавовых потоков и т.д.), расчет их характеристик и ведение БД выделенных объектов.

Сервис позволяет работать не только с оперативной информацией, но и с архивами спутниковых данных, полученных по районам Камчатки и Курил, а также организована возможность работы с различной дополнительной информацией. Например, с метеоинформацией и данными наблюдений за отдельными вулканами, поступающими со стационарных видеокамер.

Кроме того, при построении VolSatView была предусмотрена возможность развития его функционала, в том числе, включения в него возможностей работы с данными других спутниковых систем и различных наземных измерений.

Описание архитектуры сервиса

Одной из основных задач сервиса является организация удобной работы с данными спутникового мониторинга специалистов группы KVERT, работающей в ИВиС ДВО РАН в Петропавловске-Камчатском. С учетом того, что в настоящее время каналы связи РКС ДВО РАН, используемые в ИВиС ДВО РАН, не обеспечивают требуемый уровень скорости доступа к внешним ресурсам, был создан информационный узел (ИУ) VolSatView в ИВиС ДВО РАН, а так же три в ИКИ РАН (Москва), ДЦ ФГБУ НИЦ "Планета" и ВЦ ДВО РАН (Хабаровск), задачей которых было осуществление сбора и обработки данных, обеспечение их автоматического, в том числе и оперативного, поступления в ИУ ИВиС ДВО РАН, а также обеспечение доступа к информации системы различных сторонних пользователей. Общая схема организации информационных узлов и их взаимодействия представлена на рис. 1. В настоящее время, созданные для обеспечения работы сервиса VolSatView информационные узлы решают следующие основные задачи [4]:

ИУ ДЦ ФГБУ НИЦ "Планета" обеспечивает автоматическую обработку спутниковых данных, принимаемых в центре для формирования специализированных информационных продуктов, используемых в сервисе. В центре также организовано оперативное хранение всех информационных продуктов. Он также обеспечивает возможность представления в интерфейсы сервиса информации из объединенной системы работы со спутниковыми данными ФГБУ НИЦ "Планета". В данном ИУ также организована система автоматической передачи данных в информационный узел, расположенный в ВЦ ДВО РАН.

ИУ ВЦ ДВО РАН обеспечивает ведение всех долговременных и оперативных архивов данных, поступающих в VolSatView. Организовано поступление в него информации из ИУ, расположенных в ДЦ ФГБУ НИЦ "Планета" и ИКИ РАН. В этом узле также накапливается большая часть архивов данных видеонаблюдений за вулканами, используемых в сервисе. В узле установлен полнофункциональный интерфейс, обеспечивающий работу с информацией, имеющейся в системе. Этот интерфейс могут использовать для работы внешние пользователи системы, не загружая основной интерфейс работы с данными, установленный в ИВиС ДВО РАН. В случае необходимости им также могут пользоваться специалисты группы KVERT.

ИУ ИКИ РАН обеспечивает оперативный сбор и автоматическую обработку данных из различных информационных центров, необходимых для работы VolSatView. Так, например, в нем осуществляется получение данных LANDSAT и метеоинформации. Обработанная информация автоматически поступает в ИУ, установленные в ВЦ ДВО РАН. Также в данном информационном узле установлен интерфейс работы с данными сервиса, который используется как для проведения разработок и тестирования новых функциональных возможностей, создающихся в интересах

VolSatView, так и для резервирования интерфейсов доступа к данным сотрудникам, работающим в ИУ ВЦ ДВО РАН и ИВиС ДВО РАН. Через ИУ ИКИ РАН осуществляется оперативный доступ к данным, предоставляемым различными информационными сервисами ИКИ РАН. Например, к данным о состоянии растительности в районах вулканов, которые могут быть эпизодически интересны для анализа вулканической активности и оценки последствий извержений

Для ИУ ИВиС ДВО РАН основной задачей является обеспечение работы специалистов группы KVERT, поэтому в узле установлены оперативно пополняющиеся архивы спутниковых данных по региону Камчатки, а также организовано поступление метеоинформации. Установлен полнофункциональный интерфейс VolSatView, обеспечивающий возможность анализа различной информации, ввода дополнительной информации и коррекции результатов автоматической обработки спутниковых данных, например, ввода дополнительных точек термальных аномалий, пропущенных на этапе автоматической обработки. Хранение введенной дополнительной информации осуществляется в специализированных БД VolSatView.

