

# Автоматизированная система формирования оперативной отчетности о действующих лесных пожарах на основе спутниковых данных

А.А. Галеев<sup>1</sup>, Д.В. Ершов<sup>2</sup>, Р.В. Котельников<sup>3</sup>, Е.А. Лупян<sup>1</sup>, А.А. Мазуров<sup>1</sup>,  
А.А. Прошин<sup>1</sup>, Е.В. Флитман<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Институт космических исследований РАН  
117997 Москва, ул. Профсоюзная, 84/32  
E-mail: [evgeny@smis.iki.rssi.ru](mailto:evgeny@smis.iki.rssi.ru)*

<sup>2</sup>*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН  
117997 Москва, ул. Профсоюзная, 84/32  
E-mail: [ershov@ifi.rssi.ru](mailto:ershov@ifi.rssi.ru)*

<sup>3</sup>*ФГУ «Авиалесоохрана»  
141200 г. Пушкино, Московской области, ул. Горького, 20  
E-mail: [aviales@space.ru](mailto:aviales@space.ru)*

В статье описана автоматизированная система формирования отчетности о лесных пожарах, разработанная и действующая в составе Информационной системы дистанционного мониторинга пожаров. Система формирования отчетности обеспечивает предоставление полной информации о результатах космического мониторинга лесных пожаров для оперативных служб ФГУ «Авиалесоохрана» в детализированном или агрегированном виде. В статье описывается структура системы, ее функциональные возможности и решаемые задачи. Приведены примеры выходных страниц, формируемых системой на основе данных спутникового мониторинга.

Описанная в настоящей работе система была создана и введена в эксплуатацию в 2005 году в рамках Информационная система дистанционного мониторинга пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ). Возможности и задачи ИСДМ достаточно подробно описаны в работах [1-5]. Система формирования оперативной отчетности о пожарах построена на основе баз данных пожаров и гарей, составляющих один из основных блоков ИСДМ [6]. Система формирования отчетности представляет собой комплекс программных средств и интерфейсов, позволяющих динамически формировать обобщенные и детализированные отчетные документы о пожарах на основе данных, хранящихся в БД ИСДМ. Функциональная схема системы приведена на рис. 1.

Система формирования отчетности обеспечивает предоставление информации о результатах космического мониторинга пожаров для оперативных служб ФГУ «Авиалесоохрана». Вся информация доступна пользователям в табличном и графическом видах посредством web-интерфейсов, которые позволяют решать различные задачи, в частности:

- Получать полную информацию по каждому конкретному пожару, детектированному по спутниковым данным (сроки наблюдений; динамика развития; площади, пройденные огнем, привязка к населенным пунктам, лесхозам, авиабазам, субъектам Федерации, зонам охраны лесов; просмотр карт области пожара на каждые сутки его действия, и т.п.)
- Формировать официально установленные отчетные формы по состоянию на любой момент времени в течение пожароопасного сезона
- Проводить идентификацию пожаров, детектированных средствами космического мониторинга, и их сопоставление с данными наблюдений ФГУ «Авиалесоохрана»
- Оценивать площади, пройденные огнем, по данным спутниковых наблюдений

- Производить выборки данных из Базы данных по различным критериям для оперативного контроля пожароопасной ситуации.
- Выдавать на печать основные отчетные документы, и т.д.

При разработке системы формирования отчетности и средств доступа к ней ставились следующие задачи:

- Динамическое формирование отчетных документов на основе текущего состояния баз данных (актуальность информации в любой момент времени)
- Возможность предоставления данных в различных выходных форматах (HTML, XML, PDF)
- Возможность получения информации по различным критериям
- Доступ пользователей к информации в режиме online (через стандартный браузер)
- Масштабируемость (возможность добавления новых выходных документов)
- Возможность запроса документов по состоянию на любую дату в течение пожароопасного сезона
- Автоматическое формирование на лету картографических иллюстративных материалов, соответствующих выбранным из базы данным
- Возможность формирования документов для выдачи на печать
- Возможность рассылки выходных документов пользователям по электронной почте и FTP в автоматическом режиме.

