

# ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЕРАТИВНОЙ ПОСТАВКИ ДАННЫХ СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ПОЖАРОВ В СИСТЕМУ МОНИТОРИНГА КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ОБЪЕКТОВ И РЕСУРСОВ

А.А. Прошин<sup>1</sup>, А.А. Романов -ст.<sup>2</sup>, А.А. Романов -мл.<sup>2</sup>, В.А. Толпин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт космических исследований РАН,  
117997 Москва, Профсоюзная 84/32  
E-mails: info@smis.iki.rssi.ru;*

<sup>2</sup>*Российский Научно-Исследовательский Институт Космического Приборостроения  
111250 Москва, ул. Авиамоторная  
E-mails: contact@rniikp.ru;*

## Введение

Проблема лесных пожаров для Российской Федерации является чрезвычайно актуальной. Ежегодно в России происходит более 30 тыс. пожаров, выгорает более 2 млн. гектар леса (по данным МЧС за 2003 год - 33 тыс. пожаров, выгорело 2,3 млн. га леса). Однако, информация о возгораниях не всегда доступна с достаточной оперативностью в силу огромной географической протяженности лесных массивов в России, около 60% территории которой покрыта лесами.

Экономический ущерб и даже человеческие жертвы могут многократно возрасти, если на пути пожара окажется какой-либо критически важный объект (КВО), функционирование которого стратегически важно для страны, а авария может быть губительна для экосистемы региона, и являться чувствительным ударом по экономике государства. В качестве примера можно привести пожар в 2004 году в Челябинской области, когда было уничтожено до 600 га леса. Пожар удалось остановить в считанных километрах от предприятия «Маяк», которое является крупным хранилищем радиоактивных отходов. Страшная трагедия могла произойти в США в 2000 году, когда лесной пожар был остановлен в непосредственной близости от научного центра в Лос-Аламосе, который является ведущей организацией в области американских ядерных исследований. Таким образом, информация о пожарной обстановке, полученная в течение нескольких часов после начала пожара и доступная удаленным КВО, способна послужить своевременным сигналом к мобилизации соответствующих ресурсов и локализации возгорания на ранней стадии, что приведет к повышению общей защищенности КВО.

Как было сказано выше, лесные массивы, как правило, имеют достаточную пространственную протяженность, что затрудняет контроль пожарной обстановки. Оптимальным решением в этом случае, является использование средств и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с целью определения различных параметров активных возгораний. На данный момент для этих целей можно использовать достаточно большое количество космических аппаратов (NOAA, Terra(MODIS), Aqua(MODIS), SPOT и прочие ресурсные спутники), которые передают на Землю информацию с различным пространственным разрешением (от 1 км до нескольких метров) в различных спектральных диапазонах. Таким образом, для повышения эффективности контроля пожарной обстановки вокруг КВО, необходимо создать дополнительный инструмент работы с данными ДЗЗ в помощь организациям, которые решают задачи обеспечения пожарной безопасности подобных объектов.

В Европе, Америке, России и некоторых других странах созданы и функционируют системы мониторинга пожарной обстановки в интересах лесоохранных служб, однако специализированных систем, наблюдающих за пожарной обстановкой вокруг КВО, не существует.

Программно-аппаратный комплекс оперативного мониторинга пожарной обстановки (ПАК ОМПО) разработан в целях анализа данных спутникового мониторинга пожарной обстановки в районах расположения особо опасных объектов.

Спутниковые данные, необходимые для функционирования ПАК ОМПО, импортируются из Информационной Системы Дистанционного Мониторинга «Рослесхоз» (ИСДМ «Рослесхоз») [1,2,3], разрабатываемой Институтом Космических Исследований (ИКИ РАН) совместно с ИСЗФ СО РАН и ЦЭПЛ РАН в интересах службы авиационной охраны лесов России «Авиалесоохрана». Эта информационная система разрабатывается, начиная с 1995 года, а с 2002 года она находится в опытной эксплуатации. Для функционирования ПАК ОМПО используются данные прибора AVHRR спутников серии NOAA, а так-же данные спектрорадиометра MODIS, установленного на спутниках TERRA и AQUA. Использование уже обработанных спутниковых данных позволило существенно сократить время разработки ПАК ОМПО и сосредоточиться на решении специфических задач, связанных с мониторингом пожарной обстановки в районах критически важных объектов.

