

## **О возможностях организации эффективного взаимодействия центров приема и обработки спутниковых данных и систем дистанционного мониторинга**

**М.А. Бурцев<sup>1</sup>, К.С. Емельянов<sup>2</sup>, В.Ю. Ефремов<sup>1</sup>, Е.А. Лупян<sup>1</sup>, А.А. Мазуров<sup>1</sup>,  
Л.А. Пахомов<sup>2</sup>, А.А. Прошин<sup>1</sup>, В.П. Саворский<sup>1,2</sup>, Ю.В. Артамонова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Институт космических исследований Российской академии наук 11  
7997 Москва, Профсоюзная 84/32  
E-mails: evgeny@iki.rssi.ru;*

<sup>2</sup> *Научный центр оперативного мониторинга земли  
ОАО «Российские космические системы» 12  
7490, Москва, ул. Декабристов, вл.51, стр. 25  
E-mails: eks@ntsomz.ru.*

Настоящая работа посвящена обсуждению вопросов создания новой технологии взаимодействия центров приема и обработки спутниковых данных с системами дистанционного мониторинга. Данная технология обеспечивает взаимодействие систем в основном на основе интеграции информационных ресурсов на уровне интерфейсов доступа к данным. В статье описан прототип такой технологии, созданной в НЦ ОМЗ на примере взаимодействия с Информационной системой дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз). В статье описаны реализованные схемы взаимодействия и обсуждаются вопросы, связанные с преимуществами использования предлагаемой технологии.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование земли, информационные системы спутникового мониторинга, удаленный доступ к данным, картографические web-интерфейсы.

Быстрое развитие технологий, связанных с использованием спутниковых данных для решения научных и прикладных задач, позволило в последние годы начать создание и активное внедрение различных систем дистанционного мониторинга. Активно такие системы создаются и в нашей стране (Коровин и др., 2010, Толпин, Барталев и др., 2010, Лупян, Савин и др., 2011). Следует особо отметить, что постоянно действующие системы дистанционного мониторинга становятся наиболее значимыми по объему получаемой информации потребителями спутниковых данных. В недавнем прошлом считалось, что каждая специализированная система мониторинга должна строиться на собственных центрах приема и обработки спутниковых данных. Однако практика развития технологий работы со спутниковыми данными показала, что данный путь далеко не самый эффективный и очень затратный. Поэтому в последние годы все большее число функционирующих систем дистанционного мониторинга ориентируются на использовании информации крупных центров приема, способных обеспечить работу со спутниковыми системами. Поэтому особо остро встал вопрос организации эффективного взаимодействия крупных многофункциональных центров и сетей приема данных и систем дистанционного мониторинга.

Создание систем, которые стали использовать спутниковые данные не эпизодически, а постоянно (фактически каждый день), привело к существенному изменению требований к организации взаимодействия с центрами приема, архивации и представления спутниковых данных. Во многих случаях массовым потребителям спутниковой информации интересно

получение не только спутниковых данных различного уровня обработки, для того, чтобы потом самому вести их анализ, а включение в свои системы специализированных продуктов обработки спутниковых данных в виде отдельных информационных «слоев». При этом во многих случаях наиболее привлекательной становится схема, по которой пользователь получает такие информационные продукты по мере надобности, не организуя у себя специального хранения данных и не занимаясь проблемами их актуализации. В идеале центр должен обеспечить автоматизированное предоставление данных за выбранный пользователем срок и по заданной территории в виде стандартного картографического слоя, который могла бы автоматически усвоить система потребителя.

Следует отметить, что сегодня существует богатый набор технологических возможностей, которые позволяют строить такие системы предоставления данных (см., например (Толпин, Балашов и др., 2011, Лупян, Мазуров и др., 2011)). Это в свою очередь приводит к тому, что становится возможным создание новых схем распространения данных, в том числе к новым организациям продаж. По этому пути сейчас идет целый ряд компаний, в том числе такие работы в 2010 году были начаты и в Научном центре оперативного мониторинга земли ОАО «Российские космические системы» (НЦ ОМЗ) совместно с Институтом космических исследований РАН (ИКИ РАН). Настоящая работа посвящена описанию основных элементов новой технологии предоставления данных в системы дистанционного мониторинга.