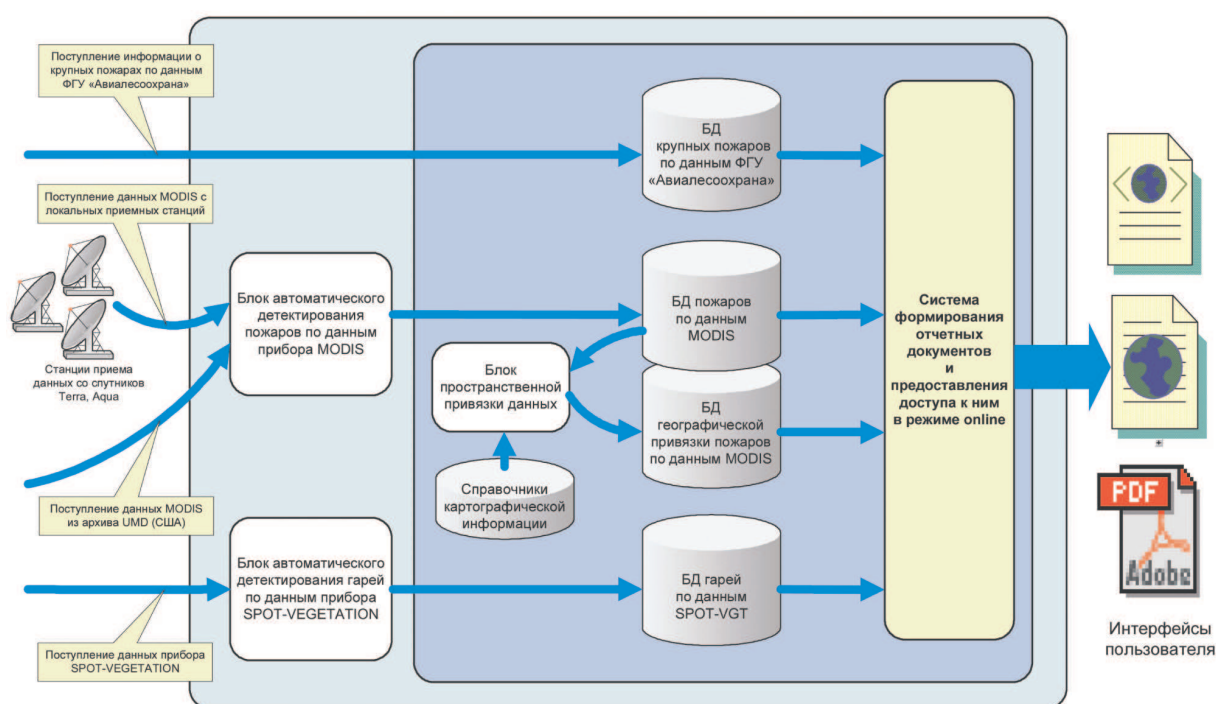


Рис. 1. Место автоматизированной системы формирования оперативной отчетности в структуре ИСДМ

**Структура системы автоматизированного формирования отчетности о пожарах.** Основными компонентами системы являются следующие логические блоки (см. рис. 2):

- Источники данных – базы данных пожаров и гарей системы ИСДМ
- Блок геопространственной привязки данных (ГИС-модуль)

- Блок получения информации из баз данных
- Блок форматирования данных в текстовом виде
- Блок генерации картографического представления данных
- Блок интерфейсов пользователя

Ниже дается краткое описание перечисленных логических блоков системы.