В настоящее время ПАК ОМПО производит непрерывное наблюдение за пожарной обстановкой вокруг критически важных и опасных объектов Роскосмоса, Минатома и нефтегазовой отрасли Российской Федерации.

### **Общая характеристика и структура ПАК ОМПО**

На настоящий момент ПАК ОМПО анализирует пожарную обстановку в районах расположения 51 объекта на территории России. Оператор системы через Web-интерфейс может получить доступ как к текущей, так и архивной информации о пожарной обстановке в регионах объектов наблюдения. При возникновении опасной ситуации - наличие очага возгорания на расстоянии ближе, 30 км до объекта, система оповещает оператора звуковыми и цветовыми сигналами, если пожар обнаружен на расстоянии 100 км до объекта - комплекс индицирует необходимость слежения за развитием обстановки в данном регионе. Также ПАК ОМПО обеспечивает автоматическую рассылку параметров обнаруженных пожаров пользователям системы по протоколам FTP и/или SMTP.

Сервер ПАК ОМПО работает под управлением операционной системы UNIX (FreeBSD), а для реализации Web-сервисов используется WWW сервер Apache, в качестве среды, управляющей данными комплекса, выступает СУБД MySQL. Основным языком написания серверных управляющих программ Perl. WEB интерфейсы написаны на языке программирования PHP. Для контроля правильности функционирования ПАК ОМПО используется разработанный в ИКИ РАН программный пакет PMS (Process Monitoring System).

Общая структурная схема ПАК ОМПО представлена на рисунке 1, также там представлены все информационные потоки.

### **Описание основных элементов системы**

Система состоит из следующих основных элементов:

1. программное обеспечение (ПО) обработки, обновления, архивирования и контроля целостности входящей информации,
2. база данных ПАК ОМПО,
3. ПО рассылки формализованных сообщений по SMTP/FTP протоколам,
4. Web-интерфейс для работы клиентов ПАК ОМПО.

ПО обработки, обновления, архивирования и контроля целостности входящей информации служит для работы с обработанными спутниковыми данными, которые дополнительно обрабатываются для каждого конкретного региона, в котором находится особо опасный объект. На втором этапе проверяется целостность данных и отбраковывается испорченная информация. На заключительной стадии, результаты обработки спутниковой информации, прошедшие проверку, добавляются в оперативную и ретроспективную базу ПАК ОМПО.

База данных ПАК ОМПО представляет собой набор таблиц, содержащих обработанные графические и статистические спутниковые данные по критически важным объектам. Все обработанные спутниковые изображения хранятся на файловом сервере, а информация, характеризующая пожарную обстановку и соответствующая конкретному изображению, находится в базе данных.

Информация, необходимая для мониторинга пожарной обстановки вокруг особо опасных объектов, находится в базе данных в следующих таблицах:

- LOCAL\_PRODUCTS – таблица, содержащая информацию о спутниковых изображениях,
- STAT – таблица, содержащая статистическую информацию,
- STATUS – таблица, содержащая данные, необходимые для ускорения доступа пользователей к информации с помощью Web-интерфейса. Таблица содержит только последнюю информацию по всем объектам мониторинга. Количество строк в таблице соответствует количеству объектов мониторинга,
- STATUS\_ARCH – таблица, содержащая ретроспективную информацию по объектам мониторинга. Таблица служит для ускорения доступа пользователей через Web-интерфейс к ретроспективной информации, а так же содержит все данные, по объектам наблюдения.

