

Использование данных высокого пространственного разрешения в информационной системе дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства РФ (ИСДМ Рослесхоз)

С.А. Барталев¹, М.А. Бурцев¹, В.А. Егоров¹, В.Ю. Ефремов¹, Р.В. Котельников²,
Е.А. Лупян¹, А.А. Мазуров¹, А.М. Матвеев¹, В.Е. Щетинский²

¹*Институт космических исследований РАН*

117997 Москва, ул. Профсоюзная, 84/32

E-mail: info@smis.iki.rssi.ru

²*ФГУ «Авиалесоохрана»*

141200, г. Пушкино Московской области, ул. Горького, 20

E-mail: aviales@space.ru

В статье обсуждаются вопросы, связанные с использованием различных данных высокого пространственного разрешения в информационной системе дистанционного мониторинга лесных пожаров федерального агентства лесного хозяйства Российской Федерации (ИСДМ Рослесхоз). Описывается структура созданной системы работы с такими данными, а также основные особенности, связанные с работой с распределенными архивами данных достаточно большого объема и необходимостью оперативного предоставления их пользователям системы в удобном для анализа виде. В статье обсуждаются также основные технические подходы и решения, использованные для построения системы доступа к данным, и описываются её основные функции и возможности.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, дистанционный мониторинг лесных пожаров, данные высокого пространственного разрешения, SPOT, ИСДМ Рослесхоз.

Система дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства РФ (ИСДМ Рослесхоз) предназначена для оперативной оценки пожарной опасности в лесах России, мониторинга лесных пожаров и оценки их последствий. Достаточно подробно задачи и возможности системы описаны в работах [1-3]. Поскольку основной задачей системы является получение оперативной информации о лесопожарной обстановке на территории РФ, она до последнего времени была в основном ориентирована на использование данных низкого и среднего разрешения (спутники NOAA, TERRA и AQUA), обеспечивающих несколько раз в день получение информации по любой территории РФ. В то же время в последние годы одной из важных задач ИСДМ Рослесхоз стала задача оценки последствий действия лесных пожаров. Эта задача также в основном сегодня решается в системе на основе данных среднего разрешения (данные прибора MODIS) [7]. Однако для выборочного уточнения данных в системе в последнее время стали активно использоваться спутниковые данные высокого разрешения, и информация, получаемая при проведении авиационных наблюдений. Спутниковые данные высокого разрешения используются также в системе при проведении верификации различных алгоритмов обработки. Следует также отметить, что данные высокого разрешения сегодня используются не только в блоке мониторинга лесных пожаров, но и предоставляются в блок лесопатологического мониторинга [10]. Для решения этих задач в системе требуется достаточно большой объем данных и необходимо организовать их автоматизированную обработку, архивацию, а также обеспечить оперативный и достаточно удобный доступ

пользователей к данным для проведения их анализа. Данная работа посвящена описанию текущих возможностей блока работы со спутниковыми данными в ИСДМ Рослесхоз.

Блок ИСДМ Рослесхоз для работы со спутниковыми данными высокого разрешения был создан и введен в опытную эксплуатацию в 2007 году. В настоящее время блок активно дорабатывается и развивается. Сегодня блок в основном ориентирован на работу с данными приборов LANDSAT ETM+ (спутники LANDSAT) [11], HRV и HRVIR (спутники SPOT) и с данными, поступающими со спутника РЕСУРС ДК [9], однако также ведутся работы по интеграции в систему и других данных.

Основными задачами блока являются сбор данных, их первичная обработка, формирование архивов данных и представление пользователям продуктов, полученных в результате обработки, обеспечение специализированной обработки данных (например, автоматическое оконтуривание гарей), а также предоставление интерфейсов для их анализа. Основные возможности блока будут рассмотрены в настоящей работе на примере работы с данными приборов HRV и HRVIR (спутники SPOT).

Поступление данных HRV и HRVIR организовано из Западносибирского регионального центра приема и обработки данных (ЗапСибРЦПОД) (г. Новосибирск), Дальневосточного регионального центра приема и обработки данных (ДВРЦПОД) (г. Хабаровск) и Центра приема и обработки спутниковых данных ОАО «Самара-Информспутник» (г. Самара).

Поскольку данные HRV и HRVIR имеют достаточно большой объем (ежемесячно в каждом центре получается и обрабатывается около 500 Гб данных), они не могут быть оперативно переданы в головные узлы ИСДМ Рослесхоз, поэтому в центрах организованы системы автоматической обработки, архивации и представления данных.

