

Информационная система работы с данными спутниковых наблюдений региона Дальнего Востока России для проведения научных исследований в различных областях знаний

**С.И. Смагин¹, Е.А. Лупян², А.А. Сорокин¹, М.А. Бурцев², А.Л. Верхотуров¹,
О.А. Гирина³, В.Ю. Ефремов², Л.С. Крамарева⁴, А.А. Прошин², В.А. Толпин²**

¹ *Вычислительный центр Дальневосточного отделения РАН
680000 Хабаровск, Ким Ю Чена, д. 65
E-mail: alsor@febras.net*

² *Институт космических исследований РАН
117997 Москва, Профсоюзная, д. 84/32
E-mail: evgeny@iki.rssi.ru*

³ *Институт вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения РАН
683006, г. Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, д.9
E-mail: girina@ksnet.ru*

⁴ *Дальневосточный Центр федерального государственного бюджетного учреждения
«Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета»»
680673, г. Хабаровск, ул. Ленина, д.18
E-mail: kramareva@dvrspod.ru*

В работе рассматриваются вопросы создания информационной системы коллективного пользования данными космического дистанционного зондирования Земли для проведения научной, образовательной и инновационной деятельности в области исследования и контроля состояния окружающей среды на Дальнем Востоке России. Формулируются основные цели и задачи создаваемой системы, а также описываются предпосылки, технологические возможности и информационная инфраструктура, которые легли в ее основу. Представлен перечень существующих сервисов и предполагаемые направления использования и развития системы.

Ключевые слова: распределенные информационные системы, архивы спутниковых данных, методы дистанционного зондирования земли, системы мониторинга, web-технологии, геоинформационные системы.

Введение

В настоящее время спутниковые системы наблюдения Земли являются одним из основных источников информации при изучении различных процессов в океане, атмосфере, биосфере и на поверхности нашей планеты. Они позволяют получать воспроизводимую и объективную количественную информацию. Неслучайно, в последние годы наблюдается активный рост числа научных публикаций в той или иной мере использующих возможности средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Быстрое развитие спутниковых систем наблюдений и взрывной рост объемов инструментальных данных и результатов их обработки привел к тому, что требуется разработка принципиально новых методов и технологий, обеспечивающих возможность эффективной работы с данными ДЗЗ при решении задач в различных областях знаний. Обзор основных проблем и возможных методов их решения приведен, например, в работе (Лупян и др., 2007). В частности, показано, что для работы со сверхбольшими объемами

информации, получаемой с помощью систем дистанционного наблюдения, необходимо создание специальных информационных ресурсов. Эти системы должны не только обеспечивать возможность поиска и выборки необходимых пользователям данных, но и предоставлять различные инструменты, позволяющие проводить удаленный анализ информации, в том числе, используя для этого вычислительные ресурсы центров коллективного пользования.

Следует отметить, что в настоящее время в Дальневосточном регионе России различными организациями активно развиваются научные исследования с использованием данных ДЗЗ. В частности, в Дальневосточном отделении РАН принята целевая комплексная программа «Спутниковый мониторинг Дальнего Востока для проведения фундаментальных научных исследований Дальневосточного отделения РАН». Поэтому сегодня достаточно актуальной задачей является разработка специализированных современных информационных систем, ориентированных на предоставление ученым, ведущим исследования различных явлений и процессов, происходящих в окружающей среде на Дальнем Востоке России, возможности работы с данными такого рода.

При создании подобных информационных систем важным фактором, определяющим их архитектуру и принципы функционирования, является вопрос стоимости разработки соответствующих сервисов и обеспечения их дальнейшего развития. Это связано с тем, что формирование собственной инфраструктуры приема спутниковых данных, а также систем хранения и тематической обработки больших объемов информации требуют достаточно серьезных финансовых вложений. Поэтому при решении указанных задач, особенно ориентированных на долгосрочные научные исследования, остро стоит вопрос эффективного использования возможностей имеющихся ресурсов центров коллективного пользования, развивающихся в рамках различных государственных программ и проектов.

Отметим, что в настоящее время в России достаточно активно формируется Единая территориально распределенная система работы с данными дистанционного зондирования (ЕТРИС ДЗЗ) (Носенко, Лошкарев, 2010; Носенко и др., 2010). Ее основной задачей является обеспечение возможности доступа государственных, в том числе научных, организаций к информации, поступающей от различных спутниковых систем ДЗЗ (в первую очередь российских). Один из центров ЕТРИС ДЗЗ Дальневосточный центр НИЦ «Планета» (Асмус и др., 2010) расположен в городе Хабаровске, и зона его ответственности фактически распространяется на весь Дальневосточный регион. Кроме того, в рамках ряда проектов Российской академии наук (РАН), в последние десятилетия активно развиваются специализированные информационные системы, обеспечивающие сбор, анализ и предоставление ученым информации дистанционного зондирования, в том числе и по Дальневосточному региону (Лупян и др., 2007; Левин и др., 2008). Следует также уточнить, что в упомянутых системах имеются различные варианты работы с данными, в том числе, удаленных пользователей (см, например, (Бурцев и др., 2012; Лупян и др., 2011)). Помимо этого, существует значительное число зарубежных центров, предоставляющих свободный доступ к спутниковым данным и результатам их обработки (см., например, Ramapriyan, 2011). Все это позволяет организовать на основе

упомянутых систем как получение оперативной информации, так и доступ к долговременным архивам данных.