ПО рассылки формализованных сообщений по SMTP/FTP протоколам предназначено для рассылки сообщений о состоянии особо опасных объектов пользователям системы согласно регламенту. Сообщение предварительно упаковывается для уменьшения передаваемой информации, а затем, может быть отправлено по электронной почте на ящик пользователя системы или загружено на FTP сервер. Фактически ПО рассылки состоит из следующих модулей:

- модуль выборки информации и формирования формализованного сообщения, который собирает необходимую информацию из базы данных в соответствии с утвержденным перечнем параметров и форми-

рует формализованное сообщение для конкретного пользователя системы и подготавливает его для дальнейшей обработки,

- модуль упаковки сообщения, данный модуль упаковывает формализованное сообщение для дальнейшего передачи его по каналам связи, при упаковке используется алгоритм сжатия ZIP (gzip),
- модуль рассылки информации пользователям, данный модуль обеспечивает рассылку упакованных формализованных сообщений конечным пользователям системы в соответствии с выбранным протоколом (FTP и/или SMTP),
- модуль сбора служебной информации, данный модуль является служебным, обеспечивает контроль рассылки и позволяет контролировать доставку сообщений пользователям системы.

Web-интерфейс (рис. 2) для работы клиентов ПАК ОМПО предназначен для оперативного доступа пользователей к информации о состоянии особо важного объекта. Данный интерфейс предоставляет возможность просмотра последнего спутникового изображения региона, в центре которого находится особо опасный объект, а также статистической информации, соответствующей этому изображению, характеризующая пожарную обстановку в регионе. Кроме того, имеется возможность просмотра ретроспективной информации по пожарной обстановке в регионе расположения особо опасного объекта, контроля пожарной обстановки всех особо опасных объектов с помощью сводной таблицы, так-же создан режим автоматического оповещения оператора системы при обнаружении пожара в критической зоне любого особо опасного объекта.

Идентификационный номер объекта на рис. 2 одновременно является ссылкой на страницу с информацией о состоянии объекта (рис. 3). Страница с информацией по объекту, представленная на рис. 3, содержит как спутниковые изображения (разные каналы) и дополнительную графическую информацию, так и статистическую информацию о пожарах при их наличии. Объект мониторинга находится всегда в центре спутникового снимка и отображается на слое «объект» в виде синего квадрата, на том же слое показаны зоны контроля (желтая – 100 км, красная – 30 км). При наличии пожаров появляется слой «пожары», на котором пожары обозначены в виде красных точек (хотспоты).

## Заключение

ПАК ОМПО представляет собой автоматизированную систему, которая впоследствии может быть использована, как составной элемент разрабатываемой в настоящее время Федеральной системы мониторинга критически важных и(или) опасных объектов и грузов (ФСМ ОГ) Российской Федерации.

Потенциальными потребителями информации, предоставляемой ПАК ОМПО, являются:

- Министерство обороны РФ;
- Региональные представительства и непосредственно министерство по чрезвычайным ситуациям
- Различные министерства и ведомства;
- Частные компании и организации, заинтересованные в получении подобных услуг.

Разработанный ПАК ОМПО имеет достаточно высокий потенциал для дальнейшего развития.

Поскольку, на настоящий момент, осуществляется мониторинг пожарной обстановки только вокруг стационарных объектов, а серьезную опасность представляют собой и опасные грузы, которые при транспортировке могут попасть в потенциально опасную зону, подверженную лесному пожару, следовательно, необходимо доработать программное обеспечение сервера ПАК ОМПО для реализации задачи мониторинга пожарной обстановки при транспортировке опасных грузов.

Увеличение количества объектов, за которыми проводится наблюдение комплексом, а, следовательно, и числа пользователей ПАК ОМПО, приведет к необходимости пересмотра политики доступа к Web-сервисам системы. Необходимо, предусмотреть проведение модернизации систем комплекса ПАК ОМПО, для гибкого регулирования потока получаемой клиентом информации, а так-же и политику доступа к информации в системе таким образом, чтобы определенный пользователь получал доступ к пожарной обстановке по набору предварительно определенных им объектов.