Данные, принятые на станции, проходят автоматические процедуры радиометрической коррекции, первичной географической привязки, оценки процента покрытия облачностью и аннотирования. После чего строится цветосинтезированные композиты. Для сцен, на которых процент облачности меньше 50%, композиты строятся в полном пространственном разрешении, для остальных сцен они прореживаются в 5 раз. Данные, для которых процент покрытия облачности меньше 10, проходят дополнительную автоматическую географическую привязку на основе их совмещения с географически привязанным безоблачным покрытием территории, полученным на основе данных прибора LANDSAT ETM+. Все данные поступают в систему архивации, метаданные автоматически передаются в центральный каталог. Следует отметить, что все процедуры обработки данных на станциях приема полностью автоматизированы.

Система архивации и представления данных организована на основе специальной технологии, позволяющей обеспечивать динамическое формирование информационных продуктов на любую выбранную пользователем территорию по его запросу. Описание этой технологии можно найти в [4-6]. Технология обеспечивает распределенное хранение данных в архивах центров приема, ведение центрального и дублирующего архива ИСДМ Рослесхоз, ведение единого каталога данных.

Все данные, прошедшие обработку в центрах приема, заносятся в локальные архивы данных, а метаданные о поступившей в архивы информации автоматически передаются и заносятся в центральный каталог, расположенный в узле ИСДМ Рослесхоз, расположенном в ИКИ РАН. Этот каталог в дальнейшем автоматически реплицируется на остальные узлы системы. Это позволяет на всех узлах системы иметь оперативную информацию обо всех принятых данных, и о том, на каком сервере они находятся. Поэтому пользователи могут на любом информационном узле системы получить полную информацию о состоянии архивов данных. Система архивации цветосинтезированных композитов организована таким образом, чтобы на ее основе можно было по запросам пользователей динамически формировать изображения по произвольному региону наблюдения за выбранный период времени. Отметим, что обслуживание комплексов обработки данных в центрах приема

осуществляют специалисты соответствующих центров, поэтому в архивы ИСДМ Рослесхоз попадают уже обработанные, а не исходные данные.

Данные, поступившие в локальный архив, также автоматически архивируются на жестких дисках для передачи их в центральный архив ИСДМ Рослесхоз. По мере заполнения дисков они пересылаются в центральный архив и в нем усваиваются. Часть данных из локальных архивов может быть также выложена на серверах для проведения оперативных обработок.

Общая схема организации распределенного архива данных приведена на рис. 1.