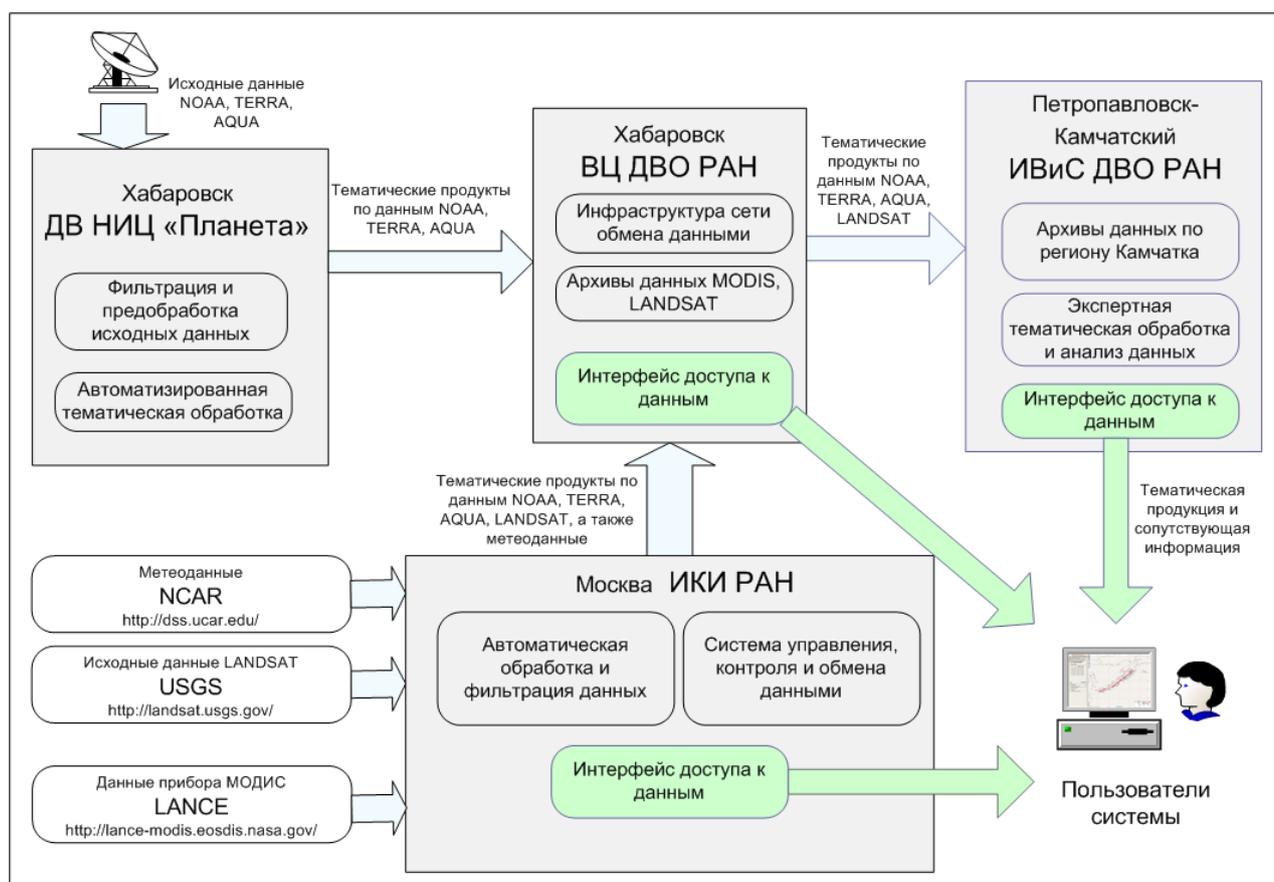


Рис 1. Общая схема организации информационных узлов VolSatView и их взаимодействия.