Чтобы обеспечить специалистов, ведущих исследования в Дальневосточном регионе России, возможностью доступа к данным дистанционного зондирования и для формирования инструментов их тематической обработки и анализа был инициирован проект по созданию в Вычислительном центре (ВЦ) ДВО РАН (г. Хабаровск) специализированной информационной системы – спутникового сервиса «Вега – Дальний Восток» (далее – сервис ВДВ). В настоящей работе представлен опыт создания этого сервиса, основные принципы и архитектура его построения, текущие возможности и некоторые перспективы развития.

Основные задачи спутникового сервиса ВДВ

Создаваемый сервис ВДВ предназначен для решения следующих основных задач:

- сбор и ведение (оперативное пополнение) архивов информации по рассматриваемой территории, получаемой из различных центров обработки и архивации спутниковых данных. Хотя в настоящее время сервис ориентирован на организацию работы со свободно распространяемыми данными, поступающими от зарубежных спутниковых систем (Terra, Aqua, Landsat и др.), в нем также имеются возможности работы с информацией национальных спутниковых систем, доступной для российских исследователей (Метеор М, Канопус В и др.);
- поиск и выборка необходимой для исследования информации, в том числе, находящейся и в архивах различных российских центров сбора, обработки, архивации и распространения спутниковых данных;
- проведения анализа спутниковой информации и результатов ее обработки (включая, анализ временных серий, поиск изменений, расчет статистики и т.д.);
- возможность анализа спутниковых данных и результатов их обработки совместно с информацией иных систем и сетей наблюдений (метеоинформацией, геофизическими данными и др.);
- разработка специализированных интерфейсов и инструментов анализа данных для решения конкретных научных задач;
- оперативное (on-line) представление информации в прикладные информационные системы различных научных проектов.

Первая очередь создаваемого сервиса ориентирована на предоставление пользователям доступа к специализированным программным интерфейсам для анализа данных в режиме реального времени и поставки различных информационных продуктов во внешние информационные системы.

В перспективе планируется, что система сможет также обеспечить возможность специализированной off-line обработки данных по запросам пользователей с использованием информационно-вычислительных ресурсов ВЦ ДВО РАН.

Архитектура системы

Создаваемый спутниковый сервис состоит из следующих компонент.

Подсистема сбора данных и результатов их обработки

Подсистема обеспечивает возможность оперативного автоматизированного получения спутниковых данных и результатов их обработки из:

- информационных систем Института космических исследований (ИКИ) РАН. Прежде всего, спутникового сервиса «Вега», ориентированного на решение задач мониторинга растительного покрова на территории Северной Евразии (Лупян и др., 2011; Баргалева и др., 2012);
- Дальневосточного центра НИЦ «Планета», который является одним из узлов ЕТРИС ДЗЗ и обеспечивает прием и обработку спутниковых данных российских и зарубежных спутниковых систем по территории Дальневосточного региона России (Бурцев и др., 2012; Асмус и др., 2008);
- зарубежных центров, обеспечивающих работу со спутниковыми данными и результатами их обработки. Например, центров данных геологической службы США (<http://www.usgs.gov>).

Подсистема создана на основе технологии и базового программного обеспечения разработанного в ИКИ РАН, описанных, в частности, в работе (Лупян и др., 2012).

Подсистема архивации данных

Подсистема обеспечивает автоматизированное ведение архивов спутниковых данных и результатов их обработки. Она позволяет в автоматизированном режиме осуществлять сбор и формирование наборов различной информации и результатов ее обработки. Для создания подсистемы использованы технологии, разработанные в ИКИ РАН и НИЦ «Планета» (Бурцев и др., 2012; Лупян и др., 2004; Ефремов и др., 2004; Лупян и др., 2011). В настоящее время она предоставляет возможности ведения следующих долговременных архивов спутниковых данных и результатов их обработки по территории Дальневосточного региона России:

- архив данных спутников LANDSAT 4, 5, 7 (за период с 1989 г. по настоящее время);
- архив данных прибора MODIS, установленного на спутниках Terra и Aqua. Продукт MOD09 (за период с 2000 г. по настоящее время);
- архив данных, прибора SPOT VGT, установленного на спутниках SPOT (за период с 2000 по 2012 г.);
- архивы различных продуктов, полученных в результате обработки спутниковых данных, в том числе:
 - архивы еженедельных безоблачных композитов вегетационных индексов, полученные на основе данных прибора MODIS;

- ежемесячных и сезонных безоблачных композитов, построенных на основе данных MODIS;
- ежегодные безоблачные композиты, построенные на основе данных LANDSAT (за 2010, 2011 гг.);
- базы данных пожаров и площадей, пройденных огнем (Барталев и др., 2012; Барталев и др., 2010);
- архивы ежедневных карт инфракрасных температур;
- архивы ежедневных цвето-сентизированных изображений облачного покрова, дымов, подстилающей поверхности и др.;
- другие архивы.

На 31.12.2012 общий объем архивов, расположенных на вычислительных комплексах ВЦ ДВО РАН, ведение которых обеспечивает указанная подсистема, приближался к 10 ТБ данных.