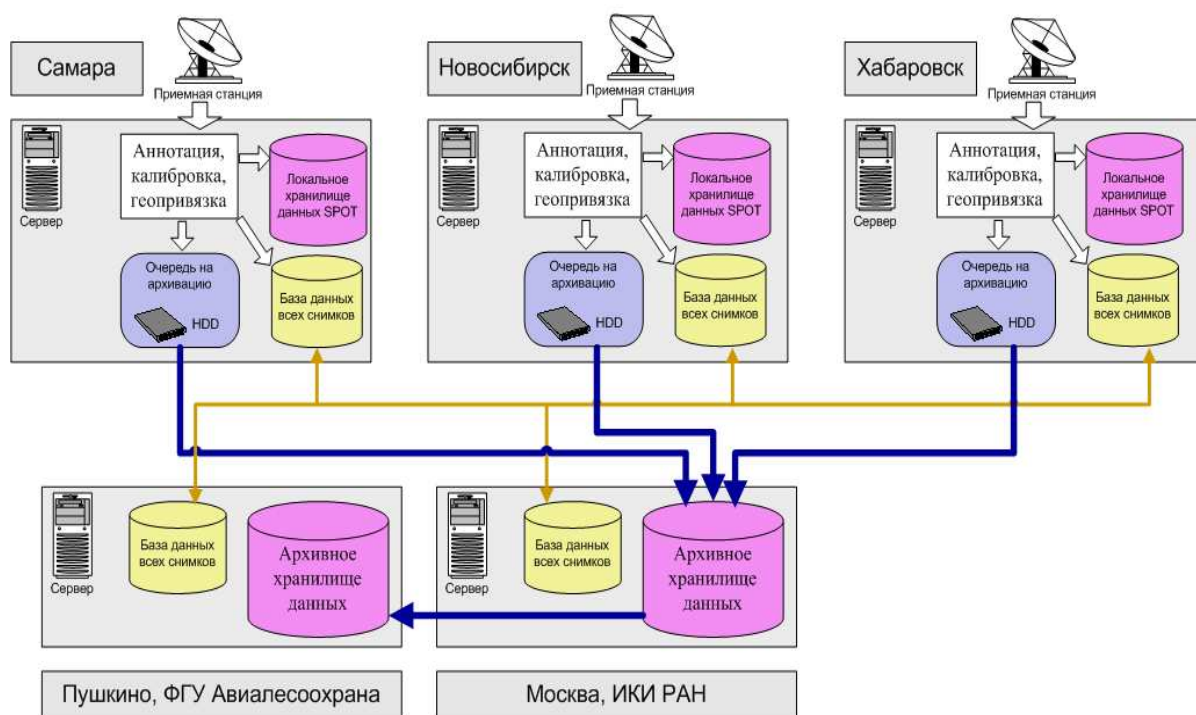


Рис. 1. Схема организации ведения распределенного архива данных высокого разрешения в ИСДМ Рослесхоз

Всего на конец пожароопасного сезона 2008 года в архиве находилось около 50 тысяч сцен по территории России, из них около 15 тысяч с менее чем десятипроцентной степенью покрытия облачностью. Суммарный объем усваиваемых в системе данных порядка 300 Гб в месяц. Объем всех хранящихся в системе данных на сегодня порядка 1 Тб. Отметим, что сцены, поступающие в архивы из центров приема, не являются исходными сценами SPOT (так называемые «исходные продукты»), это сцены, уже прошедшие радиометрическую коррекцию и уточнение привязки («производные продукты»). Хотя на их основе уже нельзя восстановить «исходных продуктов», данные продукты во многом удобнее для использования в автоматизированных системах обработки ИСДМ Рослесхоз.

Следует особо отметить, что благодаря фактически полной автоматизации процессов поступления и обработки информации в систему данные HRV и HRVIR, они становятся доступны для пользователей спустя всего несколько часов после получения со спутников.

Для работы с распределённым архивом данных на информационных серверах ИСДМ Рослесхоз построена специальная система динамических web-интерфейсов, созданных на основе технологии, разработанной в ИКИ РАН [12]. Данные интерфейсы позволяют проводить поиск данных в архивах, выборку данных по произвольному региону за заданный период времени, а также анализ информации высокого разрешения совместно с другой информацией ИСДМ Рослесхоз. Интерфейсы, например, позволяют производить

совмещение и совместный анализ спутниковых данных с информацией о пройденных огнем площадях, повреждениях, картографическими материалами и т.д.

Интерфейс также может отображать разнородную картографическую информацию из различных источников и обеспечивать удобный вызов информации о различных объектах (гарях, пожарах), использующихся в ИСДМ Рослесхоз. Интерфейс может быть также вызван из сообщения о пожаре и автоматически найти все данные, имеющиеся в системе по области действия пожара. Используя данный интерфейс, можно достаточно точно оценить некоторые характеристики пожаров и гарей, например их размеры и площадь. Пример интерфейса приведен на рис. 2.

