

# Состояние и перспективы развития Российской системы дистанционного мониторинга лесных пожаров

А.И. Беляев<sup>3</sup>, Г.Н. Коровин<sup>2</sup>, Е.А. Лупян<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: [korovin@cepl.rssi.ru](mailto:korovin@cepl.rssi.ru)*

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

Работа посвящена описанию возможностей информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства Минприроды России. Основное внимание в статье уделено вопросам, связанным с расширением возможностей системы по предоставлению информации, необходимой для принятия решений по организации обнаружения, тушения и оценки последствий лесных пожаров. В работе обсуждаются вопросы использования различных информационных продуктов, формируемых в системе на основе спутниковых данных. В ней приведены, в частности, результаты сравнения информации о лесных пожарах, получаемой на основе спутниковых, наземных и авиационных наблюдений. В работе сформулированы приоритетные направления развития системы.

Дистанционная система мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ Рослесхоз<sup>1</sup>) создана консорциумом институтов Российской академии наук, Рослесхоза, Росгидромета и других организаций. Основные задачи и возможности системы достаточно подробно описаны в работах [1-6]. В пожароопасном сезоне 2005 года Рослесхозом был утвержден регламент работы системы, и ее основные элементы были введены в промышленную эксплуатацию. Следует отметить, что ИСДМ Рослесхоз стала фактически одной из немногих систем экологического мониторинга в России, в которой спутниковые данные используются для формирования статистической отчетности и принятия управленческих решений.

В настоящей работе основное внимание уделено вопросам, связанным с вводом системы в промышленную эксплуатацию и описанию возможностей ее новых элементов, созданных для повышения эффективности оперативного использования различных информационных продуктов и автоматического формирования отчетности о действующих лесных пожарах и их последствиях. Работы по созданию и опытной эксплуатации этих элементов были проведены в течение пожароопасных сезонов 2004 и 2005 годов. Условно можно выделить три основных направления, по которым проводилось развитие и доработка ИСДМ Рослесхоз:

- **«Организационное»** - разработка организационных основ и регламента работы системы;
- **«Технологическое»** – создание технических и технологических элементов, обеспечивающих оперативное представление информации, необходимой для принятия управленческих решений и оценки последствий лесных пожаров;
- **«Методическое»** - создание и развитие методик сопряженной обработки, анализа и использования данных наземных, авиационных и спутниковых наблюдений.

Ниже представлены основные результаты развития ИСДМ Рослесхоз, полученные по этим направлениям, которые позволили ввести систему в промышленную эксплуатацию.

---

<sup>1</sup> До 2004 года система называлась ИСДМ МПР РФ.

**«Организационное направление».** Во многом именно решение организационных задач позволило подготовить и ввести основные элементы ИСДМ Рослесхоз в промышленную эксплуатацию. Из выполненных по данному направлению работ особого внимания, на наш взгляд, заслуживают следующие:

*Разработка и утверждение регламента работы ИСДМ Рослесхоз.* В настоящее время данный регламент определяет структуру системы, состав ее основных элементов, решаемые системой функциональные задачи, основные типы данных и информационных продуктов, используемых в системе. Следует особо отметить, что именно в регламенте определен состав информационных продуктов, получаемых на основе обработки спутниковых данных. В частности, в регламенте определен основной набор отчетных форм, автоматически формируемых в системе на основе спутниковых данных. Регламент также определяет основной состав работ, необходимых для поддержки работы системы.

*Зонирование территории лесного фонда по типам мониторинга и уровням охраны.* Создание ИСДМ Рослесхоз позволило в пожароопасном сезоне 2005 года разграничить территорию лесного фонда по видам мониторинга и уровням охраны лесов. Неохраняемые территории были определены как зона «космического мониторинга первого уровня», где авиационное патрулирование лесов и тушение лесных пожаров не производится. На этих территориях статистика о действующих пожарах и их последствиях формируется исключительно на основе спутниковых данных. На охраняемой территории была выделена зона космического мониторинга второго уровня, где авиационное патрулирование лесов производится эпизодически, а решения о тушении пожаров принимаются на региональном уровне. В зоне космического мониторинга второго уровня обнаружение и регистрация пожаров осуществляется, как правило, на основе спутниковой информации, которая используется также при принятии решений об организации авиапатрулирования лесов и тушения пожаров. Общая карта зонирования территории лесного фонда приведена на рис. 1.