Наиболее традиционными способами взаимодействия центров и систем мониторинга являются организация передачи практически всего потока необходимой исходной спутниковой информации, получаемой в центре, или организация в центре специализированной обработки и передачи в системы мониторинга уже продуктов обработки данных. Эти пути имеют очевидный недостаток, связанный с необходимостью организации оперативной передачи значительного объема информации, что приводит как к необходимости организации мощных каналов связи между центром и системой, так и к существенным задержкам в обработке данных. Конечно, в случае, если в системы мониторинга передаются уже готовые продукты, объемы данных и возникающие задержки можно несколько сократить. Однако система должна изначально подписаться фактически на полный объем получаемых в центре данных необходимого типа. В случае, если данные распространяются бесплатно или по очень низкой цене, безусловно, использовать такие пути возможно. Однако когда речь идет о данных, имеющих значительную стоимость, практически для любой системы необходимо осуществлять оптимизацию объемов получаемой информации. В этом случае, требуется либо организовать схему массового оперативного заказа данных, либо создать технологию онлайн взаимодействия интерфейсов систем дистанционного мониторинга с архивами центров приема, о которой писалось выше. Оба этих подхода в настоящее время реализованы в НЦ ОМЗ.

*Схема массового заказа данных* реализована в НЦ ОМЗ для поиска и заказа данных высокого пространственного разрешения. Отметим, что обычно система поиска и заказа данных ориентирована в итоге на создание пользователем набора данных из каталога для последующего их анализа. Формирование такого набора данных в общем случае достаточно трудозатратный процесс, поскольку в каталоге представлен обширный ряд данных как по временным рамкам, так и по составу аппаратуры ДЗЗ. В интерфейсе поиска данных естественно предусмотрены фильтры как по географическим объектам (административные границы, населенные пункты, определяемые пользователем координаты), так и по временным интервалам и по отдельным приборам. В ряде продуктов также производится фильтрация

по процентному облачному покрытию снимка. Тем не менее, часто список доступных пользователю сцен оказывается достаточно большим. Но главное, что в традиционных системах заказа спутниковых данных достаточно большая роль отводится оператору. В то же время в ряде случаев может быть организована максимально автоматическая схема поиска и заказа данных, для чего в центр должно быть организовано автоматическое поступление информации об объектах, данные по которым необходимы системе мониторинга (контуры, времена съемки, условия облачности и режимы и т.д.). На основе этих данных может быть автоматически осуществлен поиск, заказ и представление данных в систему. Достаточно сложной подобная задача становится в случае, когда система мониторинга осуществляет слежение не за фиксированными объектами, а за различными явлениями (например, природными пожарами), которые могут возникать в разное время на достаточно больших территориях. В этом случае необходима организация постоянного поступления информации об объектах в центр приема. Такая схема была отработана в НЦ ОМЗ на примере взаимодействия с ИСДМ-Рослесхоз (Коровин и др., 2010). Фактически в НЦ ОМЗ было организовано автоматическое поступление информации о зарегистрированных по спутниковым данным лесным пожарам, их границам и временам действия. На основе данной информации в центре мог осуществляться автоматизированный выбор данных высокого пространственного разрешения, по которым могли бы анализироваться последствия действия пожаров.