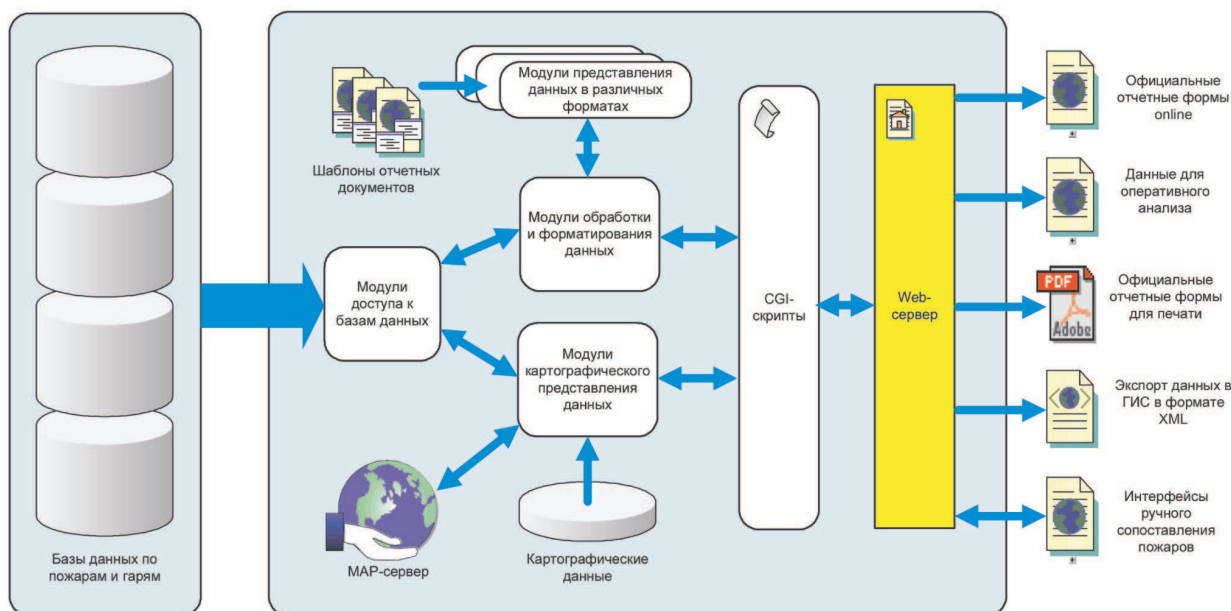


Рис. 2. Принципиальная схема системы формирования оперативной отчетности о пожарах

**Блок геопространственной привязки данных** работает в автоматическом режиме на основе процедур ГИС. Он осуществляет привязку пожаров, детектированных по спутниковым данным, к различным пространственно-географическим объектам (населенным пунктам, лесхозам, авиабазам, субъектам Федерации, часовым поясам, зонам космического мониторинга, и т.п.). Сформированная в результате его работы заносится в базу данных отчетности и в дальнейшем доступна остальным блокам системы для формирования выходных отчетных документов. Этот блок – единственный в системе формирования отчетности, который функционирует в автономном режиме, все остальные модули системы запускаются на исполнение по запросу пользователя, чем достигается постоянная актуальность выдаваемой пользователю информации, а также экономия вычислительных ресурсов.

**Блок получения информации из баз данных** представляет собой специализированный модуль, написанный на языке программирования Perl. Он содержит набор интерфейсных функций к базам данных, реализующим набор запросов в соответствии с номенклатурой отчетных выходных документов. Эти функции используются в дальнейшем блоке интерфейсов для получения выходной информации из баз данных в виде, не зависящем от конкретной реализации БД.

**Блок форматирования текстовых данных** реализован как библиотека на языке Perl, построенная по модульной схеме. Он использует стандартные модули Perl из архива модулей CPAN (Comprehensive Perl Archive Network, <http://www.cpan.org>) для форматирования набора данных в один из нескольких выходных форматов, используемых для генерации отчетных документов. В настоящее время в системе реализована выдача данных в форматах HTML (для представления данных в окне браузера), PDF (для форматирования документов с целью выдачи на печать) и XML (для экспорта данных в другие блоки

ИСДМ). Кроме того, блок включает в себя набор файлов-шаблонов документов, которые задают способы форматирования выходной информации. Использование модульной структуры блока, с одной стороны, позволяет использовать единую процедуру получения данных из БД (что гарантирует идентичность выдаваемой пользователю информации независимо от выходного формата), а с другой стороны, позволяет наращивать список выходных форматов по мере необходимости.

