

Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства РФ (состояние и перспективы развития)

**С.А. Барталев¹, Д.В. Ершов², Г.Н. Коровин², Р.В. Котельников³,
Е.А. Лупян¹, В.Е. Щетинский³**

¹ *Институт космических исследований РАН
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
E-mail: evgeny@smis.iki.rssi.ru*

² *Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
E-mail: korovin@cepl.rssi.ru*

³ *ФГУ «Авиалесоохрана»
141200, г. Пушкино, Московской области, ул. Горького, 20
E-mail: aviales@space.ru*

Настоящая работа посвящена описанию основных задач и возможностей Информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства РФ (состояние и перспективы развития) (ИСДМ-Рослесхоз). В работе кратко описывается история создания системы, ее текущая структура и возможности, а также опыт, полученный на этапе ее промышленной эксплуатации. Особое внимание в работе уделено вопросам использования в ИСДМ-Рослесхоз данных спутникового дистанционного зондирования. Описаны новые задачи, возникшие перед системой после ввода в действие нового лесного кодекса и передачи основных функций по мониторингу и тушению пожаров субъектам Российской Федерации. В статье также обсуждаются вопросы развития ИСДМ-Рослесхоз и использования ее возможностей для различных задач мониторинга за лесными ресурсами.

Информационная система мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз) создавалась, начиная с 1995 года, в рамках различных проектов. Создание ее элементов в различные годы финансировалось Рослесхозом, МПР России, РАН, фондами РФФИ и TESIS. По заказу Рослесхоза в 2003 году были проведены работы по унификации элементов ИСДМ-Рослесхоз, и в конце пожароопасного сезона она была введена в опытную эксплуатацию. В 2004 году проводилась опытная эксплуатации и доработка элементов системы. В 2005 году был разработан и утвержден первый регламент работы системы, и она была введена в промышленную эксплуатацию. Следует отметить, что система, даже находясь в промышленной эксплуатации, продолжает постоянно развиваться, у нее появляются новые возможности и задачи, связанные, в том числе, с совершенствованием системы управления лесами в Российской Федерации.

Система создавалась большим консорциумом, в состав которого в различные годы входили организации и институты Рослесхоза, Российской академии наук, Росгидромета, организации других ведомств и частные предприятия. Все эти годы постоянно участвовали в создании, внедрении, эксплуатации и развитии системы, в частности, следующие организации: ФГУ «Авиалесоохрана» (АЛО), Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук (ЦЭПЛ РАН), Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН), Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства (СПбНИИЛХ) и другие организации.

Поскольку ИСДМ-Рослесхоз имеет уже достаточно большую историю, описанию вопросов, связанных с ее задачами, структурой, опытом внедрения и эксплуатации, посвящено достаточно много работ (см., в частности, [1-6]). Настоящая работа посвящена описанию текущих возможностей системы. При этом основное внимание мы уделим новым возможностям системы, появившимся в последние годы, а также ближайшим перспективам ее развития.

Космический мониторинг лесных пожаров, проведение которого обеспечивает ИСДМ-Рослесхоз, является в настоящее время составной частью государственной программы инвентаризации лесов и, в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 26 июня 2007 Г. N 407 “О проведении государственной инвентаризации лесов”, выполняется с целью выявления и учёта изменений состояния лесов, происходящих в результате негативных воздействий лесных пожаров, причин их возникновения. Космический мониторинг выполняется также в целях проведения оценки эффективности мероприятий по охране лесов от пожаров, их тушению и соответствия этих мероприятий плану субъекта Российской Федерации, лесохозяйственному регламенту и проекту освоения лесов. При этом одной из важных задач космического мониторинга является оценка последствий действия лесных пожаров. Эти задачи являются сегодня основными для ИСДМ-Рослесхоз. В то же время отметим, что ИСДМ-Рослесхоз продолжает также решать задачи по оперативному обеспечению информацией работ по организации мониторинга и тушения пожаров. Следует отметить, что создание ИСДМ-Рослесхоз еще в 2005 году, позволило фактически определить новые уровни мониторинга и охраны лесов. В зависимости от уровня интенсивности соответствующих мероприятий вся территория лесного фонда делится в настоящее время на следующие зоны мониторинга:

- наземного и авиационного мониторинга;
- космического мониторинга первого уровня;
- космического мониторинга второго уровня.

Общая картина расположения данных зон приведена на рис. 1.