***Схема интеграции продуктов в специализированные системы мониторинга на уровне интерфейсов.*** Как уже говорилось выше, во многих случаях для оптимизации и снижения объемов получаемой информации системам дистанционного мониторинга не всегда выгодно организовывать поступление и обработку в своих центрах всех объемов принимаемой спутниковой информации. Во многих случаях предпочтительнее осуществлять выборку информации по мере ее необходимости и просто обеспечивать возможность пользователям системы получение и работу с информацией, предоставляемой центрами приема наряду с информацией, поступающей из архивов самой системы мониторинга. Данный путь имеет следующие основные преимущества:

- в системе мониторинга нет необходимости вести дополнительные архивы данных;
- в большинстве случаев за счет сокращения объемов передаваемых исходных данных сокращается время обработки, необходимое для получения специализированных информационных продуктов;
- сокращаются требования к пропускной способности каналов, связывающих центры приема с центрами системы мониторинга;
- сокращаются объемы получаемой информации за счет того, что пользователи получают только необходимые им фрагменты.

Все это, в конечном итоге, ведет к оптимизации затрат на создание и эксплуатацию систем дистанционного мониторинга и позволяет существенно расширить возможности получения и использования информации, полученной на основе данных дистанционного зондирования. Особенно важно это для систем, которые ориентированы на мониторинг различных нестационарных объектов и процессов. Именно такими системами являются в частности, системы дистанционного мониторинга природных пожаров.

Поэтому для отработки описанной схемы предоставления данных была выбрана именно ИСДМ-Рослесхоз (Коровин и др., 2010). Предложенная схема была разработана и реализована в НЦ ОМЗ на основе технологий потоковой обработки данных, созданной в центре (Бурцев, Емельянов и др., 2010) и технологий сбора, обработки и распространения спутни-

ковой информации, разработанных в ИКИ РАН (Ефремов, Лупян и др., 2004, Ефремов, Крашенинникова и др., 2007, Балашов и др., 2008). Схема обрабатывалась на примере работы с данными прибора КМСС, установленного на спутнике МЕТЕОР М №1 (Дядюченко и др., 2010). Для обеспечения работы технологии были

- разработаны специальные процедуры обработки данных прибора КМСС, получаемых в НЦ ОМЗ для формирования базовых информационных продуктов и сохранение их в виде, позволяющем осуществлять эффективный выбор наборов данных для проведения их онлайн анализа;

- реализован специализированный архив информационных продуктов КМСС;

- создана система автоматической подготовки информационных слоев по запросам, поступающим из интерфейсов ИСДМ-Рослесхоз;

- в объединенном картографическом интерфейсе ИСДМ-Рослесхоз (Ефремов, Балашов и др., 2011) создана система управления информационными слоями, поступающими из НЦ ОМЗ.

Технология обеспечила возможность оперативного получения в интерфейсах ИСДМ-Рослесхоз данных из архивов НЦ ОМЗ. Это, в частности, позволило проводить анализ этих данных совместно с другой информацией, получаемой в ИСДМ-Рослесхоз. Пример отображения информации КМСС в интерфейсах ИСДМ-Рослесхоз приведен на рис. 1. Следует особо отметить, что реализация данной технологии позволила обеспечить доступ пользователей ИСДМ-Рослесхоз к оперативно пополняющимся архивам данных НЦ ОМЗ.