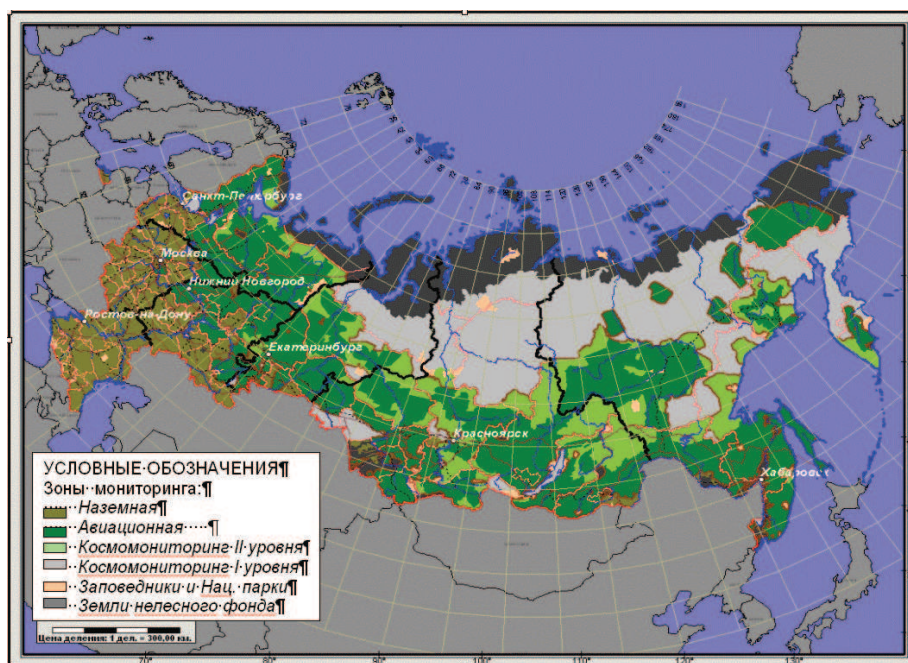


Рис. 1. Зоны мониторинга лесных пожаров

*Разработка правил формирования отчетности по лесным пожарам в зонах космического мониторинга первого и второго уровня.* Для более эффективного использования спутниковой информации были разработаны специальные формы отчетности о лесных пожарах в зонах космического мониторинга, содержащие информацию, необходимую для оценки текущей пожарной ситуации в различных регионах страны, а также детальные сведения по отдельным пожарам. Примеры новых отчетных форм, которые начали использоваться в ИСДМ Рослесхоз с 2005 года, приведены на рис. 2:

- Ведомость лесных пожаров на неохраемых территориях лесного фонда (1-ИСДМ, ежедневно формируется по зоне космического мониторинга первого уровня).
- Оперативный отчет о лесных пожарах на неохраемых территориях лесного фонда по данным космического мониторинга (2-ИСДМ, ежедневно формируется по зоне космического мониторинга первого уровня).
- Сообщение о лесном пожаре (3-ИСДМ, ежедневно формируется по всем зонам мониторинга).
- Сводный отчет о лесных пожарах на охраняемой территории лесного фонда (4-ИСДМ, формируется по запросу для зоны космического мониторинга второго уровня).
- Сравнительная ведомость крупных лесных пожаров на охраняемой территории лесного фонда (5-ИСДМ, ежедневно с задержкой на 3 дня формируется по всей охраняемой территории лесного фонда).