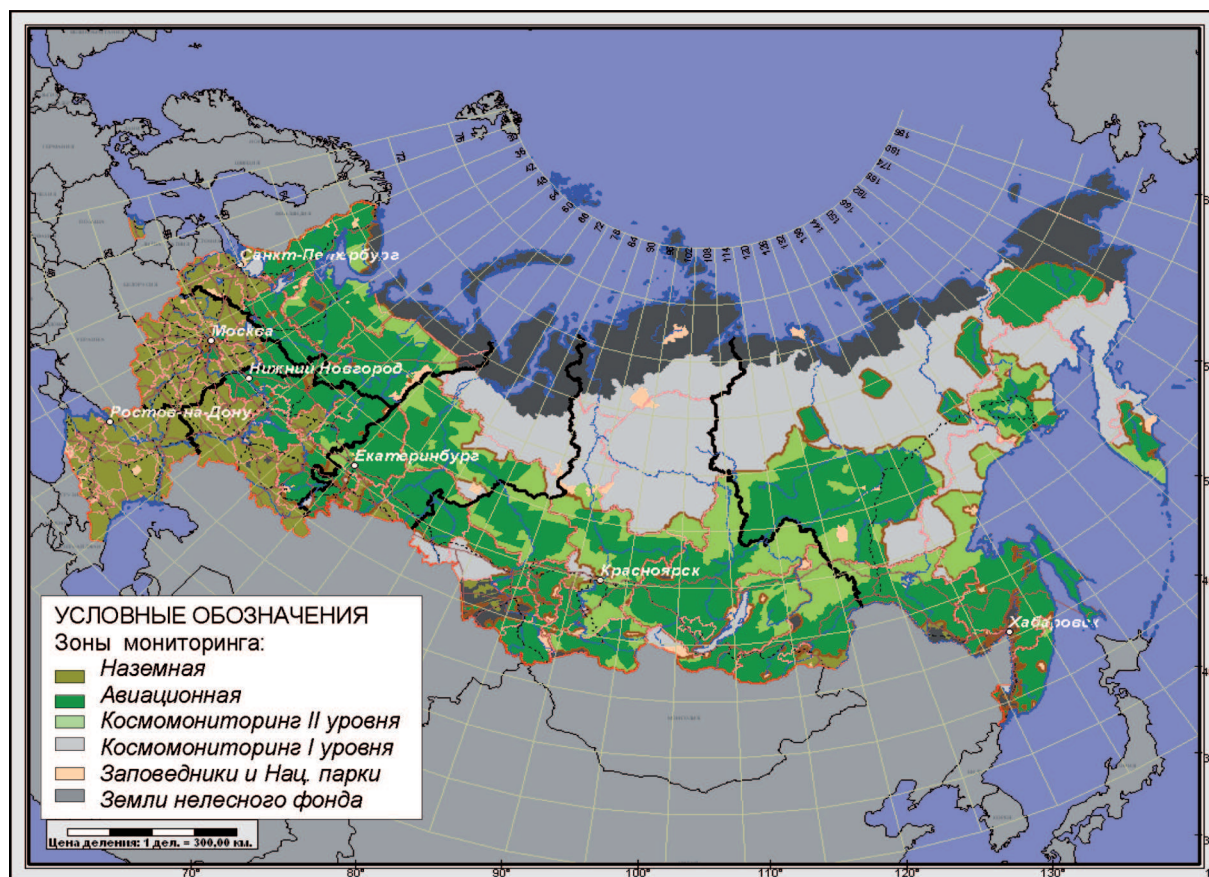


Рис. 1. Зоны мониторинга лесных пожаров

К зоне космического мониторинга второго уровня относятся территории, на которых плановое авиационное патрулирование не проводится. Обнаружение лесных пожаров производится преимущественно с использованием данных мониторинга лесных пожаров ИСДМ-Рослесхоз. Тушение лесных пожаров производится с применением авиации и авиапожарных команд.

К зоне космического мониторинга первого уровня относятся удаленные и труднодоступные территории, на которых авиапатрулирование не производится и не планируется, а тушение лесных пожаров выполняется только при наличии угрозы населённым пунктам или объектам экономики. Следует отметить, что на этих территориях статистика о действующих пожарах и их последствиях формируется исключительно на основе спутниковых данных.

ИСДМ-Рослесхоз должна обеспечивать информацией следующих основных пользователей:

- Федеральное агентство лесного хозяйства Российской Федерации (Рослесхоз);
- Заинтересованные федеральные министерства, агентства и службы, ответственные за мониторинг и охрану окружающей среды;
- Агентства, службы, министерства и организации, обеспечивающие работы по мониторингу и тушению лесных пожаров в субъектах РФ и федеральных округах;
- Отраслевые институты и научные организации Рослесхоза;
- Аппарат, службы и региональные представительства Министерства по ГО и чрезвычайным ситуациям РФ.

Для решения поставленных перед нею задач ИСДМ-Рослесхоз должна оперативно обеспечивать предоставление пользователям системы объективной, однородной (сопоставимой по всей территории России) информации. Для этого она обеспечивает:

- Сбор данных о регистрации пожаров на охраняемой и неохраняемой территориях;
 - Сбор данных о состоянии окружающей среды, необходимых для организации работ по обнаружению и тушению лесных пожаров;
 - Сбор информации, необходимой для проведения оценок последствий действия лесных пожаров;
 - Оперативную обработку данных с целью построения информационных продуктов, необходимых для принятия управленческих решений при организации и проведении работ по обнаружению и тушению лесных пожаров;
 - Оперативное предоставление информации, необходимой для принятия управленческих решений, в том числе оценке эффективности принимаемых мер и использования средств для организации мониторинга и тушения лесных пожаров.
 - Оценку последствий действия лесных пожаров по данным дистанционных наблюдений;
 - Формирования различных отчетных форм на основе информации наземного, авиационного и спутникового мониторинга;
 - Организацию оперативного и долговременного хранения данных, собранных и обработанных системой, и информационных продуктов.
 - Проведение комплексных проверок и детального анализа информации по отдельным действующим пожарам, с целью оценки качества и объективности информации, полученной на основе данных наземного, авиационного и спутникового мониторинга.
 - Информационную поддержку и обучение пользователей по вопросам использования данных ИСДМ-Рослесхоз.
 - Постоянное совершенствование и развитие элементов ИСДМ-Рослесхоз для устранения выявленных в процессе эксплуатации недостатков и расширения ее функциональности.
- Основными источниками информации для ИСДМ-Рослесхоз в настоящее время являются:
- данные о лесных пожарах, полученные от организаций и служб, обеспечивающих мониторинг и тушение лесных пожаров;
 - информация, полученная на основе данных, поступающих со спутниковых систем дистанционного зондирования Земли (далее спутниковые данные);
 - метеоинформация, поступающая из организаций Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и других открытых источников;
 - данные регистрации молниевых разрядов;

- данные наземных и авиационных обследований отдельных пожаров, выполненных специалистами АЛО;
- различная картографическая информация.

Безусловно, ключевыми в системе являются спутниковые данные, поскольку именно они позволяют оперативно получать информацию по всей территории лесного фонда Российской Федерации (1100 млн. га). Поэтому в работе мы в основном остановимся на вопросах работы ИСДМ-Рослесхоз именно со спутниковыми данными.

Основными задачами, для решения которых в ИСДМ-Рослесхоз используются в настоящее время спутниковые данные, являются:

- получение оперативной информации для оценки метеообстановки (в первую очередь о состоянии облачности);

- оперативная регистрация зон с подозрениями на лесные пожары на охраняемых территориях;
- оперативная оценка характеристик действующих пожаров (площадь, направление развития, задымленность и т.д.) по данным о зонах активного горения; оценка площадей, пройденных огнем, на основе анализа данных об изменении состояния растительности до и после пожара; оценка степени повреждений лесов на площадях, пройденных огнем; определение типов территории, на которой действуют пожары (покрытая лесом, не покрытая лесом); уточнение площадей пройденных огнем, на основе анализа данных высокого пространственного разрешения; комплексный анализ данных об отдельных пожарах, в том числе для проверки информации, предоставляемой региональными службами; получение отчетных форм и статистической информации о пожарах и их последствиях; уточнение картографической информации; выявление «устойчивых огней» (постоянно действующих тепловых источников). Для решения данных задач в ИСДМ-Рослесхоз используются в основном следующие спутниковые данные:

- данные, получаемые приборами AVHRR, установленными на спутниках серии NOAA [7]. Эти данные используются в системе для детектирования подозрений на действующие пожары и построения различных изображений облачности;

- данные, получаемые приборами MODIS [8], установленными на спутниках TERRA и AQUA. Эти данные также используются в системе для детектирования подозрений на действующие пожары и построения различных изображений облачности. Они также используются при оперативной оценке площадей, пройденных огнем на основе информации об активном горении. Данные MODIS также используются для оценки площадей, пройденных огнем, и повреждений лесов на этих площадях на основе анализа состояния растительности до и после действия пожаров;

- данные, получаемые прибором SPOT-VGT [9], который установлен на спутнике SPOT. Эти данные используются для оценки площадей, пройденных огнем, и повреждений лесов на этих площадях на основе анализа состояния растительности до и после действия пожаров;

- результаты обработки данных приборов HRV и HRVIR, установленных на спутниках SPOT2 и SPOT 4 [10]. Эти данные используются для уточнения оценок площадей, пройденных огнем, а также верификации автоматических алгоритмов выявления площадей, пройденных огнем, и оценки степени повреждений лесов. В ряде случаев они также используются для уточнения картографических основ

- данные прибора Ресурс ДК [11] и LANSAT ETM+ [12], установленных соответственно на спутниках РЕСУРС ДК и LANDSAT. Эти данные в основном используются для выборочного контроля площадей, пройденных огнем, и верификации автоматических алгоритмов выявления площадей, пройденных огнем, и оценки степени повреждений лесов. В ряде случаев они также используются для уточнения картографических основ. Данные прибора LANSAT ETM+ используются также в системе для обеспечения автоматического уточнения географической привязки данных приборов HRV и HRVIR.

- при необходимости в систему также поступают данные других спутников.