**Блок картографического представления данных** построен на базе картографического сервера (UMN MapServer, <http://mapserver.gis.umn.edu>). Он обеспечивает формирование иллюстративного материала (схемы, карты пожаров, и т.д.) на лету в виде графических растровых файлов, которые передаются в интерфейс пользователя.

**Блок интерфейсов** включает в себя набор web-интерфейсов и процедур (CGI-скриптов на языке Perl), которые запускаются по запросу пользователя web-сервером (httpd). Эти процедуры являются надстройкой над перечисленными выше блоками, используя их для получения выходных отчетных документов. Кроме того, они разработаны с учетом их возможного использования в дальнейшем также и в режиме offline для получения выходных документов в виде файлов для последующей рассылки пользователям по электронной почте или протоколу FTP.

При разработке системы максимальное внимание было уделено достижению масштабируемости и расширяемости системы, с учетом того, что состав и формат выходных документов может значительно измениться в процессе эксплуатации системы (по мере уточнения потребностей пользователей в выходной информации). И хотя не удалось достичь значительной гибкости в модуле получения информации из БД (в том числе и по объективным причинам – сложность и разнообразие возможных запросов), блоки форматирования текстовых данных и интерфейсов удалось довести до значительной степени гибкости.

Доступ к выходным документам реализован на основе web-интерфейсов на серверах системы ИСДМ (раздел сервера «Оперативная отчетность по данным космического мониторинга»). Выходной блок системы включает в себя следующие основные наборы пользовательских интерфейсов:

- Web-интерфейсы для получения оперативных официально утвержденных отчетных форм на произвольную дату в течение пожароопасного сезона.
- Web-интерфейсы дополнительных отчетных документов для оперативного анализа состояния пожаров как по данным спутникового мониторинга, так и по данным наблюдений ФГУ «Авиалесоохрана».
- Интерфейсы для распечатки официальных отчетных форм в формате PDF.
- Интерфейсы для экспорта данных в ГИС в формате XML.
- Набор служебных интерфейсов для диспетчеров авиабаз ФГУ «Авиалесоохрана», позволяющих провести/скорректировать сопоставления крупных пожаров по данным наземных и авиационных наблюдений с пожарами, детектированными автоматически средствами космического мониторинга.

Структура системы позволяет легко наращивать интерфейсы по мере возникновения потребности в дополнительных отчетных данных. Примеры выходных страниц и документов системы формирования оперативной отчетности приведены на рис.3.

Сообщение о лесном пожаре №89857 - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Forward Stop Home Search Favorites Media Print

Address

http://www.nffc.aviales.ru/secure/reports/form.3.sht?fire\_id=89857

Система работает в тестовом режиме

Вывод

Форма 3-ИСДМ

Представляется в тер. органы Рослесхоза ежедневно

Карта области пожара на 14.11.2005

Сообщение о лесном пожаре № 89857

(в зоне авиационного мониторинга)

Крупный пожар по данным авианабл. 38, 39, 40, 42, 45, 46, 56

Характеристика детектирования

| Координаты точки регистрации                                                                                                                                                                           | Начало наблюдения                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>Широта 51° 29' 24" с.ш.</div> <div>Долгота 136° 05' 42" в.д.</div> <div>Привязка и.л. Монш, азимут 323°, удаление 2.8 км</div>                                                                    | <div>Дата 30.09.2005</div> <div>Время (местное) 16:20</div> <div>Площадь регистрации га 77</div> |
| Последнее наблюдение                                                                                                                                                                                   |                                                                                                  |
| <div>Федеральный округ Дальневосточный</div> <div>Область (край, респ., АО) Хабаровский край</div> <div>Лесхоз Амурский</div> <div>Авиабаза Дальневосточная ав</div> <div>Авиатделение Дукинское</div> | <div>Дата 29.10.2005</div> <div>Время (местное) 21:30</div> <div>Состояние действует</div>       |