**Сводная ведомость крупных лесных пожаров**  
в зоне космического мониторинга 1 уровня в зоне космического мониторинга первого уровня на 14.11.2005

| № п/п | Дата пожара | Координаты | Площадь пожара, га | Степень угрозы | Площадь, приходящая на долю лесного фонда |                      | Примечания   |
|-------|-------------|------------|--------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------------|--------------|
|       |             |            |                    |                | всего                                     | в т.ч. лесного фонда |              |
| 1     | 14.11.2005  | 55.00.00   | 100                | 1              | 100                                       | 0                    | Лесной пожар |
| 2     | 14.11.2005  | 55.00.00   | 100                | 1              | 100                                       | 0                    | Лесной пожар |

**Сообщение о лесном пожаре № 3555**  
в зоне космического мониторинга первого уровня на 14.11.2005

| Дата       | Время | Координаты | Площадь пожара, га | Степень угрозы | Примечания   |
|------------|-------|------------|--------------------|----------------|--------------|
| 14.11.2005 | 14:00 | 55.00.00   | 100                | 1              | Лесной пожар |

**Сравнительная ведомость площадей крупных лесных пожаров на охраняемой территории лесного фонда**  
на 14.11.2005

| № п/п | Дата пожара | Координаты | Площадь пожара, га | Степень угрозы | Площадь, приходящая на долю лесного фонда |                      | Примечания   |
|-------|-------------|------------|--------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------------|--------------|
|       |             |            |                    |                | всего                                     | в т.ч. лесного фонда |              |
| 1     | 14.11.2005  | 55.00.00   | 100                | 1              | 100                                       | 0                    | Лесной пожар |
| 2     | 14.11.2005  | 55.00.00   | 100                | 1              | 100                                       | 0                    | Лесной пожар |

**Оперативный отчет о лесных пожарах**  
в зоне космического мониторинга 1 уровня на 14.11.2005

| № п/п | Дата пожара | Координаты | Площадь пожара, га | Степень угрозы | Площадь, приходящая на долю лесного фонда |                      | Примечания   |
|-------|-------------|------------|--------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------------|--------------|
|       |             |            |                    |                | всего                                     | в т.ч. лесного фонда |              |
| 1     | 14.11.2005  | 55.00.00   | 100                | 1              | 100                                       | 0                    | Лесной пожар |
| 2     | 14.11.2005  | 55.00.00   | 100                | 1              | 100                                       | 0                    | Лесной пожар |

Рис. 2. Примеры отчетных форм о действующих пожарах, полученных на основе спутниковой информации

Подготовка данных материалов пожара позволила существенно облегчить процесс формирования отчетности о действующих пожарах и их последствиях.

**«Технологическое направление».** Работы в этом направлении были ориентированы на совершенствование отдельных элементов ИСДМ Рослесхоз. К наиболее существенным результатам технических и технологических разработок, которые были внедрены в ИСДМ Рослесхоз в 2005 году, следует, на наш взгляд, отнести:

**Расширение систем сбора информации.** В пожароопасном сезоне 2005 года в систему центров приема, работающих в интересах ИСДМ Рослесхоз, был дополнительно включен региональный центр приема и обработки спутниковых данных в г. Ханты-Мансийске. Данный центр входит в состав ЮНИИ ИТ [7]. Были введены в эксплуатацию дополнительные станции регистрации молниевых разрядов, что позволило существенно расширить зону действия системы грозоупреждения, функционирующую в ИСДМ Рослесхоз.



Зона действия системы приведена на рис 3. Была также модернизирована система получения и усвоения метеоданных, что обеспечило возможность расширения их состава и повышения частоты поступления.