Для работы с этой информацией в ИСДМ-Рослесхоз создана распределенная автоматизированная система сбора и обработки спутниковых данных, которая позволяет в настоящее время оперативно получать информацию практически по всей территории России. Система позволяет в настоящее время получать данные перечисленных выше приборов в следующем режиме:

- данные AVHRR получают ежедневно, частота их получения для отдельных регионов может превышать 12 раз в сутки;
- данные MODIS, получают ежедневно, частота их получения для отдельных регионов может превышать 6 раз в сутки;
- данные SPOT-VGT, поступают в систему 1 раз в 10 дней (безоблачный композит);
- результаты обработки данных HRV и HRVIR получают ежедневно, однако поскольку эти приборы имеют достаточно узкую полосу наблюдения, по отдельным регионам в среднем имеется 2-3 безоблачных наблюдения за сезон. При этом по некоторым регионам могут быть получены более частые серии данных, и в то же время могут встретиться регионы, по которым данные за сезон отсутствуют.
- данные Ресурс ДК [11], LANSAT ETM+ [12] и других спутниковых систем получают эпизодически, обычно по районам, по которым требуется провести дополнительный анализ и проверку информации.

Эта система сбора, обработки, архивации и представления результатов обработки спутниковых данных, созданная в ИСДМ-Рослесхоз, различные ее элементы и технологии, на основе которых они созданы, описаны в частности в работах [1,2,12-17]. В настоящее время в систему автоматически поступают данные из следующих источников:

- Оперативные данные прибора AVHRR (спутники NOAA) поступают из следующих центров:
 - Центр приема Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) г. Москва;
 - Западносибирский региональный центр приема и обработки данных (ЗапСибРЦПОД) г. Новосибирск;
 - Центр приема Института леса СО РАН (ИЛ СО РАН) г. Красноярск;
 - Дальневосточный региональный центр приема и обработки данных (ДВРЦПОД) г. Хабаровск;
 - Центр приема ЮНИИ ИТ г. Ханты-Мансийск
- Оперативные данные прибора MODIS (спутники TERRA, AQUA) поступают из следующих центров:
 - Центр приема ГУ НИЦ "Планета", г. Москва;
 - Западносибирский региональный центр приема и обработки данных (ЗапСибРЦПОД) г. Новосибирск;
 - Центр приема Института леса СО РАН (ИЛ СО РАН) г. Красноярск;
 - Дальневосточный региональный центр приема и обработки данных (ДВРЦПОД) г. Хабаровск;
 - Центр приема ЮНИИ ИТ г. Ханты-Мансийск;
 - Центр приема и обработки спутниковых данных ОАО «Самара-Информспутник» г. Самара.
- Продукты обработки данных прибора MODIS (MOD09 и MOD14) поступают:
 - из архивов данных Геологической службы США (USGS) (ежедневных продуктов MOD09)
 - центра обработки Университета штата Мериленд США (результатов детектирования пожаров MOD14)
- Продукты обработки данных прибора VGT (спутник SPOT) поступают из архивов компании VITO.

○ Результаты обработки данных приборов HRV и HRVIR (спутник SPOT) поступают из следующих центров:

- Западносибирский региональный центр приема и обработки данных (ЗапСибРЦПОД) г. Новосибирск;
- Дальневосточный региональный центр приема и обработки данных (ДВРЦПОД) г. Хабаровск;
- Центр приема и обработки спутниковых данных ОАО «Самара-Информспутник» г. Самара.

Центры, через которые в систему поступают оперативные данные, фактически обеспечивают покрытие практически всей территории России. Зоны покрытия этих центров приведены на Рис. 2. При этом для некоторых территорий достигается 5-кратное потенциальное дублирование приема. В основном же по территории обеспечивается 3-х кратное дублирование. Это обеспечивает достаточно устойчивое поступление в систему оперативных данных.