Подсистема представления данных

Для работы с информацией, имеющейся в архивах системы, создан специализированный web-сервер, доступный по адресу <http://vega-dv.geosmis.ru/>. Ресурс построен на основе базовых web-интерфейсов для работы со спутниковыми данными и результатами их обработки, реализованных в спутниковом сервисе Вега. Его функционал достаточно подробно описан в работе (Лупян и др., 2011).

В сервисе реализованы уже ставшие традиционными возможности поиска и работы с наборами данных, имеющихся в архивах спутникового сервиса ВДВ. Однако основой подсистемы являются различные инструменты, позволяющие проводить анализ этой информации. Для этого в системе реализован картографический web-интерфейс, позволяющий, в частности, проводить отбор и отображение информации по различным регионам и объектам, а также анализ данных и продуктов, полученных на основе спутниковой информации (в том числе, совместный анализ спутниковой и метеоинформации). Например, исследователь может выбрать произвольный объект (задать его контур) и для этого объекта будут автоматически построены многолетние ряды вегетационных индексов осредненных по этому объекту. Следует отметить, что реализованные в сервисе программные интерфейсы для работы с данными позволяют работать не только с информацией, находящейся непосредственно в архиве сервиса, но и с ресурсами различных удаленных центров данных, например объединенной распределенной информационной системы доступа к данным НИЦ «Планета» и архивов ИКИ РАН.

Для создания картографических интерфейсов в спутниковом сервисе ВДВ использовалась технология GEOSMIS, разработанная в ИКИ РАН (Андреев и др., 2004; Толпин и др., 2011).

Большое внимание в подсистеме представления данных уделено возможностям on-line поставки спутниковой информации и результатов ее обработки в специализированные внешние информационные системы, создающиеся в интересах отдельных

научных проектов. Для этого реализованы различные программные интерфейсы (API), например, позволяющие получить доступ к:

- картографическим сервисам;
- сервисам метаданных;
- сервисам управления данными.

Помимо этого, в системе имеются сервисы доставки данных в OGC WMS и WFS. Это позволяет использовать существующие и постоянно пополняющиеся архивы данных спутникового сервиса ВДВ в различных геопорталах и интерактивных системах.

Вычислительная и коммуникационная основа спутникового сервиса ВДВ

Для обеспечения функционирования и эффективного использования создаваемого спутникового сервиса, безусловно, необходимы с одной стороны, значительные вычислительные ресурсы и системы хранения больших объемов данных, а с другой – достаточно развитая телекоммуникационная инфраструктура. При этом следует учесть, что системы телекоммуникаций должны обеспечивать как возможность оперативного получения информации из различных специализированных центров приема, обработки и архивации спутниковой информации, так и гарантированный доступ к ресурсам спутникового сервиса для различных организаций Дальневосточного региона.

Выбор в качестве такой площадки центра данных ВЦ ДВО РАН (далее – ЦД) обусловлен рядом важных факторов.

На базе ВЦ ДВО РАН созданы базовые узлы Корпоративной сети РАН RASNET и Региональной компьютерной сети ДВО РАН (Ханчук и др., 2008; Khanchuk et al., 2010), что дает возможность:

- использовать широкий спектр телекоммуникационных технологий (L2 каналы, vlan, QoS и т.п.) для организации работы с центрами приема и обработки спутниковых данных;
- обеспечить максимальный уровень доступности создаваемого сервиса как для исследователей и научных организаций, расположенных в «северных» регионах, где используются спутниковые каналы связи, так и пользователей российских и международных научно-образовательных сетей, с которыми имеются прямые соединения. В ВЦ ДВО РАН проводятся исследования, и ведется разработка систем коллективной работы ученых ДВО РАН. В качестве примера можно привести такие проекты, как:
- программная платформа для создания проблемно-ориентированных интерфейсов для пакетов прикладных программ с целью проведения расчетов в распределенных вычислительных системах (Тарасов, Мальковский, 2012);
- отказоустойчивая информационная система для облачного хранения наборов научных данных (Сорокин и др., 2013);
- инструментальная платформа виртуальной интеграции баз данных (Поляков и др., 2013).

Полученные результаты, в виде инфраструктуры как сервиса (IAAS), в частности, могут быть использованы для облачного хранения наборов данных спутникового сервиса ВДВ.

В рамках комплексной программы фундаментальных научных исследований ДВО РАН «Современная геодинамика, активные геоструктуры и природные опасности Дальнего Востока России» в ВЦ ДВО РАН разработаны технологии и внедрены информационные системы (Сорокин и др., 2010), направленные на организацию и обеспечение работы:

- сетей сейсмологических (Ханчук и др., 2011) и деформационных наблюдений (Быков и др., 2009);
- системы видеонаблюдения за вулканами Камчатки.

Концентрация в рамках одной технологической платформы данных и сервисов по изучению природных явлений и опасностей региона позволяет с минимальными временными, вычислительными и телекоммуникационными издержками формировать наборы тематических данных для работы с ними через программные интерфейсы созданных сервисов, а также поставки их посредством различных технологий во внешние системы.