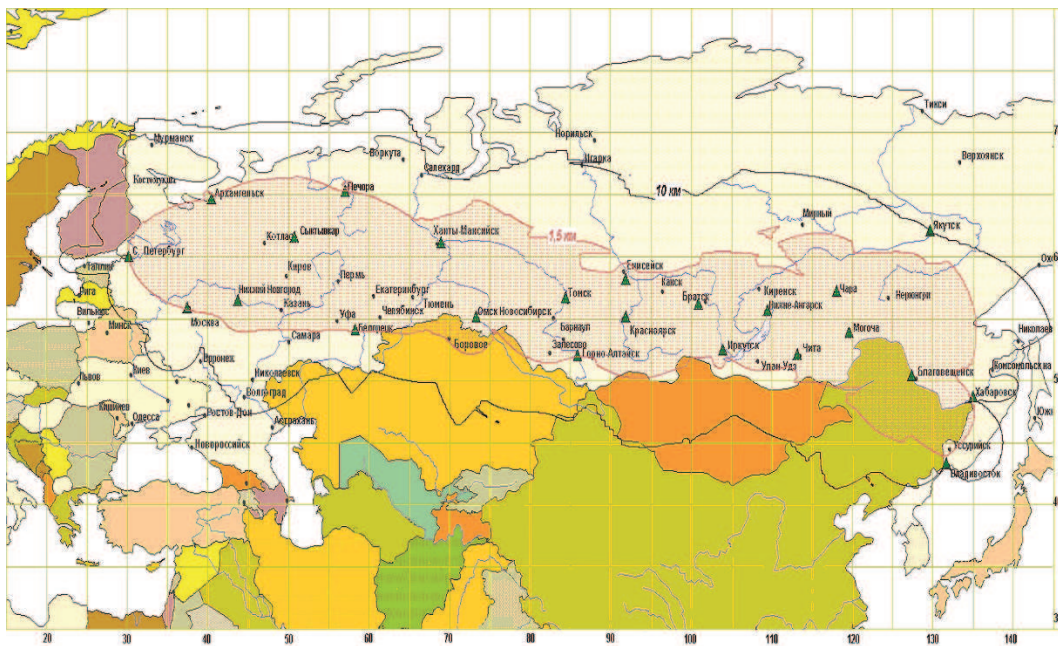


Рис. 3. Зоны контроля системы регистрации молниевых разрядов на начало пожароопасного сезона 2005 года

*Создание системы автоматической генерации отчетных форм.* Система была создана для работы с различными отчетными формами, полученными на основе спутниковых данных. Достаточно подробное описание структуры и возможностей системы можно найти в [8]. В настоящее время система обеспечивает ведение специализированных баз данных, сопряженную обработку спутниковой и картографической информации и автоматическую генерацию различных отчетных форм по запросам пользователей. Доступ к информации обеспечивается через систему информационных серверов ИСДМ Рослесхоз и специализированные ГИС федерального и регионального уровня [1, 2]. Следует отметить, что в настоящее время система работает полностью в автоматическом режиме.

*Развитие системы информационных серверов ИСДМ Рослесхоз.* Основной задачей системы информационных серверов является обеспечение оперативного удаленного доступа к данным ИСДМ Рослесхоз (<http://www.nffc.aviales.ru/rus/main.sht>). Достаточно подробно функциональные возможности данной системы описаны в [9]. В настоящее время основным направлением развития системы является совершенствование интерфейсов, обеспечивающих пользователям возможность оперативного анализа информации, предоставляемой ИСДМ Рослесхоз, в частности, картографических интерфейсов, предоставляющих пользователям возможность анализа ситуации в различных районах действия пожаров.

*Развитие ГИС федерального, регионального и окружного уровней.* Специализированные ГИС различных уровней являются в ИСДМ Рослесхоз одним из основных инструментов, обеспечивающих работу с информацией [1-3]. Поэтому в системе постоянно проводится развитие их функциональной структуры и совершенствование системы оперативного доступа пользователей различного уровня к оперативной информации. Особо следует отметить, что в настоящее время активно ведется работа по развитию и внедрению ГИС регионального и окружного уровня. ГИС окружного уровня предназначены для работы в межрегиональных лесопожарных центрах и уже функционируют в Дальневосточном (г. Хабаровск) и Сибирском (г. Красноярск) лесопожарных центрах. ГИС регионального уровня установлены более чем в 20 базах и звеньях ФГУ «Авиалесоохраны». Кроме того, в ИСДМ Рослесхоз созданы и внедрены специализированные блоки ГИС, обеспечивающие полностью автоматизированную обработку данных. Основными задачами таких блоков являются:

- формирование справочной информации по каждому наблюдаемому пожару о характеристиках территории, на которой они действуют [8];
- формирование различных информационных карт, отражающих текущую пожарную ситуацию.