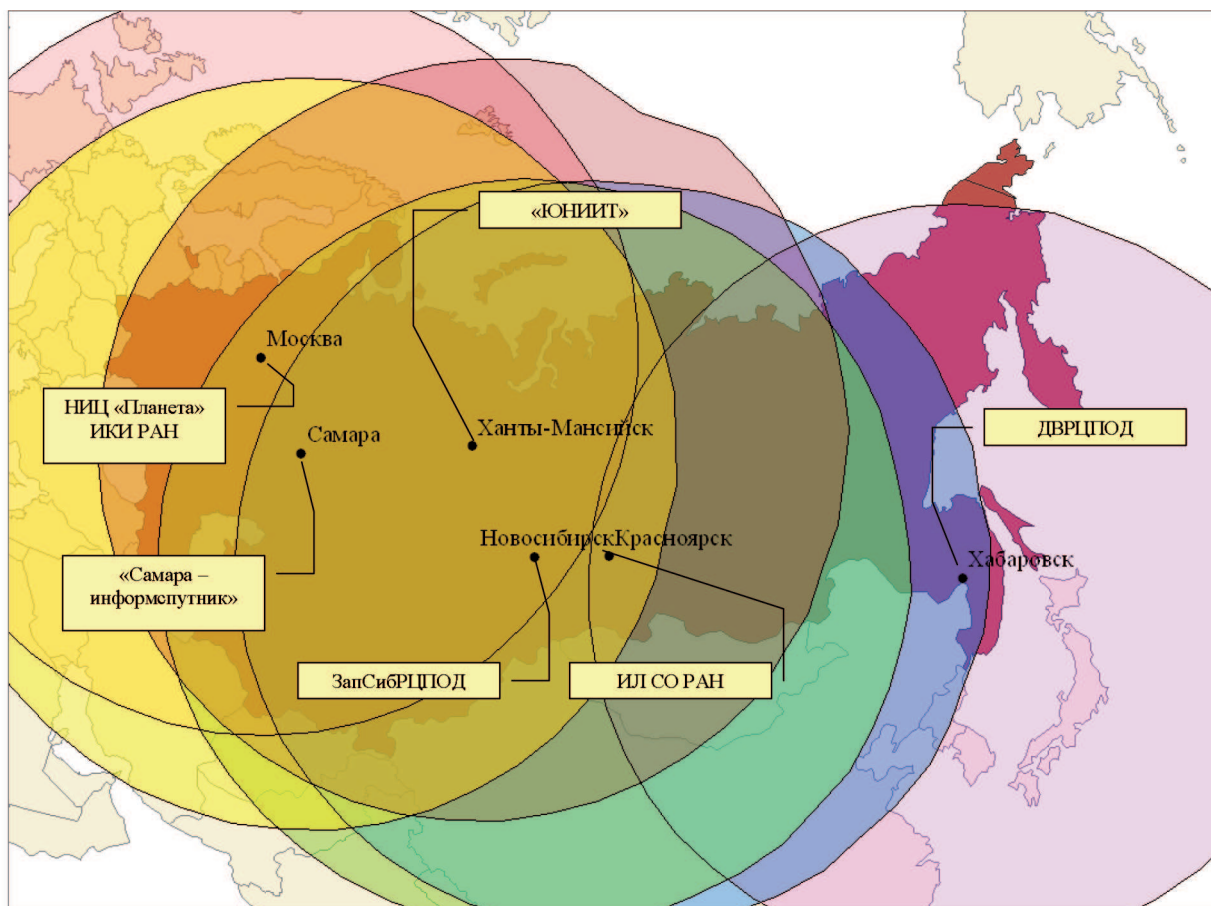


Рис. 2. Зоны видимости станций центров приема использующихся в ИСДМ Рослесхоз

Автоматические комплексы обработки и архивации данных установлены в:

- ФГУ «Авиалесоохрана» г. Пушкино (основной центральный узел системы)
- Институте космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) г. Москва; (дублирующий центральный узел системы)
- Центр приема ГУ НИЦ "Планета", г. Москва;
- Западносибирский региональный центр приема и обработки данных (ЗапСибРЦПОД) г. Новосибирск;
- Дальневосточный региональный центр приема и обработки данных (ДВРЦПОД) г. Хабаровск;
- Центр приема ЮНИИ ИТ г. Ханты-Мансийск
- Центр приема Института леса СО РАН (ИЛ СО РАН) г. Красноярск;

○ Центр приема и обработки спутниковых данных ОАО «Самара-Информспутник» г. Самара.

Характерная структура базового комплекса обработки, архивации и представления данных, используемая в ИСДМ-Рослесхоз приведена на примере комплекса, установленного в ДВРЦПОД, на рис. 3.

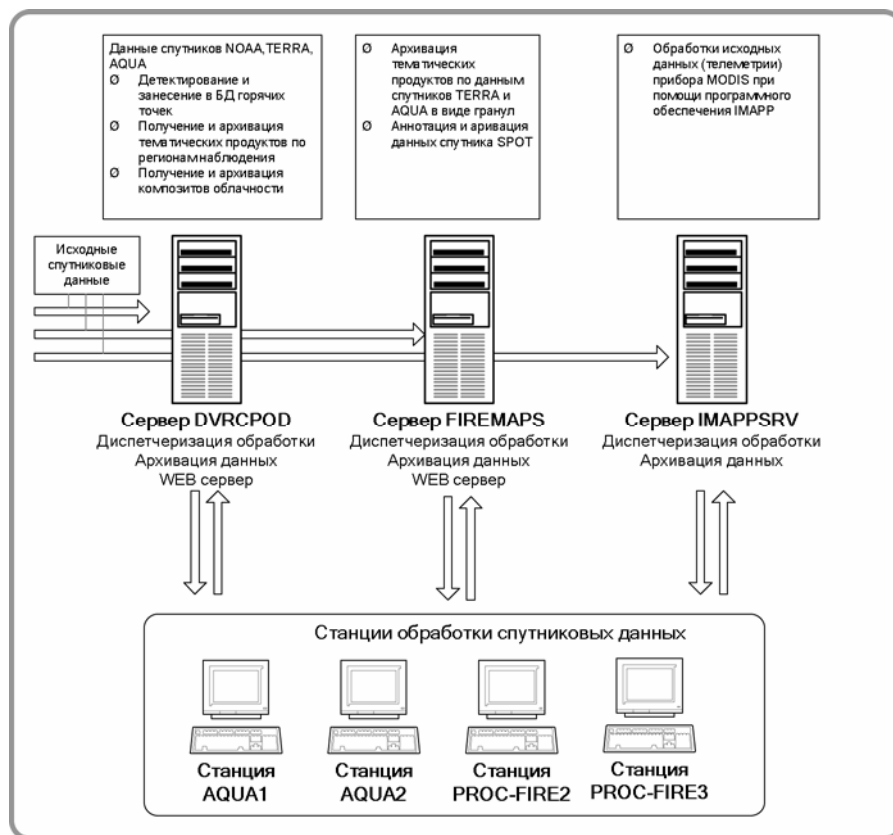


Рис. 3. Структуры комплекса сбора, архивации и обработки данных установленного в узле ИСДМ-Рослесхоз в ДВРЦПОД