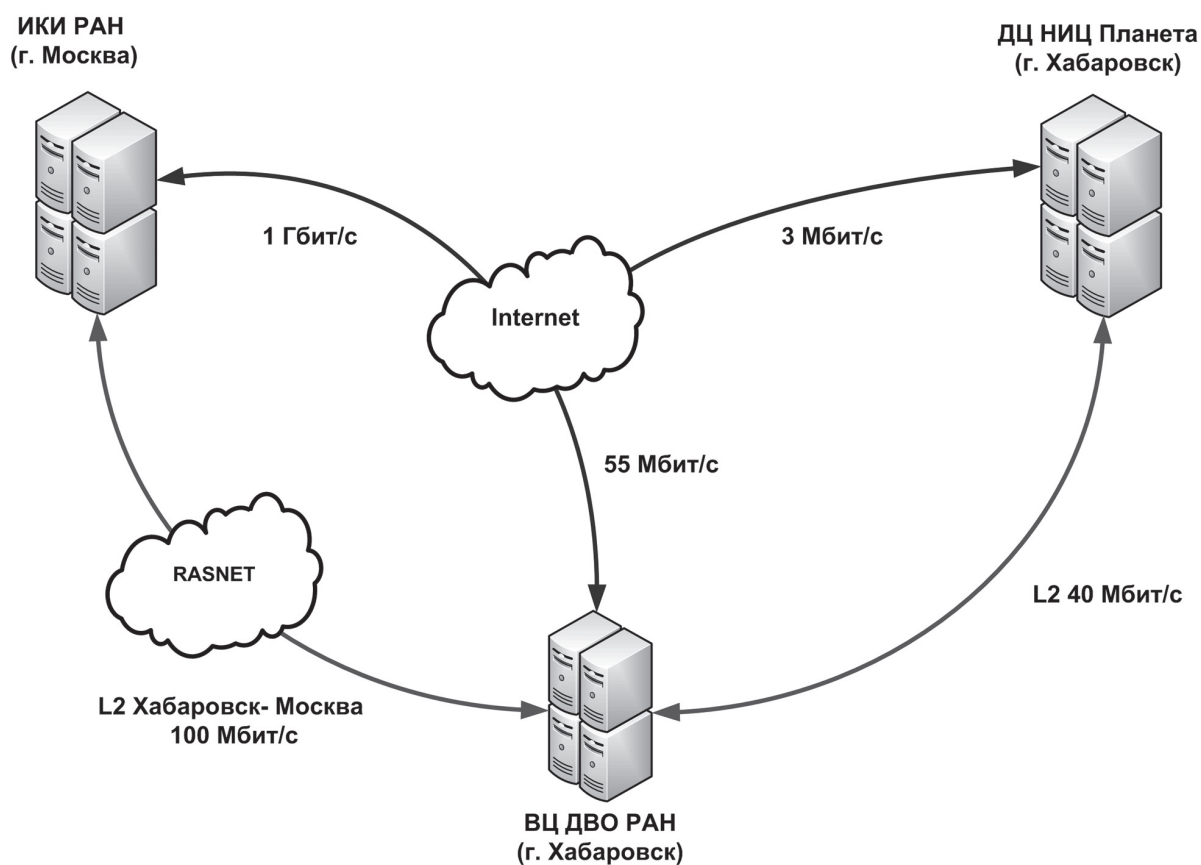


Рис. 1. Сеть передачи данных сервиса ВДВ

Для создания и обеспечения работы сервиса ВДВ, в том числе организации хранения спутниковых данных, были использованы следующие ресурсы ВЦ ДВО РАН.

1. Система обработки данных, на базе шасси IBM BladeCenter H и шести серверных лезвий IBM HS23. Каждое из них, содержит по два процессора Xeon E5-2680 8C с тактовой частотой 2,7 ГГц, 112 Гбайт оперативной памяти и сетевые интерфейсы с Ten Gigabit Ethernet и Fibre Channel портами.

- Система хранения данных IBM DS3500 с общим объемом памяти 246,6 Тбайт, состоящая из 126 дисков разной емкости и скорости работы: 72 единицы по 3ТБ (3,5 SAS 7.2K rpm), 30 единиц по 300 ГБ (2,5 SAS 15K rpm), 24 единицы по 900 ГБ (2,5 SAS 10K rpm). Для работы серверных лезвий с дисковым массивом с использованием протокола Fibre Channel организована сеть хранения данных (SAN) со скоростью передачи данных 8 Гбит/с. Подавляющее число серверов, обеспечивающих функционирование системного и прикладного программного обеспечения, являются виртуальными машинами, созданными с применением платформы виртуализации VMware vSphere 5.0 Enterprise.
- Сеть передачи данных для получения информации от удаленных центров приема и обработки спутниковых данных, а также работы пользователей с сервисом ВДВ (рис. 1).

Возможности использования спутникового сервиса ВДВ для создания специализированных систем дистанционного мониторинга различных объектов

Организованная информационная и технологическая инфраструктура системы позволяет создавать специализированные спутниковые сервисы, ориентированные на решение конкретных научных и прикладных задач. Преимущества такого подхода заключаются в том, что задачи, связанные с подготовкой и предварительной обработкой спутниковой информации, берет на себя сервис ВДВ. Это:

- возможность использования базовых интерфейсов для работы со спутниковыми данными;