*Создание системы оперативной оценки площадей, пройденных огнем, на основе данных SPOT VGT.*

До 2005 года используемая в ИСДМ Рослесхоз система оценки площадей лесных пожаров по данным SPOT VGT была рассчитана работу с данными, поступающими в конце пожароопасного сезона.[10, 11]. Это приводило к достаточно большим задержкам в получении окончательной информации о площадях, пройденных огнем. Поэтому в 2005 году в ИСДМ Рослесхоз была создана и проходила опытную эксплуатацию система оперативного получения данных SPOT VGT из архивов компании VITO [12, <http://www.spotimage.fr/data/images/vege/VEGETAT/home.htm>], их обработки и интеграции в ИСДМ Рослесхоз. Это позволило обеспечить пользователей ИСДМ Рослесхоз информацией о площадях, пройденных огнем, полученной на основе данных о повреждении растительного покрова, уже в течение пожароопасного сезона. Отметим, что отдельные технологические элементы системы создавались на основе решений, разработанных в рамках проекта РФФИ 05-07-08014

**«Методическое направление».** Для эффективной работы и развития ИСДМ Рослесхоз необходимо проводить совершенствование методов работы с информацией, моделей и алгоритмов обработки данных, а также обучение пользователей этой системы. Из работ, которые наиболее активно проводились в этом направлении в 2005 году, можно выделить следующие:

*Создание методов оценки степени повреждения лесного покрова на пройденных огнем площадях.* Решение данной задачи необходимо как для учета текущих изменений в лесном фонде, так и для оценки пирогенных эмиссий парниковых газов, подлежащих включению в национальную отчетность по Киотскому протоколу. Создаваемая в настоящее время система оценки повреждений ориентирована в основном на использование данных SPOT VGT и TERRA/MODIS [13].

*Разработка методик совместного анализа данных спутниковых, авиационных и наземных наблюдений.* Одной из основных проблем полномасштабного включения данных космического мониторинга в процесс принятия управленческих решений по охране лесов остается расхождение в информации, получаемой на основе данных наземных, авиационных и спутниковых наблюдений. Эти расхождения могут быть обусловлены как разным качеством и частотой наблюдений, так и разными подходами к анализу и представлению информации. Поэтому по мере развития ИСДМ Рослесхоз постоянно проводятся работы по сопоставлению различной информации и разработке методов совместного анализа. Особо следует отметить работы по сопоставлению данных о крупных лесных пожарах, зарегистрированных подразделениями ФГУ «Авиалесоохрана» (АЛО) с информацией, полученной на основе спутниковых наблюдений. Эти работы были ориентированы на анализ информационных продуктов, получаемых на основе данных прибора MODIS (алгоритм детектирования MOD14 [14]).

Для сопоставления информации о крупных пожарах были разработаны специальные методики и интерфейсы на информационных серверах ИСДМ Рослесхоз, позволяющие диспетчерам АЛО проводить сопоставление имеющейся у них информации о зарегистрированных крупных пожарах, с информацией, полученной на основе спутниковых данных. Пример такого интерфейса приведен на рис. 4. Созданный интерфейс позволяет вводить в базы данных ИСДМ Рослесхоз связи между информацией, полученной на основе наземных, авиационных и спутниковых наблюдений.