В этих же центрах установлены и информационные узлы, обеспечивающие пользователям оперативный доступ к данным. Эти узлы обеспечивают представление данных через WEB-интерфейсы (<http://www.nffc.aviales.ru>) [18], специализированные ГИС [19] и систему автоматизированной рассылки данных.

Поскольку ИСДМ-Рослесхоз предоставляет информацию по очень большой территории, одним из основных требований к предоставляемой системой информации, является ее однотипность и сопоставимость для разных территорий. Поэтому в системе автоматически формируются однотипные информационные продукты по всей территории России. К основным продуктам, формирующимся в системе на основе спутниковых данных, сегодня можно отнести:

- Различные пространственные и цветосинтезированные композитные изображения, полученные по данным AVHRR и MODIS, предназначенные для оценки состояния и динамики облачных структур и действующих пожаров. Для работы с этими данными создана система динамических интерфейсов [20], позволяющих пользователям самостоятельно выбирать произвольный регион и осуществлять анализ данных, полученных по этому региону. Пример такого интерфейса приведен на рис. 4.

- Автоматически выделенные точки с подозрениями на действующие пожары. Данные точки получают на основе обработки данных приборов AVHRR и MODIS. Для обработки данных AVHRR используется алгоритм, разработанный в ИСЗФ СО РАН [21], для обработки данных MODIS используется стандартный алгоритм MOD14 [22]. После выполнения автоматической об-

работки в центрах приема и обработки спутниковых данных может быть также проведена их ручная коррекция с помощью программного обеспечения и методик, разработанных для ИСДМ-Рослесхоз в ИСЗФ СО РАН. Выделенные точки с подозрениями на действующие пожары заносятся в специализированные базы данных, использующиеся в системе [13]. В дальнейшем эти базы данных используются для построения различных динамических картографических продуктов на информационных серверах или в ГИС ИСДМ-Рослесхоз.

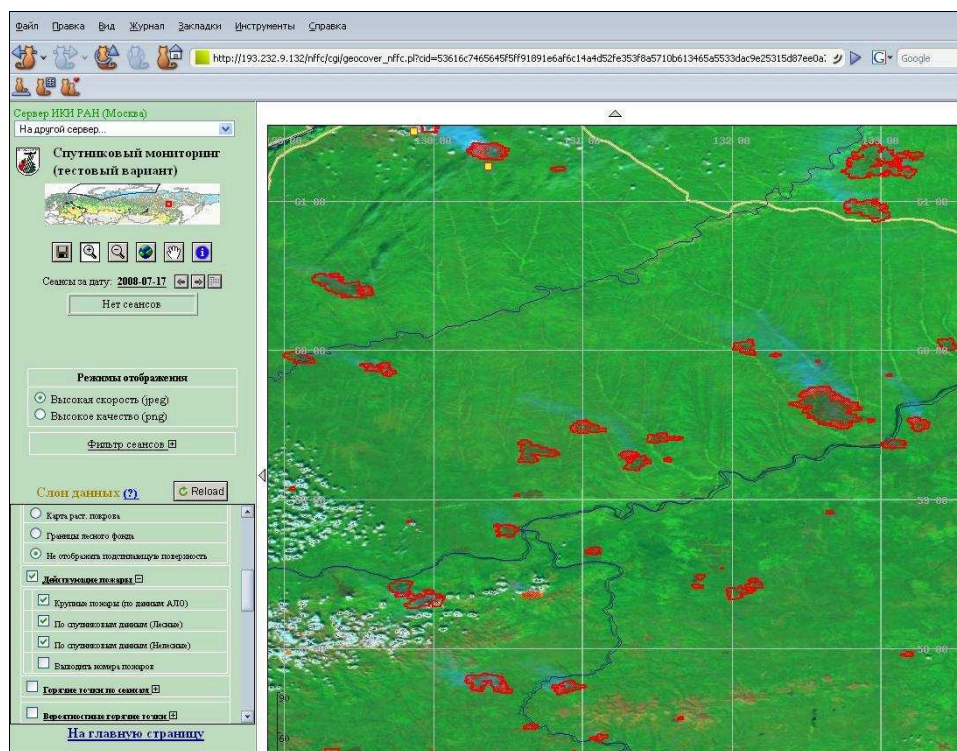


Рис. 4. Пример динамического интерфейса ИСДМ Рослесхоз обеспечивающего работу с оперативными спутниковыми данными и результатами их обработки

- Информация о площадях, пройденных огнем, получается на основе автоматической обработки временных рядов данных приборов SPOT-VGT и MODIS. Обработка производится с помощью алгоритма, описанного в [23-24].