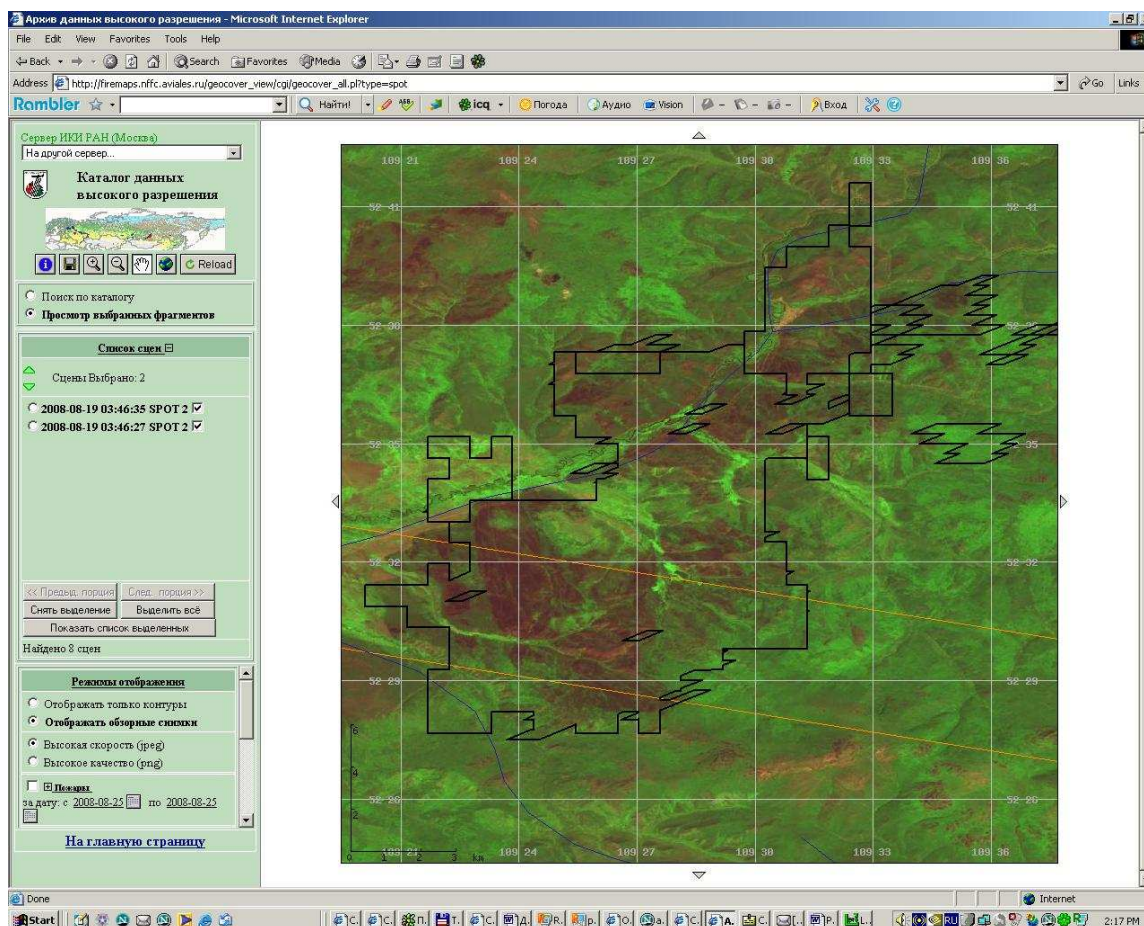


Рис. 2. Пример интерфейса работы с данными высокого разрешения на информационных серверах ИСДМ Рослесхоз

Интерфейс состоит из следующих основных элементов:

- **Область управления картой.** В этой области расположены основные функции управления картой. С помощью кнопок управления, пользователь имеет возможность масштабировать изображение, запрашивать информацию об объекте, сохранять изображение на диск. Также в этой области расположена обзорная миникарта, с помощью которой реализована функция управления областью просмотра.
- **Область отображения.** Область предназначена для отображения всей картографической информации. Для более удобного управления картой в этой области реализована функция перемещения изображения посредством простого перетаскивания карты курсором мышки.
- **Область управления поиском.** В этой области расположены функции управления поиском по каталогу данных. Функциональность области позволяет задавать различные

параметры для выборки данных из каталога (диапазон дат, географические координаты, облачность, а также многие другие). В качестве дополнительных параметров имеется возможность задать выборку данных по спутнику и приборам, а также по серверу хранения данных и по станции приёма.

- **Область отображения списка** выбранных данных позволяет отображать список найденных сцен. Также реализована возможность ручного выбора сцен для отображения.

- **Область управления режимом отображения**, в которой сосредоточены функции выбора между различными режимами показа, например, режимом показа контуров сцен и полных изображений, управления качеством показываемых изображений (для ускорения скорости представления данных) и т.д.

- **Область управления работой с полигонами**, в которой находятся функции рисования графических полигонов на карте, а также выполнения с ними разнообразных операций (к примеру, определять их площадь или заносить их контуры в базу данных). Это, в частности, позволяет управлять поиском сцены в заданном полигоне.

- **Область управления картографическими слоями** позволяет управлять отображением разнообразных слоёв, таких как пожары, повреждения растительности, лесные и нелесные гари, а также картографией – контуры рек и водоёмов, границы областей, населённые пункты, а также границы заповедников.

Система интерфейсов к данным создана на основе специально разработанного в ИКИ РАН подхода для реализации систем, обеспечивающих динамическое формирование продуктов, полученных на основе спутниковых данных [4-6]. Интерфейс позволяет работать с данными, расположенными на различных серверах распределённого архива.