Созданная система позволила по результатам пожароопасного сезона 2005 года проанализировать 613 крупных пожаров, зарегистрированных авиационными и наземными средствами наблюдения, и сопоставить им 454 пожара, зарегистрированных по данным спутниковых наблюдений. Таким образом, коэффициент совпадения составил около - 75%. Выборочно был проведен анализ зарегистрированных АЛО крупных пожаров, которым не удалось сопоставить пожаров, обнаруженных по спутниковым данным. Анализ показал, что в большинстве случаев, когда крупные пожары были зарегистрированы только АЛО, на спутниковых изображениях отсутствовали признаки пожаров, т.е. не были зарегистрированы ни дымы, ни повреждения растительности. Известно, что когда пожары имеют площадь менее 100 га, они и





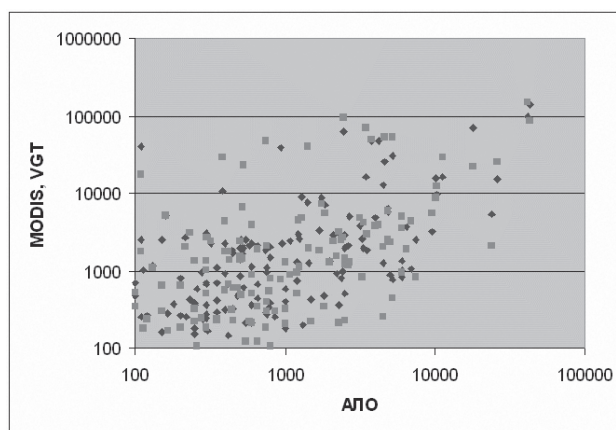


Рис. 5. Сопоставление информации о площадях крупных пожаров, полученной по данным АЛО, данным MODIS (синие квадраты) и данным SPOT VGT (красные квадраты). Площади приведены в га

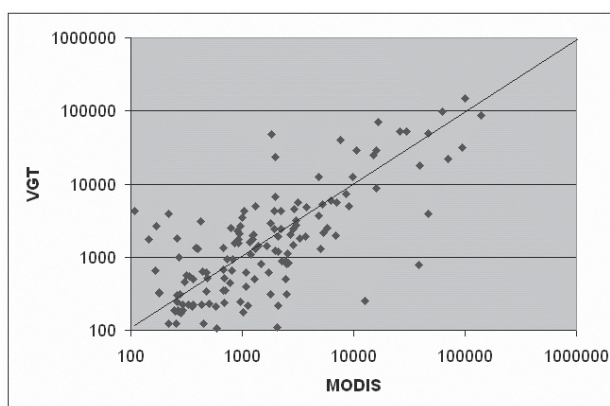


Рис. 6. Сопоставление информации о площадях крупных пожаров, полученной по данным АЛО, данным MODIS (синие квадраты) и данным SPOT VGT (красные квадраты). Площади приведены в га

Анализ результатов функционирования ИСДМ Рослесхоз позволил также оценить своевременность регистрации пожаров по данным наземных, авиационных и спутниковых наблюдений. Результаты оценки, приведенные на рис 7, показывают, что 36% проанализированных пожаров регистрируются средствами наземного и авиационного наблюдения в тот же день, что и средствами дистанционного зондирования со спутниковых платформ. Около 39% пожаров раньше регистрируются по спутниковым данным, а 25% пожаров по данным наземных и авиационных наблюдений. Необходимо, однако, учитывать, что эти результаты получены для крупных пожаров, по которым возможно не были своевременно приняты меры по организации тушения.