- Информация о степени повреждения лесов на площадях, пройденных огнем. Обработка производится с помощью специализированного алгоритма, разработанного в ИКИ РАН.

- Устойчивые цветосинтезированные изображения высокого пространственного разрешения, полученные на основе данных приборов HRV, HRVIR, LANDSAT ETM+, РЕСУРС ДК. Для работы с этими данными в системе также реализованы специальные динамические интерфейсы, обеспечивающие возможность оперативного выбора и анализа информации. Пример такого интерфейса приведен на рис. 5

- На основе информации о выделенных подозрениях на действующие пожары и оценок площадей, пройденных огнем, в системе оперативно формируются различные отчетные формы, как по отдельным действующим пожарам, так и по административным субъектам.

Доступ ко всем этим и другим информационным продуктам можно получить на информационных серверах ИСДМ-Рослесхоз.

Следует также отметить, что в ИСДМ-Рослесхоз формируется также большое число различных информационных продуктов (формы, карты) на основе не только спутниковой информации, но и метеоданных, информации наземного и авиационного мониторинга и данных гронопеленгации. В настоящее время система доступа к данным и интерфейсы, использующиеся на информа-

ционных серверах ИСДМ-Рослесхоз, позволяют проводить комплексный анализ этих данных совместно с информационными продуктами, получаемыми на основе спутниковых данных.

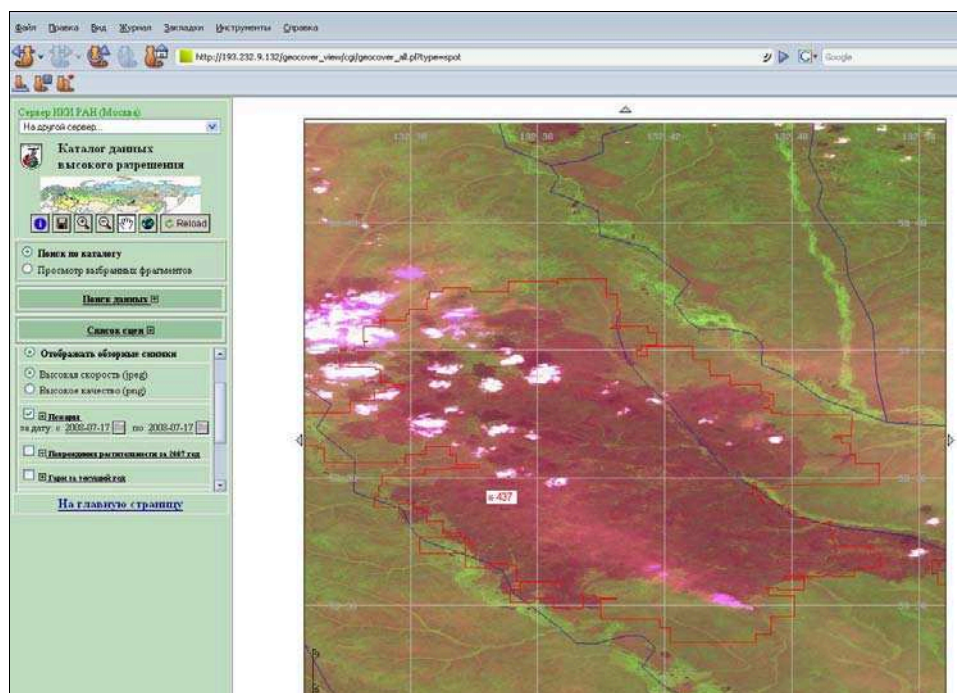


Рис. 5. Пример динамического интерфейса ИСДМ Рослесхоз обеспечивающего работу с архивами данных высокого пространственного разрешения

В заключение хотелось бы отметить, что ИСДМ-Рослесхоз постоянно развивается. Ее развитие в основном связано с появлением возможностей получения новых типов информации (в основном спутниковых данных) и расширением круга задач, стоящих перед системой. Так, например, в связи с изменением структуры управления лесами, связанной с вводом в действие нового лесного кодекса, одной из основных задач системы стала предоставление информации для оценки эффективности проводимых в регионах работ по мониторингу и тушению лесных пожаров. Для решения этих задач в 2007 году были существенно переработаны блоки и методики, обеспечивающие сравнение информации, полученной на основе спутниковых, авиационных и наземных наблюдений [25], а в настоящее время в системе создается специализированный блок, который должен обеспечить проведение выборочных проверок данных по отдельным пожарам (включая их наземные и авиационные обследования).

Следует также отметить, что сегодня ИСДМ-Рослесхоз начинает обеспечивать работы не только по решению задач мониторинга лесных пожаров, но и по мониторингу различных процессов, происходящих в лесах (например, процессов гибели лесов от различных воздействий). Как показал опыт эксплуатации системы, реализованные в ней технологии и созданная для обеспечения ее работы инфраструктура могут стать основой для организации дистанционного мониторинга практически всех происходящих в лесах процессов.