Для организации обмена информацией между ИУ сервиса VolSatView использованы выделенные каналы корпоративной сети РАН (RASNET), РКС ДВО РАН и ДЦ ФГБУ НИЦ Планета. Доступ к интерфейсам Сервиса осуществляется также по сети Интернет (<http://volcanoes.smislab.ru/>).

Основные возможности системы интерфейсов для работы с данными

Чтобы обеспечить возможность анализа различных информационных продуктов, поступающих в сервис VolSatView, был создан специализированный картографический интерфейс [5]. Доступ к нему также можно получить на сервере проекта <http://volcanoes.smislab.ru>.

Основной задачей интерфейса является обеспечение возможности пространственного и временного анализа продуктов, полученных как на основе спутниковых данных, так и на основе другой информации (например, метеоданных), доступной в сервисе VolSatView.

Главной особенностью созданного интерфейса является возможность работы с информацией, получаемой от различных спутниковых систем, а также осуществлять подключение различных

сторонних информационных ресурсов, например, информационных систем, работающих с данными видеонаблюдения и специализированных спутниковых сервисов ИКИ РАН.

При создании интерфейса учитывалось, что различные информационные продукты, используемые в сервисе VolSatView, хранятся в архивах разных ИУ, поэтому создаваемый интерфейс должен обеспечивать возможность работы с распределенными информационными ресурсами. Для решения подобных задач в ИКИ РАН была разработана технология GEOSMIS, которая и была использована как базовая для создания интерфейса работы с данными VolSatView.

Интерфейс позволяет как выполнять достаточно стандартные операции анализа информационных продуктов, полученных на основе спутниковых данных (поиск и просмотр различных продуктов, представление их в удобных для анализа масштабах и проекциях, контрастирование, сравнение разновременных продуктов и т. д.), так и реализовывать специализированные функции, необходимые именно для мониторинга вулканической активности.

В частности, интерфейс позволяет выполнять следующие специализированные функции:

- анализ термальных аномалий;
- интерактивное выделение термальных аномалий;
- интерактивное выделение различных объектов;
- доступ к информации видео наблюдения за вулканами.

Выводы

Спутниковый сервис VolSatView, описанный в статье, в настоящее время создан, и введен в опытную эксплуатацию, которая производится совместно ИВиС ДВО РАН, ВЦ ДВО РАН, ФГБУ НИЦ "Планета" и ИКИ РАН.

Планируется, что Сервис будет в ближайшее время развиваться в следующих основных направлениях:

- расширение функциональности, связанной как с совершенствованием автоматических процедур обработки данных, так и инструментов для интерактивного анализа данных;
- расширение числа используемых спутниковых систем;
- совершенствование технической инфраструктуры сервиса, в первую очередь направленной на повышение оперативности его работы и удобства доступа к данным;
- расширение исторических архивов данных и возможностей инструментов для проведения анализа долговременных рядов данных;
- расширение возможностей, связанных с совместным анализом спутниковых данных и данных наземных наблюдений (в том числе и расширение состава доступных системе данных).

В заключение отметим, что настоящая работа выполнена при поддержке проектов РАН (тема «Мониторинг», гос.рег. № 01.20.0.2.00164), РФФИ (проекты 11-07-12026-офи-м-2011, 13-07-12180-офи-м).

Список литературы

1. Гирина О.А. О предвестнике извержений вулканов Камчатки, основанном на данных спутникового мониторинга // Вулканология и сейсмология, 2012, № 3, С. 14–22.
2. Гирина О.А., Гордеев Е.И. Проект KVERT - снижение вулканической опасности для авиации при эксплозивных извержениях вулканов Камчатки и Северных Курил // Вестник ДВО РАН. 2007. № 2. С. 100-109.
3. Ефремов В.Ю., Гирина О.А., Крамарева Л.С., Лупян Е.А., Маневич А.Г., Мельников Д.В., Матвеев А.М., 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.155-170.
4. Смагин С.И., Лупян Е.А., Сорокин А.А., Бурцев М.А., Верхотуров А.Л., Гирина О.А., Ефремов В.Ю., Крамарева Л.С., Прошин А.А., Толпин В.А. Информационная система работы с данными спутниковых наблюдений региона Дальнего Востока России для проведения научных исследований в различных областях знаний // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2013. Т.10. № 1. С.277-291.
5. 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.