По мере поступления запроса на данные происходит обращение к единому каталогу данных, в котором имеется полная актуальная информация обо всех данных на всех серверах. Из каталога получается информация, с каких серверов следует запросить данные. После этого осуществляется запрос на удаленные сервера, которые возвращают на сервер, осуществивший запрос, необходимые фрагменты по заданному региону. После чего происходит сборка фрагментов в единое изображение, наложение на это изображение всех дополнительных слоёв, запрошенных пользователем, и передача результирующего информационного продукта в пользовательский интерфейс. Схема построения такого изображения представлена на рисунке 3.

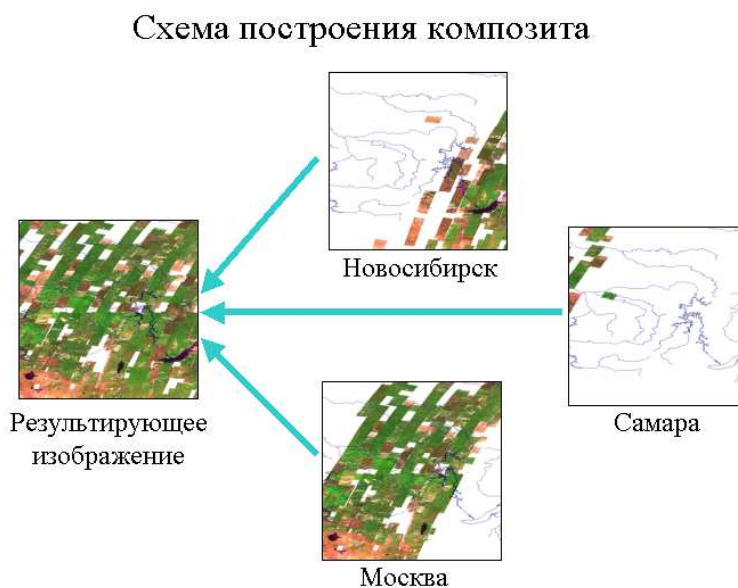


Рис. 3. Схема построения композитного изображения на основе данных распределённого архива

Одним из достоинств интерфейса является возможность отображать одновременно данные различных типов. Интерфейс позволяет отображать следующие типы данных:

- Спутниковые данные высокого разрешения. Это вышеописанные сцены спутников SPOT, Landsat и Ресурс-ДК.
- Данные среднего разрешения. К таким данным относятся, к примеру, карты растительного покрова и покрытых лесом площадей, полученные по данным MODIS.
- Векторные данные, полученные в результате обработки спутниковых данных. Это могут быть векторные контуры пожаров, детектированные по данным MODIS, повреждения лесов, контуры гарей по данным MODIS и SPOT-Vegetation, и другие тематические продукты обработки
- Статическая картографическая информация. Это разнообразная картографическая информация, не сильно изменяемая со временем – к примеру, очертания берегов, контуры рек, границы регионов и областей, границы заповедников и другие.

Также данный интерфейс используется в системах управления обработкой спутниковых данных. Наиболее типичные задачи, решаемые с помощью интерфейса в рамках работы системы управления обработкой, следующие:

- Выборка данных на обработку. (Функциональность интерфейса позволяет легко формировать набор данных для обработки.)
- Визуальный анализ данных. (Интерфейс позволяет выполнять визуальный анализ данных для дальнейшей оценки этих данных.)
- Задание типов обработки. (Функциональность интерфейса позволяет задавать тип обработки, и отправлять задание на обработку на сервер.)

В частности, данный интерфейс используется в системе уточнения границ гарей в рамках системы ИСДМ Рослесхоз [9].

Эксплуатация блока в составе ИСДМ Рослесхоз показала его работоспособность и устойчивость. Следует отметить, что одним из основных достоинств блока, на наш взгляд, безусловно, является то, что он достаточно легко расширяется и настраивается для работы с данными различных спутниковых систем. Это в частности позволило уже сегодня начать на его основе построение системы работы со спутниковыми данными высокого пространственного разрешения, поступающими в систему дистанционного контроля лесопользования Рослесхоза. Блок также обеспечивает достаточно удобные возможности по интеграции имеющейся в нем информации в другие системы мониторинга, в частности, на его основе реализовано представление данных из архивов ИСДМ Рослесхоз в систему дистанционного лесопатологического мониторинга Рослесхоза.

Литература

1 *Ершов Д.В., Коровин Г.Н., Луян Е.А., Мазуров А.А., Тацилин С.А.* Российская система спутникового мониторинга лесных пожаров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научных статей. М.: ООО "Полиграф сервис", 2004. С.47-57.