Литература

1 Абушенко Н.А., Барталев С.А., Беляев А.И., Ершов Д.В., Захаров М.Ю., Лупян Е.А., Корвин 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.

2 Абушенко Н.А., Барталев С.А., Беляев А.И., Еришов В.В., Коровин Г.Н., Кошелев В.В., Луян 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. С.4-18.

3 Луян Е.А., Мазуров А.А., Флитман Е.В., Еришов 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. - (Сер. Экология. Вып. 68).

4 Еришов 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.: ООО "Полиграф сервис", 2004. С.47-57.

5 Беляев А.И., Еришов 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.: Издательство «Алекс», 2004. С.156-166.

6 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. Сборник научных статей. М.: GRANP polygraph, 2005. Т. 1. С. 20-29.

7 Kidwell, K.B. NOAA polar data user's guide: NOAA NESDIS, NCDC. 1988. 148 p.

8 Barnes, W.L., Pagano, T. S., & Salomonson, V. V. Prelaunch characteristics of the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) on EOS-AM1. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1998, 36(4), 1088-1100.

9 The VEGETATION User Guide, VEGETATION, 2002, <http://www.spotimage.fr/data/images/vege/VEGETAT/home.htm>

10 <http://www.spotimage.fr>

11 Космическая метеорологическая система METEOP- 3M // http://sputnik.infospace.ru/meteor-3m/rus_win/meteor.htm

12 LANDSAT 7 // <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>

13 Галеев А.А., Прошин А.А., Еришов Д.В., Тацилин С.А., Мазуров А.А., Луян Е.А. Организация хранения данных 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.: GRANP polygraph, 2005. Т. 1. С.367-371.

14 Галеев А.А., Еришов Д.В., Луян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Тацилин С.А., Флитман Е.В. Организация системы хранения и представления результатов обработки данных прибора MODIS для системы 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.: ООО "Полиграф сервис", 2004. С. 115-125.

15 Галеев А.А., Еришов 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 // Современные проблемы дистанционного зон-

дирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. Сборник научных статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2006. Выпуск 3. Т. 1. С. 359-365.

16 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 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сборник научных статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2006. Т. 1. С. 351-358.

17 Флитман Е.В., Галеев А.А., Еришов Д.В., Котельников Р.В., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А. Автоматизированная система формирования отчетности о действующих лесных пожарах и их последствиях на основе спутниковых данных // 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. 147-150.

18 Щетинский В.Е., Котельников Р.В., Сементин В.Л., Лупян Е.А., Флитман Е.В., Щербенко Е.В., Галеев А.А., Ефремов В.Ю., Толпин В.А., Еришов Д.В. Применение информационной системы дистанционного мониторинга «ИСДМ Рослесхоз» для определения пожарной опасности в лесах Российской Федерации (Учебное пособие) // ФГУ «Авиалесоохрана» г. Пушкино (МО), 2007. 82 с.

19 Ковганко К.А., Еришов Д.В. Базовые элементы Геоинформационной системы ForsGIS спутникового мониторинга лесных пожаров: функции визуализации и анализа пространственной информации. Технологии, концепции, перспективы развития // Третья всероссийская открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Москва, ИКИ РАН, 14-17 ноября 2005 г. Сборник тезисов конференции. ИКИ РАН Москва 2005. 261 с.

20 Балашов И.В., Бурцев М.Ю., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Прошин А.А., Толпин В.А. Построение архивов результатов обработки спутниковых данных для систем динамического формирования производных информационных продуктов // Настоящий сборник

21 Абушенко Н.А., Минько Н.П., Семенов С.М., Тацилин С.А., Татарников А.В. Автоматизированный алгоритм обнаружения лесных пожаров по многоспектральным данным прибора AVHRR/NOAA // Сборник докладов III Всероссийской научной конференции «Применение дистанционных радиофизических методов в исследованиях природной среды», Муром, 1999. С. 210-211.

22 Justice C.O., Giglio L., Korontzi S., Owens J., Morisette J.T., Roy, D., Descloitres J., Alleaume S., Petitcolin F., and Kaufman Y (2002). The MODIS Fire Products. Remote Sensing of Environment, 83(1-2), 244-262.

23 Барталев С.А., Егоров В.А., Лупян Е.А., Уваров И.А. Оценка площадей повреждений наземных экосистем Северной Евразии пожарами в 2000–2003 годах по спутниковым данным инструмента SPOT-Vegetation // Настоящий сборник

24 Барталев С.А., Беляев А.И., Егоров В.А., Еришов Д.В., Коровин Г.Н., Кориунов Н.А., Котельников Р.В., Лупян Е.А. Валидация результатов выявления и оценки площадей поврежденных пожарами лесов по данным спутникового мониторинга // Настоящий сборник

25 Галеев А.А., Котельников Р.В., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Сементин В.Л., Флитман Е.В., Щербенко Е.В. Сопоставление информации о лесных пожарах по данным спутниковых, наземных и авиационных наблюдений ИСДМ-Рослесхоз // настоящий сборник