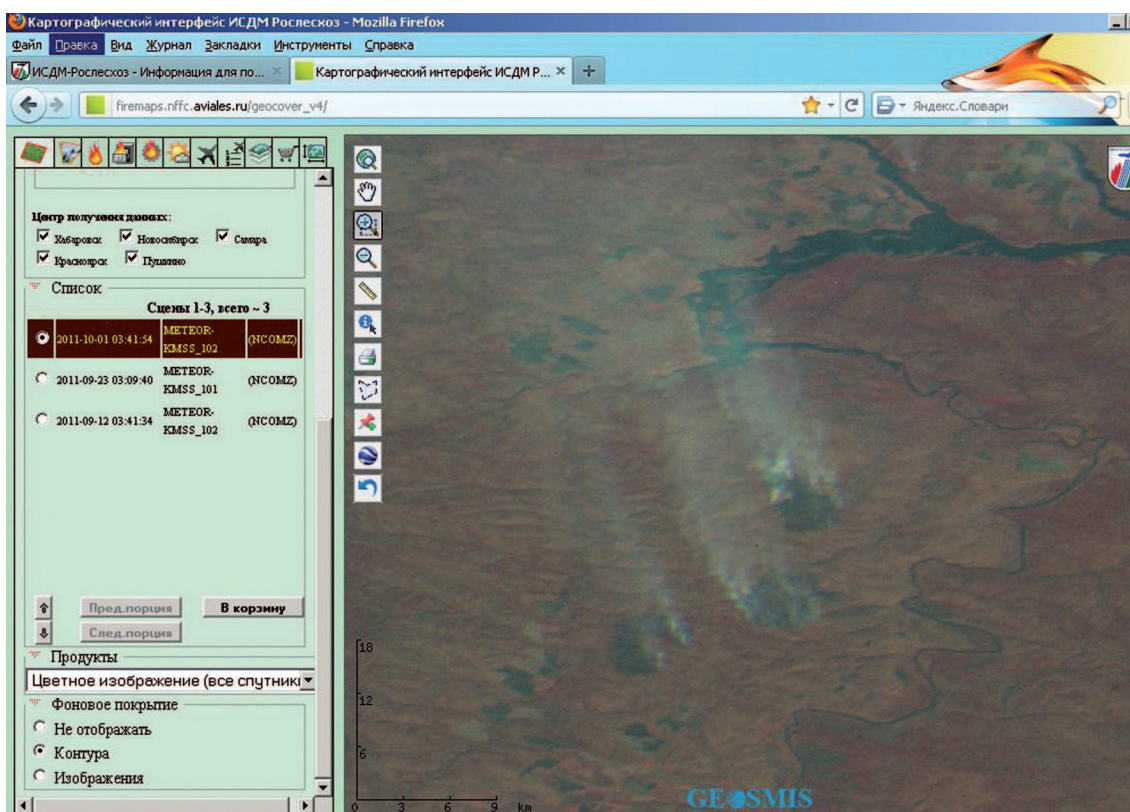


Рис. 1. Пример отображения информации КМСС в интерфейсах ИСДМ-Рослесхоз. Пожары в Иркутской области 01.10.2011

Реализованные схемы позволили расширить варианты взаимодействия НЦ ОМЗ с различными пользователями спутниковой информации, в первую очередь со специализированными системами мониторинга, которые в настоящее время становятся основными по-

требителями спутниковых данных. Реализованные в настоящее время в НЦ ОМЗ схемы предоставления пользователям различных информационных продуктов позволяют наладить взаимодействие с различными системами мониторинга, поскольку используют максимально стандартизированные варианты обмена и представления данных. Кроме того, так как реализованные в НЦ ОМЗ схемы представления данных были созданы на основе технологий работы со спутниковыми данными, разработанными в ИКИ РАН и используемыми в различных центрах приема и системах дистанционного мониторинга, то это в дальнейшем может служить основой для быстрой и удобной интеграции ресурсов центра с ресурсами других систем. В частности, со следующими:

- Объединенная система доступа к данным Европейского, Сибирского и Дальневосточного центров Росгидромета (Бурцев, Ефремов и др., 2011);
- Система дистанционного мониторинга земель агропромышленного комплекса (Толпин, Баргалев и др., 2010);
- Система мониторинга Федерального агентства по рыболовству (Солодилов, Пырков, 2011);
- Спутниковый сервис дистанционного мониторинга состояния растительности «Вега» (Российская академия наук) (Лупян, Савин и др., 2011).

Использование одной технологической платформы позволяет организовывать высокоэффективное взаимодействие различных систем, в том числе создавать комплексные информационные продукты на основе данных различных систем. Это в свою очередь облегчает взаимодействие систем при решении различных комплексных совместных задач. В частности, создание различных региональных систем дистанционного мониторинга.

Элементы созданного прототипа взаимодействия центров приема с системами дистанционного мониторинга были созданы при поддержке проектов Роскосмоса, Рослесхоза, РФФИ 11-07-12028-офи-м-2011, Миннауки 2011-1.4-514-045-087.