Данные SPOT-VEGETATION

|                                                             |                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Дата:                                                       | 31.10.2005                                                                                                                                                                                                  |
| Учеты пожары:                                               | <div>100651, 100653, 100843, 103061, 103345, 89857, 91071, 91072, 92808, 93476, 94057, 94058, 94113, 94859, 95294, 95300, 95651, 95653, 96130, 96131, 96132, 97767, 97854, 98148, 98149, 98150, 98152</div> |
| Общая пройденная огнем площадь, га (предварительные данные) |                                                                                                                                                                                                             |
| Всего:                                                      | 60742                                                                                                                                                                                                       |
| В т.ч. покрытая лесом:                                      | 23258                                                                                                                                                                                                       |

Динамика развития пожара

| Дата (карты пожара) | Пройденная огнем площадь, га (зарегистрированные "горячие точки") |                       |          |                       | Ближайший населенный пункт (наименование, расстояние) | Состояние                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|-----------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                     | с момента возникновения                                           |                       | за сутки |                       |                                                       |                                         |
|                     | всего                                                             | в т.ч. покрытая лесом | всего    | в т.ч. покрытая лесом |                                                       |                                         |
| 1                   | 2                                                                 | 3                     | 4        | 5                     | 6                                                     | 7                                       |
| 30.09.2005          | 77                                                                | 38                    | 77       | 38                    | облачность 77%                                        | действует                               |
| 1.10.2005           | 130                                                               | 91                    | 53       | 53                    | облачность 11%                                        | действует, объединился с пожаром 91072  |
| 2.10.2005           | ...                                                               | ...                   | ...      | ...                   | облачность 77%                                        | нет данных, объединился с пожаром 91071 |
| 3.10.2005           | ...                                                               | ...                   | ...      | ...                   | облачность 88%                                        | нет данных                              |
| 4.10.2005           | 568                                                               | 401                   | 438      | 310                   | облачность 11%                                        | действует, объединился с пожаром 92808  |
| 5.10.2005           | 4779                                                              | 2973                  | 4211     | 2572                  | облачность 66%                                        | действует                               |
| 6.10.2005           | 7303                                                              | 4197                  | 2524     | 1224                  | облачность 44%                                        | действует                               |
| 7.10.2005           | 8875                                                              | 4912                  | 1572     | 715                   | облачность 100%                                       | действует, объединился с пожаром 94859  |
| 8.10.2005           | 9157                                                              | 4948                  | 282      | 36                    | облачность 100%                                       | действует                               |

363



http://www.nffc.aviales.ru/cgi-bin/generate\_report.pl - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Forward Stop Home Search Favorites Media Print Mail

Address http://www.nffc.aviales.ru/cgi-bin/generate\_report.pl

Save a Copy Print Email Search Select Text 74% Create an Adobe PDF online

Bookmarks Signatures Layers Pages

Федеральное агентство лесного хозяйства РФ  
ФГУ "Авиалесоохрана"

Форма 5-ИСДМ  
Предоставляется в Рослесхоз  
электронно

Сравнительная ведомость крупных лесных пожаров  
в зоне космического мониторинга 1 уровня и в зоне авиационного мониторинга  
по состоянию на 14.11.2005