2 *Беляев А.И., Коровин Г.Н., Луян Е.А.* Использование спутниковых данных в системе дистанционного мониторинга лесных пожаров МПР РФ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научных статей. М.: GRANP polygraph, 2005. Т. I. С.20-29.

3 *Барталев С.А., Ершов Д.В., Коровин Г.Н., Котельников Р.В., Луян Е.А., Щетинский В.Е.* Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства РФ (состояние и перспективы развития) // Современные проблемы

дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научных статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2008. Вып. 5. Т. II. С. 419-429.

4 *Ефремов В.Ю., Крашенинникова Ю.С., Луян 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: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научных статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2007. Вып. 4. Т. I. С. 125-132.

5 *Балашов И.В., Бурцев М.Ю., Ефремов В.Ю., Луян Е.А., Прошин А.А., Толтин В.А.* Построение архивов результатов обработки спутниковых данных для систем динамического формирования производных информационных продуктов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научных статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2008. Вып. 5. Т. I. С.26-31.

6 *Балашов И.В., Ефремов В.Ю., Луян Е.А., Прошин А.А., Толтин В.А.* Построение систем, обеспечивающих динамическое формирование комплексных информационных продуктов на основе данных дистанционного зондирования // Международная конференция «Фундаментальные космические исследования: Новейшие разработки в области геоэкологического мониторинга Причерноморского региона и перспективы их реализации». Солнечный берег, Болгария, 21-28 сентября 2008 г. Сборник статей.

7 *Егоров В.А., Барталев С.А., Луян Е.А.* Использование данных спутниковых наблюдений MODIS для мониторинга повреждений лесов пожарами // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: доклады IV Международной конференции (Москва 17-19 апреля 2007 г.). М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. С. 107-108.

8 *Барталев С.А., Галеев А.А., Златопольский А.А., Егоров В.А., Ефремов В.Ю., Луян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А.* Построение автоматических оценок лесных площадей, пройденных огнем по данным приборов HRV, HRVIR // Настоящий сборник.

9 *Ефремов В.Ю., Луян Е.А., Мазуров А.А., Матвеев А. М., Пахомов Л.А., Саворский В.П.* Возможности интеграции каталогов спутниковых данных ДЗЗ со специализированными системами мониторинга // Настоящий сборник.

10 *Толтин В.А., Ершов Д.В., Ефремов В.Ю., Кобельков М.Е., Луян Е.А.* Организация доступа пользователей системы дистанционного лесопатологического мониторинга к спутниковым данным и результатам их обработки // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научных статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2008. Вып. 5. Т. II. С. 577-585.

11 *Галеев А.А., Ершов Д.В., Ефремов В.Ю., Крашенинникова Ю.С., Котельников Р.В., Луян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Система оперативного доступа удаленных пользователей к информационным ресурсам информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научных статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2006. Т. I. С. 351-358.

12 *Ефремов В.Ю., Луян Е.А., Мазуров А.А., Матвеев А.М., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Организация работы с данными высокого пространственного разрешения в информационной системе дистанционного мониторинга лесных пожаров // Международная конференция "Фундаментальные космические исследования: Новейшие разработки в области геоэкологического мониторинга Причерноморского региона и перспективы их реализации". Солнечный берег, Болгария, 21-28 сентября 2008 г. Сборник статей. С. 65-67.

Application of high resolution satellite data in the wildfires remote monitoring information system (ISDM-Rosleskhoz)

**S.A. Bartalev¹, M.A. Bourtsev¹, V.A. Egorov¹, V.Y. Efremov¹, R.V. Kotelnikov²,
E.A. Loupian¹, A.A. Mazurov¹, A.M. Matveev¹, V.E. Schetinsky²**

¹Space Research Institute of RAS

117997, 84/32 Profsoyuznaya Str., Moscow, Russia

²Aerial Forest Fire Centre "Avialesookhrana"

20 Gorky St., Pushkino 141200, Moscow Region, Russia.

The article describes application of various high resolution satellite data in the Wildfires Remote Monitoring Information System (ISDM-Rosleskhoz). The structure of developed information system is given along with the main features of distributed data archives operation and user-friendly on-line data representation. Also general technical matters and approaches of the data access system development are discussed and the system's general features are described.

Keywords: Earth remote sensing, wildfires remote monitoring, high resolution satellite data, SPOT, ISDM-Rosleskhoz.