## Литература

1. *Балашов И. В., Бурцев М.Ю., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Прошин А.А., Толпин В.А.* Построение архивов результатов обработки спутниковых данных для систем динамического формирования производных информационных продуктов // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*, 2008 Выпуск 5. Т. 1. С. 26-32.
2. *Бурцев М.А., Емельянов К.С., Ефремов В.Ю., Мазуров А.А., Пахомов Л.А., Прошин А.А., Саворский В.П.* Построение информационной системы удаленной работы с каталогами данных НЦ ОМЗ // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*, 2010. Т.7. № 4. С.64-71.
3. *Бурцев М.А., Ефремов В.Ю., Мазуров А.А., Прошин А.А., Лупян Е.А., Милехин О.Е.* Система доступа к данным Европейского, Западно-Сибирского и Дальневосточного центров приема Росгидромета // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*, 2011. Т.8. № 3. С.113-119.
4. *Дядюченко В.Н., Селин В.А., Шилов А.Е., Волков С.Н., Горбунов А.В., Макриденко Л.А., Трифонов Ю.В., Асмус В.В., Милехин О.Е., Соловьев В.И., Успенский А.Б., Шмельков К.И.* Развитие космического комплекса гидрометеорологического и океанографического обеспечения на базе системы полярно-орбитальных ИСЗ серии «Метеор-М» // *Исследование Земли из космоса*, 2010. № 1. С. 13-19.
5. *Ефремов В.Ю., Балашов И.В., Котельников Р.В., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Толпин В.А., Уваров И.А., Флитман Е.В.* Объединенный картографический интерфейс для работы с

- данными ИСДМ-Рослесхоз // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т.8. № 3. С.129-139.
6. *Ефремов В.Ю., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Оптимизированная система хранения и представления географически привязанных спутниковых данных, // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», 2007. Т. 1. С.125-134.
  7. *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. Т. 1. С 437-443.
  8. *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.
  9. *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.
  10. *Лупян Е.А., Савин И.Ю., Барталев С.А., Толпин В.А., Балашиов 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.
  11. *Солодилов А.В., Пырков В.Н.* Комплексный спутниковый мониторинг судов рыбопромыслового флота // Аэрокосмический курьер, 2011. № 2 (74). С.68-70.
  12. *Толпин В.А., Балашиов 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.93-10.
  13. *Толпин В.А., Барталев С.А., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Савин И.Ю., Флитман Е.В.* Возможности информационного сервера СДМЗ АПК // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. № 2. С.221-232.

## **On the Possibility of Effective Interaction between Satellite Data Receiving and Processing Centers and Remote Monitoring Systems**

**М.А. Burtsev<sup>1</sup>, K.S. Emelyanov<sup>2</sup>, V.Yu. Efremov<sup>1</sup>, E.A. Loupian<sup>1</sup>, A.A. Mazurov<sup>1</sup>,  
L.A. Pakhomov<sup>2</sup>, A.A. Proshin<sup>1</sup>, V.P. Savorsky<sup>1,2</sup>, J.V. Artamonova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Space Research Institute of Russian Academy of Sciences  
117997, Moscow, Profsoyuznaya str., 84/32  
E-mail: evgeny@iki.rssi.ru;*

<sup>2</sup> *Research Center for Earth Operative Monitoring  
JSC “Russian Space Systems”  
127490, Moscow, Dekabristov str., domain 51, bldg. 25  
E-mail: eks@ntsomz.ru*

The present work is devoted to problems of development of new technology for interoperation between satellite data receiving and processing centers and remote monitoring systems. This technology provides interoperability based primarily on the integration of information resources at the level of data access interfaces. This paper describes a prototype of such a technology developed at Research Center for Earth Operative Monitoring (NTsOMZ), providing interaction with Federal Forestry Agency's Information System for Remote Monitoring of Forest Fires (FFA-ISDM). The paper describes the structure of interoperation and discusses issues related to the advantages of the proposed technology.

**Keywords:** Earth remote sensing, satellite monitoring information systems, remote data access, web-mapping interfaces.