| Номер пожара          |                              | Наименование субъекта РФ | Наименование авиабазы | Дата последнего наблюдения | Состояние | Площадь, охваченная огнем по данным космического мониторинга, га |                          | Площадь, охваченная огнем по данным оперативного учета, га |                          | Примечание                                    |
|-----------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|
| по данным мониторинга | по данным оперативного учета |                          |                       |                            |           | всего                                                            | в т.ч. покрываемая лесом | всего                                                      | в т.ч. покрываемая лесом |                                               |
| 1                     | 2                            | 3                        | 4                     | 5                          | 6         | 7                                                                | 8                        | 9                                                          | 10                       | 11                                            |
| 91991                 |                              | Амурская область         | Амурская а/б          | 22.10.2005                 |           | 18224                                                            | 8742                     |                                                            |                          | Наличие авиабазы                              |
| 92058                 |                              | Амурская область         | Амурская а/б          | 23.10.2005                 |           | 1636                                                             | 415                      |                                                            |                          | пожар на воз. в зоне с авиационным            |
| 100698                |                              | Амурская область         | Амурская а/б          | 27.10.2005                 |           | 748                                                              | 342                      |                                                            |                          |                                               |
| 100736                |                              | Амурская область         | Амурская а/б          | 25.10.2005                 |           | 255                                                              | 237                      |                                                            |                          | пожар на воз. с авиационным                   |
| 101034                |                              | Амурская область         | Амурская а/б          | 23.10.2005                 |           | 996                                                              | 358                      |                                                            |                          | пожар на воз. в зоне с авиационным            |
| 101188                | 38                           | Амурская область         | Амурская а/б          | 25.10.2005                 | Ликвид.   | 365                                                              | 327                      | 130                                                        | 40                       |                                               |
| 101338                |                              | Амурская область         | Амурская а/б          | 24.10.2005                 |           | 635                                                              | 266                      |                                                            |                          | пожар на воз. с авиационным                   |
| 101496                | 46                           | Амурская область         | Амурская а/б          | 25.10.2005                 | Ликвид.   | 83                                                               | 62                       | 1132                                                       | 815                      |                                               |
| 102009                |                              | Амурская область         | Амурская а/б          | 28.10.2005                 |           | 2145                                                             | 1942                     |                                                            |                          | пожар на воз. с авиационным                   |
| 102417                |                              | Амурская область         | Амурская а/б          | 26.10.2005                 |           | 455                                                              | 244                      |                                                            |                          | пожар на воз. с авиационным                   |
| 102691                |                              | Амурская область         | Амурская а/б          | 28.10.2005                 |           | 2302                                                             | 536                      |                                                            |                          |                                               |
| 102694                |                              | Амурская область         | Амурская а/б          | 29.10.2005                 |           | 1424                                                             | 642                      |                                                            |                          |                                               |
| 102704                |                              | Амурская область         | Амурская а/б          | 27.10.2005                 |           | 342                                                              | 293                      |                                                            |                          |                                               |
| 102870                |                              | Амурская область         | Амурская а/б          | 28.10.2005                 |           | 261                                                              | 228                      |                                                            |                          |                                               |
| 102873                |                              | Амурская область         | Амурская а/б          | 29.10.2005                 |           | 493                                                              | 228                      |                                                            |                          |                                               |
| 89857                 | 38                           | Хабаровский край         | Дальневосточная а/б   | 29.10.2005                 | Ликвид.   | 103535                                                           | 61970                    | 41943                                                      | 37219                    | Площадь факт. уничтожена после тушения пожара |
|                       | 39                           |                          |                       |                            | Ликвид.   |                                                                  |                          |                                                            |                          |                                               |
|                       | 40                           |                          |                       |                            | Ликвид.   |                                                                  |                          |                                                            |                          |                                               |
|                       | 42                           |                          |                       |                            | Ликвид.   |                                                                  |                          |                                                            |                          |                                               |
|                       | 45                           |                          |                       |                            | Ликвид.   |                                                                  |                          |                                                            |                          |                                               |
|                       | 46                           |                          |                       |                            | Ликвид.   |                                                                  |                          |                                                            |                          |                                               |
|                       | 58                           |                          |                       |                            | Ликвид.   |                                                                  |                          |                                                            |                          |                                               |
| 95294                 | 39                           | Хабаровский край         | Дальневосточная а/б   | 29.10.2005                 | Ликвид.   | 8767                                                             | 1984                     | 8200                                                       | 8200                     | Площадь факт. уничтожена после тушения пожара |
| 93469                 |                              | Хабаровский край         | Дальневосточная а/б   | 26.10.2005                 |           | 11650                                                            | 1001                     |                                                            |                          | Площадь факт. уничтожена после тушения пожара |
| 93476                 | 41                           | Хабаровский край         | Дальневосточная а/б   | 29.10.2005                 | Ликвид.   | 15743                                                            | 2382                     | 3450                                                       | 850                      | Действует 150-й лес 2002 г. лес               |

Подготовлено: Федеральное агентство лесного хозяйства  
ФГУ "Авиалесоохрана" (ФГУ "Авиалесоохрана" Хабаровск 2005 г. 13.11.05)  
Система: версия 1.0.0.0 (10.10.05) (автор: ...)