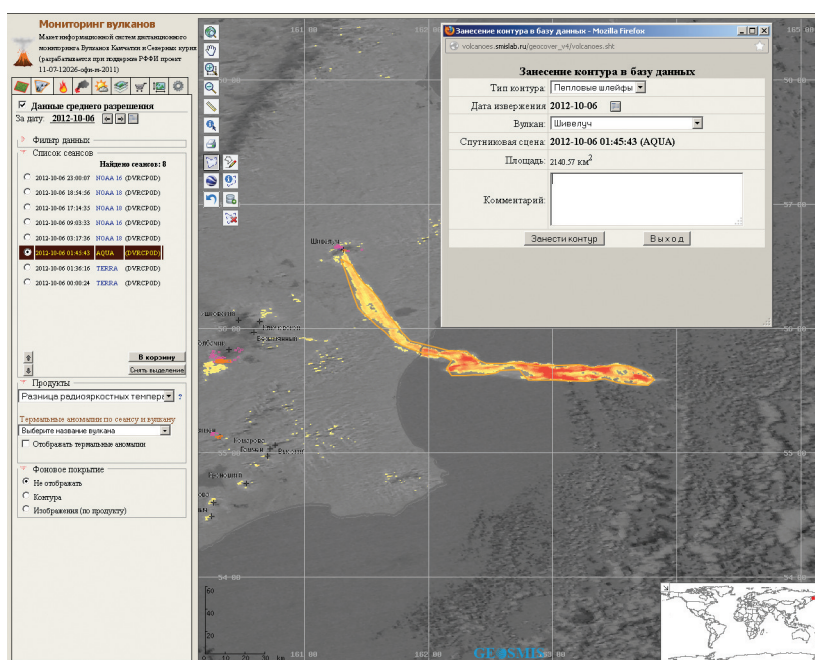


Рис. 2. Пример наблюдения извержения вулкана Шивелуч по данным спутников Terra и Aqua: занесение контура шлейфа в базу данных

- поставка оперативных данных и результатов их предварительной обработки в специализированный сервис;
- предоставление инструментов в виде программных интерфейсов для работы с историческими и оперативными архивами сервиса ВДВ.

Ярким примером организации такой работы, связанной с использованием сервисов ВДВ, является информационная система VolSatView. Она предназначена для обеспечения специалистов-вулканологов оперативными спутниковыми данными и различными информационными продуктами, получаемыми на основе их обработки, для мониторинга вулканической активности Камчатки и Курил. Подробно возможности сервиса описаны в (Ефремов и др., 2012). Пример экранной формы элемента системы представлен на *рис. 2*.

Использование общепринятых стандартов представления информации, а также возможность адаптации и доработки технологий обработки данных под конкретные прикладные задачи дает возможность использовать сервис ВДВ в уже существующих системах комплексного мониторинга и принятия управленческих решений. Так, в 2012 г. была выполнена работа по включению ряда архивов данных и инструментов работы с ними в инфраструктуру данных Регионального центра космических услуг Хабаровского края. Пример экранной формы элемента системы представлен на *рис. 3*.

Возможности интеграции создаваемого сервиса с иными системами наблюдений и мониторинга природных опасностей и явлений

Несмотря на быстро развивающиеся возможности спутниковых систем наблюдения, для решения комплексных задач исследования различных природных объектов необходимо использовать, не только спутниковую информацию, но и информацию, получаемую другими средствами наблюдений.

С 2009 г. в Дальневосточном отделении РАН реализуется Комплексная программа фундаментальных научных исследований «Современная геодинамика, активные геоструктуры и природные опасности Дальнего Востока России». Цель Программы – изучение движений блоков земной коры, глубинных структур и верхней мантии на основе мониторинга разномасштабных деформаций и сейсмичности в области сочленения Североамериканской, Тихоокеанской, Амурской и Охотской литосферных плит. В рамках ее мероприятий ведутся исследования механизмов возникновения и реализации катастрофических землетрясений, извержений вулканов, генерации и распространения волн цунами.

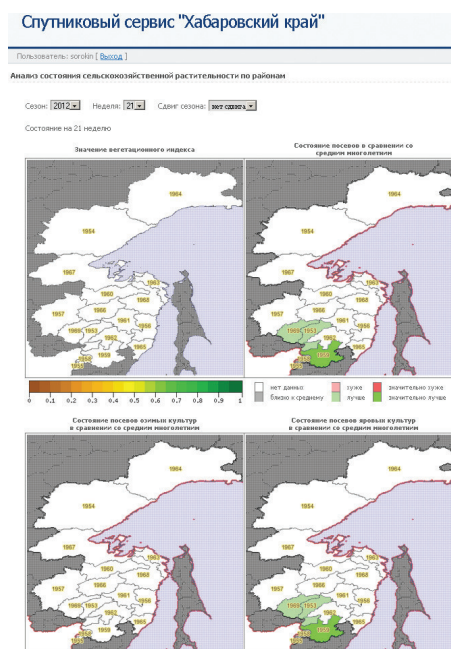


Рис. 3. Пример анализа состояния сельскохозяйственной растительности по районам Хабаровского края на 21 неделю 2012 г.