На настоящий момент, для ПАК ОМПО совокупностью исходных данных спутникового зондирования являются снимки земной поверхности со спутников серии NOAA, и спектрорадиометра MODIS, установленного на спутниках Terra и Aqua. Однако качество получаемой информации серьезно зависит от состояния облачного покрова над рассматриваемой областью. Таким образом, по вышеперечисленным спутниковым данным невозможно оценить обстановку под облаками на наблюдаемой территории. Следовательно, необходимо рассмотреть возможность использования всепогодных данных спутникового зондирования поверхности Земли для оценки пожарной обстановки вокруг контролируемых объектов.

Достаточно серьезным направлением развития комплекса может стать применение в ПАК ОМПО различных ГИС технологий. Наличие мощных инструментов для обработки и анализа разнородной пространственно распределенной информации является одним из основных преимуществ использования современных ГИС систем. Комбинирование нескольких тематических слоев отображаемой информации по-

зволит проводить более детальный анализ пожарной обстановки. Совместное использование данных о пожарной обстановке за несколько дней, карт рельефа местности, рек и озер, железных и обычных дорог, плотности населения в рамках рассматриваемой территории, представленных в наглядном виде на географическом планшете, позволит добиться более наглядного представления получаемой комплексом информации, и следовательно, облегчит принятие управленческих решений по разрешению возможной чрезвычайной ситуации. Использование клиент/серверных ГИС технологий, позволит, обеспечить доступ пользователей к хранимой в базах данных комплекса информации, как с мощных стационарных рабочих станций, обладающих значительными вычислительными мощностями, так и с «тонких» клиентов, способных получать требуемую информацию, в том числе, даже на экран карманного компьютера.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №03-07-90358.

### Литература

1. *Д.В. Ершов, Г.Н. Коровин, Е.А. Лупян, А.А. Мазуров, С.А. Тацилин.* Российская система спутникового мониторинга лесных пожаров. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Сборник научных статей Москва Полиграф сервис, 2004, с 47-57
2. *Беляев А.И., Коровин Г.Н., Лупян Е.А.* Использование спутниковых данных в системе дистанционного мониторинга лесных пожаров МПР РФ. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Настоящий сборник.
3. *Беляев А.И., Ершов В.В., Лупян Е.А., Романюк Б.В., Сухинин А.И., Тацилин С.А.* Национальная система сбора, обработки и анализа информации о природных пожарах и ее сопряжение с международными и региональными информационными сетями // Управление лесными пожарами на экорегиональном уровне Материалы международного научно-практического семинара (Хабаровск, Россия, 9-12 сентября 2003 г.). М.: Издательство «Алекс» 2004 с 156-166.
4. *В.Г. Безбородов, А.А. Романов, Ю.М. Урличич.* Концепция федеральной системы мониторинга критически важных и (или) опасных объектов и грузов Российской Федерации на период до 2010 года и дальнейшую перспективу. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Настоящий сборник.