Анализ качества детектирования температурных аномалий по спутниковым данным. Эти исследования были в основном ориентированы на анализ результатов работы алгоритма детектирования MOD14, рассчитанного на работу с данными прибора MODIS. Основной задачей такого анализа была оценка возможных ошибок в работе алгоритма и выработка рекомендаций по использованию оперативных продуктов, полученных на его основе, и предоставляемых ИСДМ Рослесхоз. Проводимый анализ был ориентирован на использование совместно с результатами детектирования следующих дополнительных признаков, подтверждающих наличие действующего пожара:

- Наличие на месте обнаружения пожара гари, автоматически детектируемой по данным SPOT VGT;
- Наличие на месте обнаружения пожара гари, визуально детектированной по данным MODIS;
- Наличие на сеансах (сценах), где были обнаружены пожары, визуально детектируемых дымов;

Детектирование пожаров в одном и том же районе на нескольких последовательных сеансах спутников TERRA, AQUA и NOAA. Проведенные выборочные проверки показали, что практически все пожары, детектированные алгоритмом MOD14, дополнительно подтверждаются хотя бы одним из приведенных выше признаков. Исключение составляют лишь случаи «устойчивых огней» (в основном промышленные объекты). Следует отметить, что в ИСДМ Рослесхоз для территории России в настоящее время создана база данных по таким «устойчивым огням», которая позволяет осуществлять их уверенную фильтрацию и автоматически исключать их из баз данных температурных аномалий, соответствующих действующим лесным пожарам. Таким образом, в ИСДМ Рослесхоз в настоящее время практически отсутствуют ложные тревоги, связанные с неправильным детектированием пожаров по данным прибора MODIS.

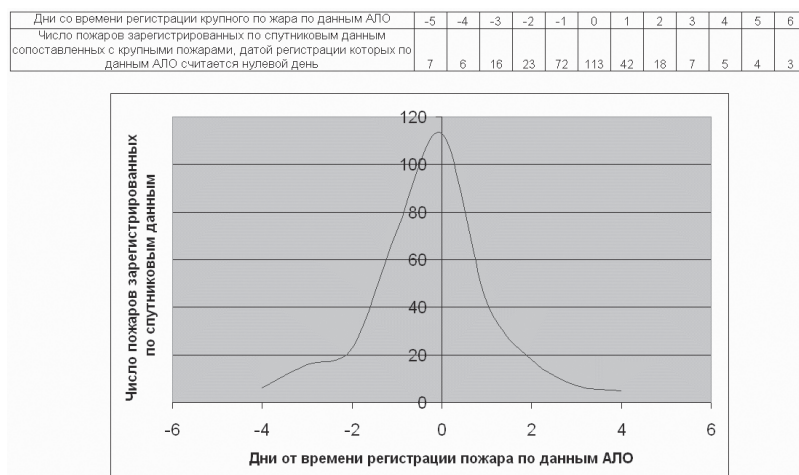


Рис. 7. Сопоставление дат регистрации пожаров по спутниковым данным и данным АЛО

В заключение отметим, что для повышения эффективности работы ИСДМ Рослесхоз, безусловно, требуется ее постоянное развитие и совершенствование. На основе опыта эксплуатации этой системы, накопленного в последние несколько лет, можно выделить следующие приоритетные направления ее развития и совершенствования:

- Развитие алгоритмов детектирования и картографирования действующих пожаров для повышения своевременности их обнаружения, контроля за динамикой распространения огня и уменьшения числа пропущенных пожаров;
- Развитие и внедрение методов детектирования и картографирования пройденных огнем площадей лесного фонда и оценки степени повреждения им лесной растительности;
- Совершенствование системы оперативного сбора и распространения данных наземных, авиационных и спутниковых наблюдений;
- Создание и внедрение системы оценки и прогнозирования пожарной опасности в лесах с использованием спутниковых данных;
- Развитие системы сопоставления данных, полученных с помощью наземных и спутниковых наблюдений;
- Развитие и совершенствование системы регистрации молниевых разрядов и сопряженной обработки данных гронопеленгации и дистанционного мониторинга лесных пожаров;



- Совершенствование методов оценки пирогенных эмиссий парниковых газов по данным наземных, авиационных и спутниковых наблюдений за лесными пожарами;
- Развитие системы автоматического формирования отчетности на основе спутниковых данных;
- Улучшение картографического обеспечения системы: разработка технологии обновления цифровых карт с границами административно-территориального и производственно-территориального деления территории лесного фонда; построение цифровой карты лесных горючих материалов; построение карт с населенными пунктами и объектами инфраструктуры, которые могут находиться под угрозой лесных пожаров.