Страница 1

297 x 209.9 mm

1 of 3

Done Internet

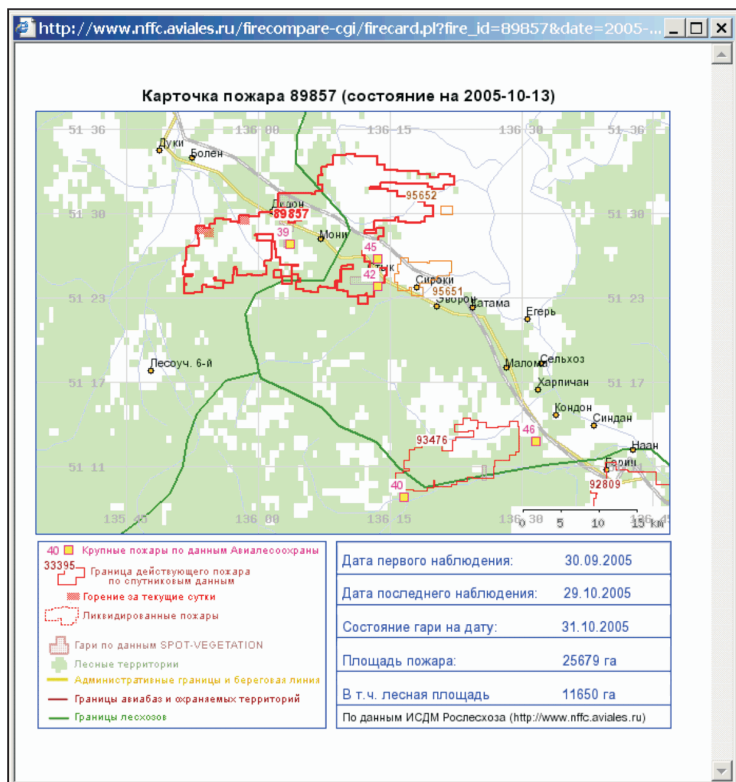


Рис. 3. Примеры выходных документов системы оперативной отчетности (продолжение)

## Литература

1. *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 (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов). Сборник научных статей - М. "GRANP-Poligraph", 2005 том 1 с. 20-29
2. *Ершов Д.В., Коровин Г.Н., Лупян 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. Сборник научных статей. Москва: Полиграф сервис, 2004. С. 47-57.
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. *Абушенко Н.А., Барталев С.А., Беляев А.И., Ершов В.В., Коровин Г.Н., Кошелев В.В., Лупян Е.А., Крашенинникова Ю.С., Мазуров А.А., Минько Н.П., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Система сбора, обработки и доставки спутниковых данных для решения оперативных задач службы пожароохраны лесов России // Научные технологии, 2000. Т. 1. №2. 4-18 с.
5. *Абушенко Н.А., Барталев С.А., Беляев А.И., Ершов Д.В., Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Коровин Г.Н., Кошелев В.В., Крашенинникова Ю.С., Мазуров А.А., Минько Н.П., Назиров Р.Р., Семенов С.М., Тацилин С.А., Флитман Е.В., Щетинский В.Е.* Опыт и перспективы организации оперативного спутникового мониторинга территории России в целях службы пожароохраны лесов // Исследование Земли из космоса, 1998. № 3. С.89-95.
6. *Галеев А.А., Прошин А.А., Ершов Д.В., Тацилин С.А., Мазуров А.А., Лупян Е.А.* Организация хранения данных спутникового мониторинга лесных пожаров // Вторая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса» (Москва, 16-18 ноября 2004 г.). Сборник научных статей. Т.2, с.367.