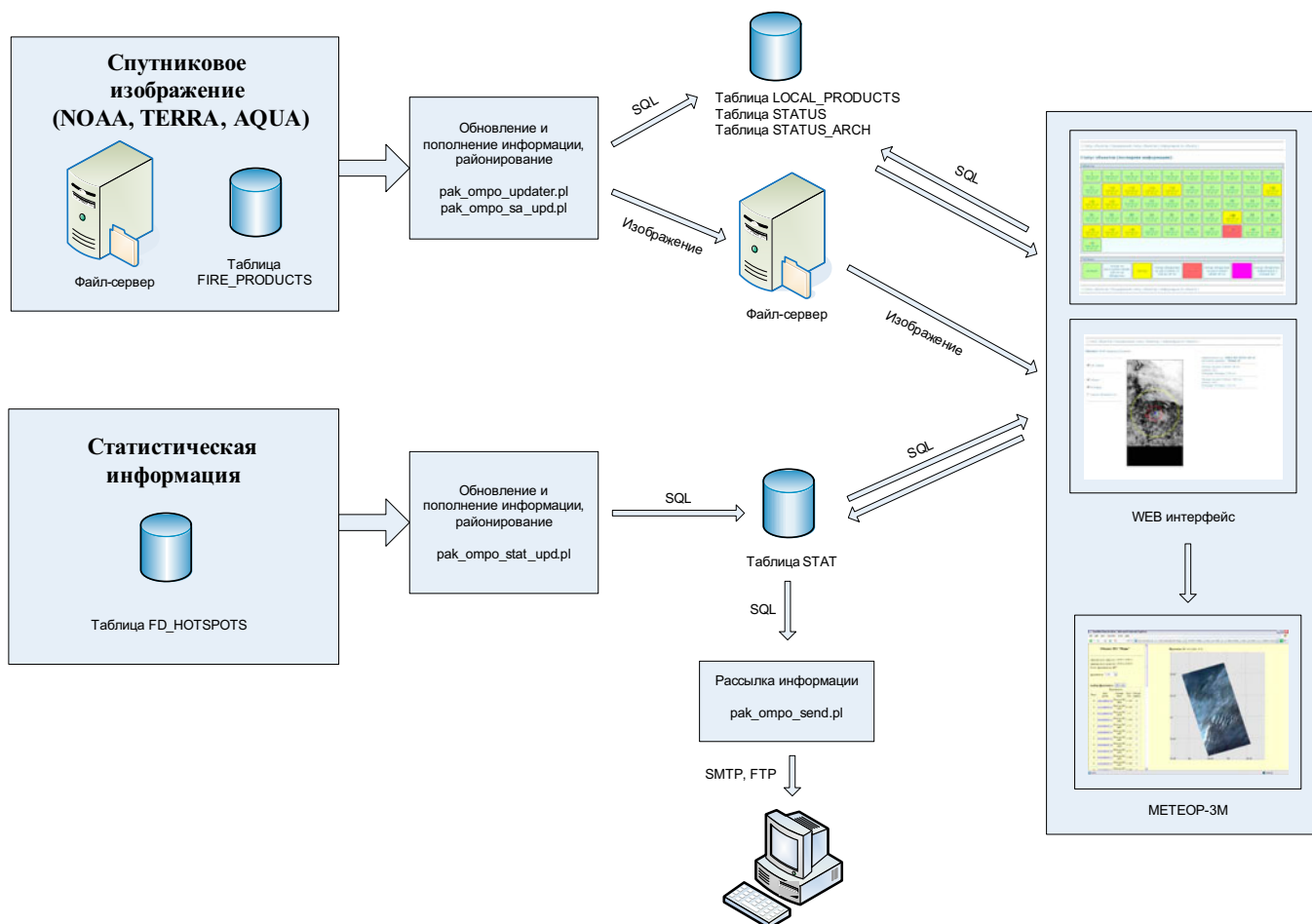


Рис. 1. Общая структурная схема ПАК ОМПО

| Статус объектов |
Расширенный статус объектов |
Информация по объекту |

Статус объектов (последняя информация):

Объекты:

|                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1<br>2004-09-20 04:38:37  | 2<br>2004-09-20 01:49:12  | 3<br>2004-09-20 23:13:06  | 4<br>2004-09-20 10:50:21  | 5<br>2004-09-20 02:34:35  | 6<br>2004-09-20 02:34:35  | 7<br>2004-09-20 01:49:12  | 8<br>2004-09-20 02:34:35  | 9<br>2004-09-20 01:49:12  | 10<br>2004-09-20 01:49:12 |
| 11<br>2004-09-20 03:01:15 | 12<br>2004-09-20 01:49:12 | 13<br>2004-09-20 01:49:12 | 14<br>2004-09-20 01:49:12 | 15<br>2004-09-20 01:49:12 | 16<br>2004-09-20 01:49:12 | 17<br>2004-09-20 02:34:35 | 18<br>2004-09-20 01:49:12 | 19<br>2004-09-20 01:49:12 | 20<br>2004-09-20 01:49:12 |
| 21<br>2004-09-20 01:49:12 | 22<br>2004-09-20 01:49:12 | 23<br>2004-09-20 12:40:01 | 24<br>2004-09-20 02:34:35 | 25<br>2004-09-20 02:34:35 | 26<br>2004-09-20 03:01:15 | 27<br>2004-09-20 03:01:15 | 28<br>2004-09-20 12:40:01 | 29<br>2004-09-20 02:34:35 | 30<br>2004-09-20 02:34:35 |
| 31<br>2004-09-20 01:49:12 | 32<br>2004-09-20 01:49:12 | 33<br>2004-09-20 01:49:12 | 34<br>2004-09-20 23:13:06 | 35<br>2004-09-20 02:34:35 | 36<br>2004-09-20 01:49:12 | 37<br>2004-09-20 02:34:35 | 38<br>2004-09-20 01:49:12 | 39<br>2004-09-20 01:49:12 | 40<br>2004-09-20 01:49:12 |
| 41<br>2004-09-20 01:49:12 | 42<br>2004-09-20 01:49:12 | 43<br>2004-09-20 01:49:12 | 44<br>2004-09-20 04:38:37 | 45<br>2004-09-20 01:49:12 | 46<br>2004-09-20 23:13:06 | 47<br>2004-09-20 02:34:35 | 48<br>2004-09-20 01:49:12 | 49<br>2004-09-20 01:49:12 | 50<br>2004-09-20 01:49:12 |
| 51<br>2004-09-20 01:49:12 |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |

Легенда:

|         |                                               |        |                                               |         |                                           |            |                                          |
|---------|-----------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|---------|-------------------------------------------|------------|------------------------------------------|
| зеленый | пожар на расстоянии менее 100 км не обнаружен | желтый | пожар обнаружен на расстоянии от 100 до 30 км | красный | пожар обнаружен на расстоянии менее 30 км | фиолетовый | пожар обнаружен, информации о пожаре нет |
|---------|-----------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|---------|-------------------------------------------|------------|------------------------------------------|

| Статус объектов |
Расширенный статус объектов |
Информация по объекту |

Рис. 2. Web-интерфейс пользователя системы ПАК ОМПО, все объекты системы.

**Объект:** ГУП "Дальневосточное унитарное предприятие по обращению с радиоактивными отходами"

Информация на: **2004-10-27 02:54:41**  
Источник данных : **TERRA (MODIS)**

- 
- ☒ видимый канал
- ☐ ИК канал
- 
- ☒ объект
- ☒ пожары
- ☐ маска облачности
- 

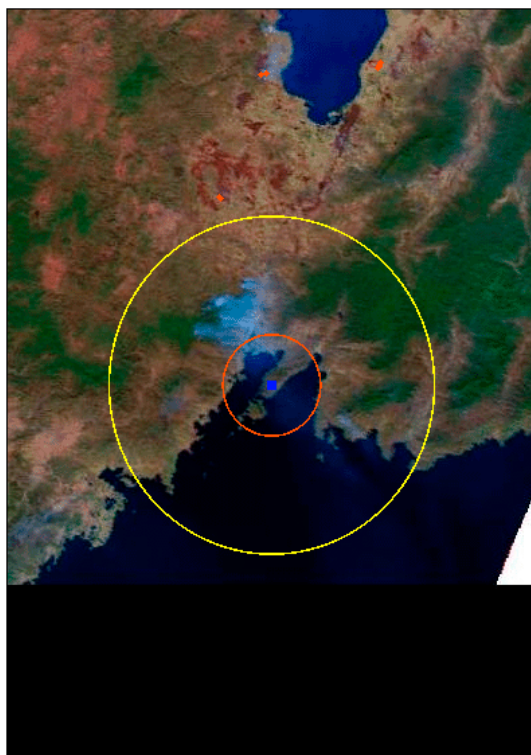


Рис. 3. Web-интерфейс пользователя ПАК ОМПО, информация по объекту.