Следует отметить, что именно неточности в картографическом обеспечении являются основным источником ошибок при формировании статистической отчетности по лесным пожарам. Решение именно этих основных задач позволит обеспечить новый уровень работы ИСДМ Рослесхоза и расширит возможности ее использования для решения как прикладных, так и научных задач.

## Литература

1. *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 явлений и объектов). Сборник научных статей. М.: GRANP-Poligraph, 2005. Том 1. С. 20-29.
2. *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. Сборник научных статей. М.: Полиграф сервис, 2004. С. 47-57.
3. *Беляев А.И., Ершов В.В., Луян 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.: Алекс, 2004. С. 156-166.
4. *Луян Е.А., Мазуров А.А., Флитман Е.В., Ершов Д.В., Коровин Г.Н., Новик В.П., Абушенко Н. А., Алтынцев Д. А., Кошелев В.В., Тацилин С. А., Татарников А. В., Сухинин А. И., Пономарев Е. И., Гришин А.М., Афонин С.В., Белов В.В., Гриднев Ю.В., Матвиенко Г.Г., Соловьев В.С., Антонов В.Н., Ткаченко В.А.* Спутниковый мониторинг лесных пожаров в России. Итоги. Проблемы. Перспективы. Аналит. обзор // ИОА; ГПНТБ СО РАН. Новосибирск, 2003. 134 с. (Сер. Экология. Вып. 68).
5. *Абушенко Н.А., Барталев С.А., Беляев А.И., Ершов В.В., Коровин Г.Н., Кошелев В.В., Е.А. Луян, Ю.С. Крашенинникова, А.А. Мазуров, Минько Н.П., Р.Р. Назиров, А.А. Прошин, Е.В. Флитман* Система сбора, обработки и доставки спутниковых данных для решения оперативных задач службы пожароохраны лесов России // Научные технологии, 2000. Т. 1. №2. 4-18 с.
6. *Абушенко Н.А., Барталев С.А., Беляев А.И., Ершов Д.В., Захаров М.Ю., Луян 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.
7. *Копылов В.Н.* Вопросы создания регионального центра космического мониторинга окружающей среды на базе современных технологий // 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. Т. 1. С. 140-148.
8. *Галеев А.А., Ершов Д.В., Котельников Р.В., Луян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Автоматизированная система формирования оперативной отчетности о действующих лесных пожарах на основе спутниковых данных // настоящий сборник.

9. Галеев А.А., Еришов Д.В., Ефремов В.Ю., Крашенинникова Ю.С., Котельников Р.В., Лупян 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 // Настоящий сборник.
10. Барталев С.А., Беляев А.И., Егоров В.А. Анализ временных серий спутниковых данных SPOT-Vegetation для детектирования поврежденной пожарами растительности Северной Евразии // 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. Т. 1. С. 380-387.
11. Барталев С.А., Беляев А.И., Егоров В.А., Еришов Д.В., Коровин Г.Н., Коришунов Н.А., Котельников Р.В., Лупян Е.А. Валидация результатов выявления и оценки площадей поврежденных пожарами лесов по данным спутникового мониторинга // настоящий сборник.
12. The VEGETATION User Guide, VEGETATION, 2002.
13. Егоров В.А., Барталев С.А., Лупян Е.А. Исследование возможностей использования спутниковых данных SPOT-Vegetation для оценки степени повреждения лесных экосистем пожарами // Настоящий сборник.
14. Bobbe, T., Desclotres, J., Finco, M., Giglio, L., Justice, C., Sohlberg, R., and Townshend, J. (2002). MODIS Land Rapid Response System: implementation with USDA Forest Service and implications for active fire detection and land cover change products from future moderate resolution sensors. NPOESS MAXI Review 2002, Silver Spring, MD.