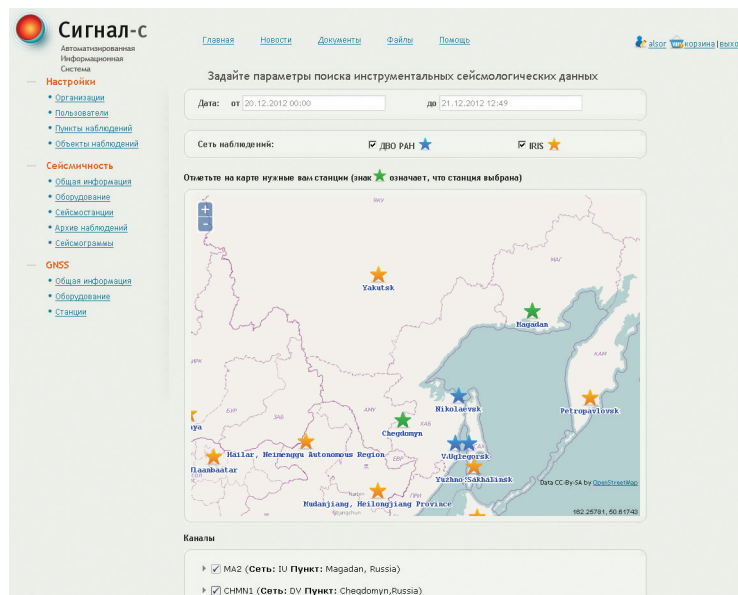
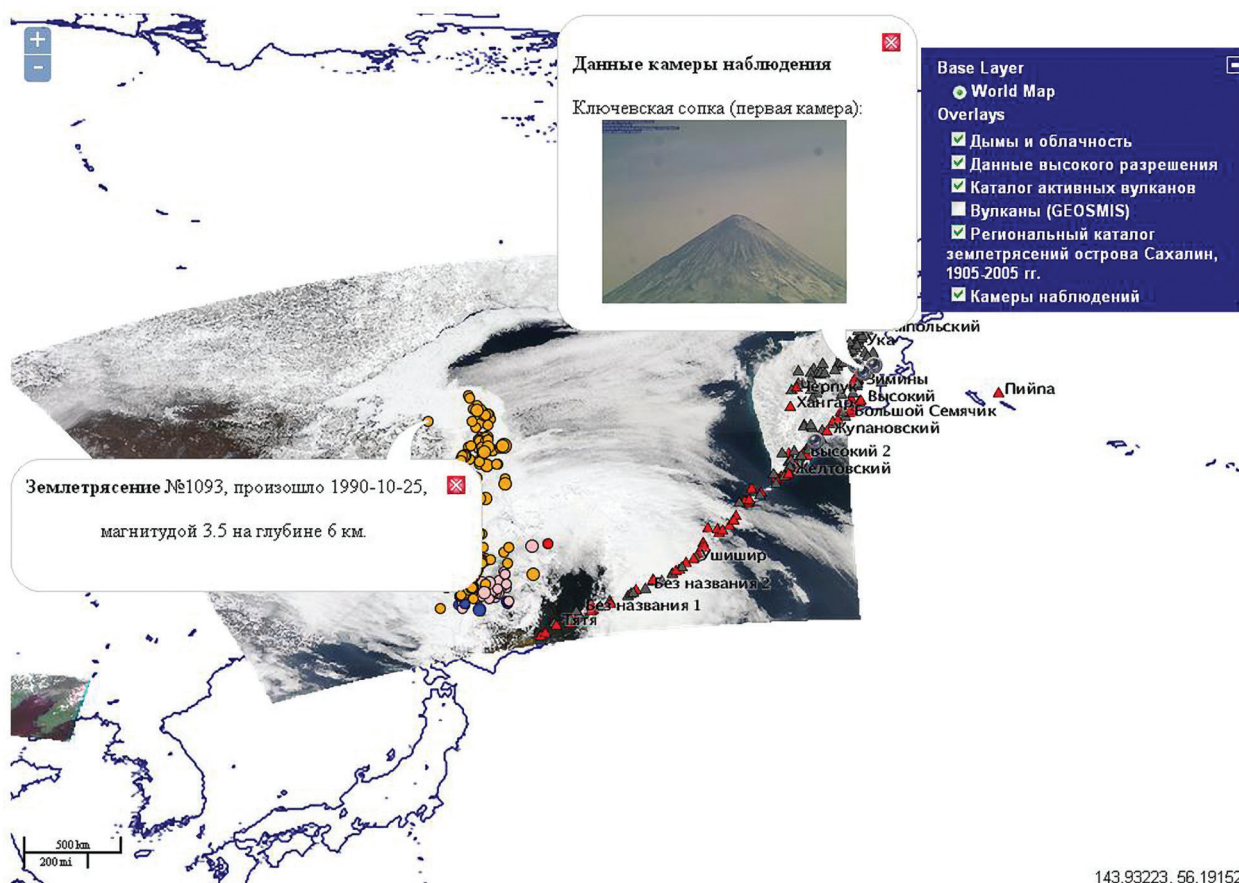


Рис. 4. Пример экранной формы элемента АИС «Сигнал»



143.93223, 56.19152

Рис. 5. Пример совместного анализа информации, полученной из разных источников данных

Основным источником информации при проведении перечисленных работ являются данные сетей сейсмологических (Ханчук и др., 2011) и GPS/ГЛОНАСС (Быков и др., 2009) наблюдений, организованных институтами ДВО РАН. В качестве дополнительного источника информации можно также считать и систему видеонаблюдения

за вулканами Камчатки, созданную группой KVERT (ИВиС ДВО РАН) совместно с ВЦ ДВО РАН в рамках Целевой программы «Информационно-телекоммуникационные ресурсы ДВО РАН».

Для решения задач управления средствами инструментальных наблюдений, работы с оперативными и архивными данными ведется разработка единой программной платформы на базе автоматизированной информационной системы (АИС) «Сигнал-С» (Сорокин и др., 2010) (рис. 4). Она должна предоставить исследователям возможности анализа инструментальных данных и результатов их обработки с использованием как собственных, так и сторонних источников информации. Одним из важнейших ресурсов создаваемой системы являются данные ДЗЗ, поставляемые сервисом ВДВ.

В настоящее время решается задача создания технологий и программных средств, позволяющих проводить совместный анализ спутниковых данных и информации, накопленной в АИС «Сигнал». Современные информационные технологии позволяют реализовать такую возможность, не внося существенных изменений в работу действующих сервисов обработки и хранения, на уровне интерфейсов представления данных.

Заключение

В настоящее время создан действующий прототип распределенной информационной системы коллективного пользования данными космического дистанционного зондирования Земли для проведения научной, образовательной и инновационной деятельности в области исследования и контроля состояния окружающей среды в регионах Дальнего Востока России – спутниковый сервис ВДВ. При этом:

- организована необходимая технологическая инфраструктура сервиса (системы хранения и обработки данных, каналы связи и т.п.);
- создана подсистема ведения долговременных архивов спутниковых данных и результатов их обработки, а также сформированы архивы данных по Дальневосточному региону России (включая блок автоматического оперативного поступления спутниковых данных из центров приема НИЦ «Планета» и специализированных архивов ИКИ РАН);
- создана базовая подсистема для работы со спутниковыми данными и проведения их анализа;
- реализованы технологии поставки данных во внешние специализированные информационные системы и сервисы.

Созданный спутниковый сервис уже сегодня может быть использован для решения научных и прикладных задач в различных областях знаний, в частности при реализации проектов, связанных с построением распределенных информационных систем для проведения комплексных исследований в области наук о Земле (Быков и др., 2009; Shestakov et al., 2012).

В заключение отметим, что настоящая работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 11-07-12026-офи-м-2011, 13-05-92101, 12-05-00855-а), РАН (тема «Мониторинг»

гос. регистрация № 01.20.0.2.00164), ДВО РАН (проекты 12-I-П14-02, 12-II-СО-01И-004) и Целевой комплексной программы «Спутниковый мониторинг Дальнего Востока для проведения фундаментальных научных исследований Дальневосточного отделения РАН».

Литература

1. Андреев М.В., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Наглин Ю.Ф., Прошин А.А., Флитман Е.В. Построение интерфейсов для организации работы с архивами спутниковых данных удаленные пользователи // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2004. № 1. С. 514–520.
2. Асмус В.В., Кровотынцев В.А., Милехин О.Е., Соловьев В.И., Успенский А.Б. Использование спутниковых данных ДЗЗ для решения задач гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. 2008. Т. 105. С. 6–16.
3. Барталев С.А., Егоров В.А., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Стыценок Ф.В., Флитман Е.В. Оценка площади пожаров на основе комплексирования спутниковых данных различного пространственного разрешения MODIS и Landsat-TM/ETM+ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 2. С. 9–27.
4. Барталев С.А., Ершов Д.В., Коровин Г.Н., Котельников Р.В., Лупян Е.А., Щетинский В.Е. Основные возможности и структура информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ Рослесхоз) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т. 7. № 2. С. 97–105.
5. Барталев С.А., Ершов Д.В., Лупян Е.А., Толпин В.А. Возможности использования спутникового сервиса ВЕГА для решения различных задач мониторинга наземных экосистем // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 1. С. 49–56.
6. Бурцев М.А., Антонов В.Н., Ефремов В.Ю., Кашницкий А.В., Крамарева Л.С., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Матвеев А.М., Милехин О.Е., Прошин А.А., Соловьев В.И. Система работы с распределенными архивами результатов обработки спутниковых данных центров приема НИЦ Планета // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 5. С. 55–76.
7. Быков В.Г., Бормотов В.А., Коковкин А.А., Василенко Н.Ф., Прытков А.С., Герасименко М.Д., Шестаков Н.В., Коломиец А.Г., Сорокин А.П., Сорокина А.Т., Серов М.А., Селиверстов Н.И., Магуськин М.А., Левин В.Е., Бахтиаров В.Ф., Саньков В.А., Лухнев А.В., Мирошниченко А.И., Ашурков С.В., Бызов Л.М., Дучков А.Д., Тимофеев В.Ю., Горнов П.Ю., Адрюков Д.Г. Начало формирования единой сети геодинамических наблюдений ДВО РАН // Вестник ДВО РАН. 2009. № 4. С. 83–93.
8. 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.

9. *Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Технология построения автоматизированных систем хранения спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2004. Вып. 1. Т. 1. С. 437–443.
10. *Левин В.А., Алексанин А.И., Алексанина М.Г., Бабяк П.В.* Состояние дел и перспективы развития ЦКП Регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН в области современных информационных и телекоммуникационных технологий // Открытое образование. 2008. № 4. С. 23–29.
11. *Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В., Крашенинникова Ю.С.* Технологии построения информационных систем дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 26–43.
12. *Лупян Е.А., Балашов И.В., Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Мазуров А.А., Мальцев Д.В., Матвеев А.М., Прошин А.А., Толпин В.А., Халикова О.А., Крашенинникова Ю.С.* Возможности работы с долговременным архивом данных спутников LANDSAT по территории России и приграничных стран // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012. Т. 9. № 3. С.307–315.
13. *Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Технология построения автоматизированных информационных систем сбора, обработки, хранения и распространения спутниковых данных для решения научных и прикладных задач // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2004. Вып. 1. Т. 1. С. 81–89.
14. *Лупян Е.А., Савин И.Ю., Барталев С.А., Толпин В.А., Балашов И.В., Плотников Д.Е.* Спутниковый сервис мониторинга состояния растительности («ВЕГА») // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 190–198.
15. *Лупян Е.А., Саворский В.П., Шокин Ю.И., Алексанин А.И., Назиров Р.Р., Недолужко И.В., Панова О.Ю.* Современные подходы и технологии организации работы с данными дистанционного зондирования Земли для решения научных задач // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 5. С. 21–44.
16. *Носенко Ю.И., Лошкарев П.А.* Единая территориально-распределенная информационная система ДЗЗ – проблемы, решения, перспективы (часть 1) // Геоматика. 2010. № 3. С. 35–43.
17. *Носенко Ю.И., Новиков М.В., Заичко В.А., Ромашкин В.В., Лошкарев П.А.* Единая территориально-распределенная информационная система ДЗЗ – проблемы, решения, перспективы (ч. 2) // Геоматика. 2010. № 4. С. 31–36.
18. *Поляков А.Н., Пойда А.А., Сорокин А.А., Королёв С.П., Снигур К.С.* Платформа виртуальной интеграции распределенных источников научных данных // Инновационные информационные технологии: Материалы международной научно-практической конференции, 22–26 апреля 2013 г. Прага. Т. 2. С. 265–270.
19. *Сорокин А.А., Королёв С.П., Михайлов К.В., Коновалов А.В.* Автоматизированная информационная система оценки состояния сети инструментальных сейсмологических наблюдений «Сигнал-С» // Информатика и системы управления. 2010. № 4 (26). С. 161–167.

20. *Сорокин А.А., Королёв С.П., Смагин С.И., Поляков А.Н.* Макет отказоустойчивой информационной системы для облачного хранения наборов научных данных // Вычислительные технологии. 2013. Т. 18. № 1. С. 87–96.
21. *Тарасов А.Г., Мальковский С.И., Нестеренкова Я.С.* Проблемно-ориентированный интерфейс для адаптации пакетов прикладных программ к Grid // XIX Российская конференция с участием иностранных ученых «Распределенные Информационные и вычислительные ресурсы»(DICR'2012): материалы конф. Электрон. дан. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2012.
22. *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.
23. *Ханчук А.И., Коновалов А.В., Сорокин А.А., Королёв С.П., Гаврилов А.В., Бормотов В.А., Серов М.А.* Инструментальное и информационно-технологическое обеспечение сейсмологических наблюдений на Дальнем Востоке России // Вестник ДВО РАН. 2011. № 3 (157). С. 127–137.
24. *Ханчук А.И., Наумова В.В., Сорокин А.А.* Корпоративная сеть ДВО РАН: высокотехнологичная интеграция научных подразделений // Вестник РАН. 2008. № 4. С. 298–303.
25. *Khanchuk A.I., Smagin S.I., Sorokin A.A., Makogonov S.V.* Regional Network of the Far Eastern Branch of RAS // First Russia and Pacific Conference on Computer Technology and Applications (RussiaPacificComputer 2010), 6–9 September, 2010; Russian Academy of Sciences, Far Eastern Branch, Vladivostok. Russia, 2010. P. 233–234.
26. *Ramapriyan H. K.* Development, Operation and Evolution of EOSDIS – NASA’s major capability for managing Earth science data. Presented at CENDI/NFAIS Workshop on Repositories in Science & Technology: Preserving Access to the Record of Science November 30, 2011.
27. *Shestakov N.V., Takahashi H., Ohzono M., Prytkov A.S., Bykov V.G., Gerasimenko M.D., Luneva M.N., Gerasimov G.N., Kolomiets A.G., Bormotov V.A., Vasilenko N.F., Baek J., Park P.-H., Serov M.A.* Analysis of the far-field crustal displacements caused by the 2011 Great Tohoku earthquake inferred from continuous GPS observations // Tectonophysics. 2012. Vol. 524–525. P. 76–86.

Information system for scientific research in various fields of expertise using satellite data in the region of the Far East of Russia

S.I. Smagin¹, E.A. Loupian², A.A. Sorokin¹, M.A. Bourtsev², A.L. Verkhoturov¹,
O.A. Girina³, V.Y. Efremov², L.S. Kramareva⁴, A.A. Proshin², V.A. Tolpin²

¹ *Computing Center, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*

E-mail: alsor@febras.net

² *Space Research Institute, Russian Academy of Sciences*

E-mail: evgeny@iki.rssi.ru

³ *Institute of Volcanology and Seismology*

Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

E-mail: girina@kscnet.ru

⁴ *Far Eastern Center of Federal State Institution*

“Research Center for Space Hydrometeorology Planeta”

E-mail: kramareva@dvrpcod.ru

Creation of a shared information system to use remote sensing data for research, education and innovation in the field of environmental research and monitoring in the Far East of Russia is considered. Discussed are the main goals and objectives of the system being created, the prerequisites, technological capabilities and information infrastructure which formed the basis for the system. The article presents the services currently implemented in the system, and the possible ways of future use and developing the system.

Keywords: distributed information systems, satellite data archives, methods of remote sensing, monitoring systems, web technologies, geographic information systems.