

Организация доступа пользователей системы дистанционного лесопатологического мониторинга к спутниковым данным и результатам их обработки

В.А. Толпин², Д.В. Ершов¹, В.Ю. Ефремов²,
М.Е. Кобельков³, Е.А. Лупян²

¹ Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
E-mail: ershov@ifi.rssi.ru

² Институт космических исследований РАН
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
E-mail: info@smis.iki.rssi.ru

³ Российский Центр защиты леса ФГУ «Рослесозащита»
141202, Московская область, г. Пушкино, Институтская улица, д. 1
E-mail: rcfh@aha.ru

В статье рассматриваются вопросы, связанные с организацией работы пользователей системы дистанционного лесопатологического мониторинга со спутниковыми данными и результатами их обработки. В статье представлены основные возможности созданного для решения этой задачи специализированного информационного сервера, который обеспечивает пользователям не только возможности поиска и получения спутниковых данных и результатов их обработки, но и проведения анализа этих данных. В работе также приводятся примеры предоставляемых пользователям информационных продуктов и возможностей их использования.

Введение

Состояние лесов России определяется воздействиями природных и антропогенных факторов. К числу *природных факторов*, существенно влияющих на состояние лесов, относятся погодные аномалии (интенсивные засухи, штормовые ветровалы, избыточное обводнение территории и др.), иные климатические изменения, связанные с глобальными процессами в атмосфере. К природным факторам следует отнести также природные лесные пожары, массовое размножение насекомых-вредителей и болезни леса. Масштабы воздействия *антропогенных факторов* сопряжены в первую очередь с увеличением объемов неконтролируемого промышленного лесопользования, недостатками в организации качественного лесовосстановления, охране от пожаров и защите лесов от вредителей. Немаловажное значение имеет и загрязнение лесных территорий промышленными выбросами и отходами нефтегазового и горнорудного производств, особенно в северо-таежных регионах.

Для ведения устойчивого лесного хозяйства необходимо иметь разностороннюю и объективную информацию о состоянии ресурсно-экологического потенциала лесов. Эта информация может быть получена на основе функционирования лесопатологического мониторинга (ЛПМ) – системы наблюдений за динамикой лесного покрова, выявления возникающих нарушений и предупреждения их *катастрофического* развития.

В то же время осуществление лесопатологического мониторинга сопряжено с наличием большого объема оперативного информационного обеспечения, основанного на данных наземных, авиационных и спутниковых наблюдений, а также современных методах их сбора, первичной обработки и тематического анализа. Для организации этого процесса в 2007 году начались работы по созданию *системы дистанционного лесопатологического мониторинга*, предназна-

ченной для информационной поддержки региональных и федерального центров ФГУ «Рослесозащита».

Информационная система дистанционного лесопатологического мониторинга призвана помочь в предупреждении, ликвидации и оценки ущерба, нанесенного лесному фонду из-за воздействия различных факторов.

Одним из основных поставщиков данных в систему является информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров (ИСДМ-Рослесхоз) [1]. ИСДМ поставляет данные о поврежденных пожарами лесах для оценки их состояния и последствий.

Основные цели и задачи системы

Основная задача системы дистанционного лесопатологического мониторинга состоит в оперативном и достоверном освещении ситуации с лесами в разные периоды вегетационного сезона. Для решения этой задачи в системе собраны различные виды данных, которые способствуют созданию объективной картины состояния и динамики лесов Российской Федерации.

Исходные данные и базовые информационные продукты о пожарах, горях и повреждениях лесов поступают в систему для последующего детального анализа из ИСДМ-Рослесхоз, которая уже много лет находится в эксплуатации, обеспечивая своих пользователей официально регламентированными данными о текущей горимости лесов. Практически все данные, которыми оперирует система ИСДМ-Рослесхоз, поставляются в систему лесопатологического мониторинга ФГУ «Рослесозащита».

Кроме данных о пожарах и горях в системе накапливаются данные о повреждении насекомыми-вредителями леса, спутниковые данные среднего и высокого пространственного разрешения и их производные продукты (безоблачные композиты и др.) на всю территорию России.

Используя весь набор данных, а также все возможности системы, можно осуществлять анализ состояния лесного фонда, проводить исследования и выявлять причины повреждения леса, а также предупреждать развитие чрезвычайных ситуаций при своевременном обнаружении.

Для того чтобы информация, предоставляемая системой могла эффективно использоваться для решения данных задач, пользователям системы должен быть обеспечен достаточно удобный доступ к данным и возможности для проведения анализа. Обсуждению именно этого вопроса и посвящена настоящая работа. Следует отметить, что разные подразделения службы Рослесозащиты вынуждены работать в различных регионах России, поэтому различные пользователи системы должны иметь возможность получения как локального, так и удаленного доступа к информации. Для решения этой задачи в системе был создан информационный сервер (<http://rcfh.infospace.ru/>), который и обеспечивает пользователям различные интерфейсы для поиска и анализа данных.

Типы данных

Система оперирует с различными типами данных, в том числе с растровыми и векторными. Данные о пожарах и повреждениях являются векторными и представлены в виде полигонов и точек. Спутниковые данные и многие продукты их обработки (в том числе различные композиты) представлены в виде растровых изображений. Интерфейс информационного сервера позволяют отображать одновременно различные виды информации и проводить совместный их анализ. Для работы со спутниковыми изображениями используются специальные технологии хранения и отображения.

Система обеспечивает пользователя векторными наборами данных о пожарах и горях ИСДМ-Рослесхоз, начиная с 2000-го года. Возможности системы не ограничиваются только визуальным представлением контуров пожаров и гарей, но и включают более детальную информацию о пожаре, пройденных огнем площадях и т.д. (рис. 1), которая так же поступает из системы ИСДМ-Рослесхоз при запросе ее пользователем.

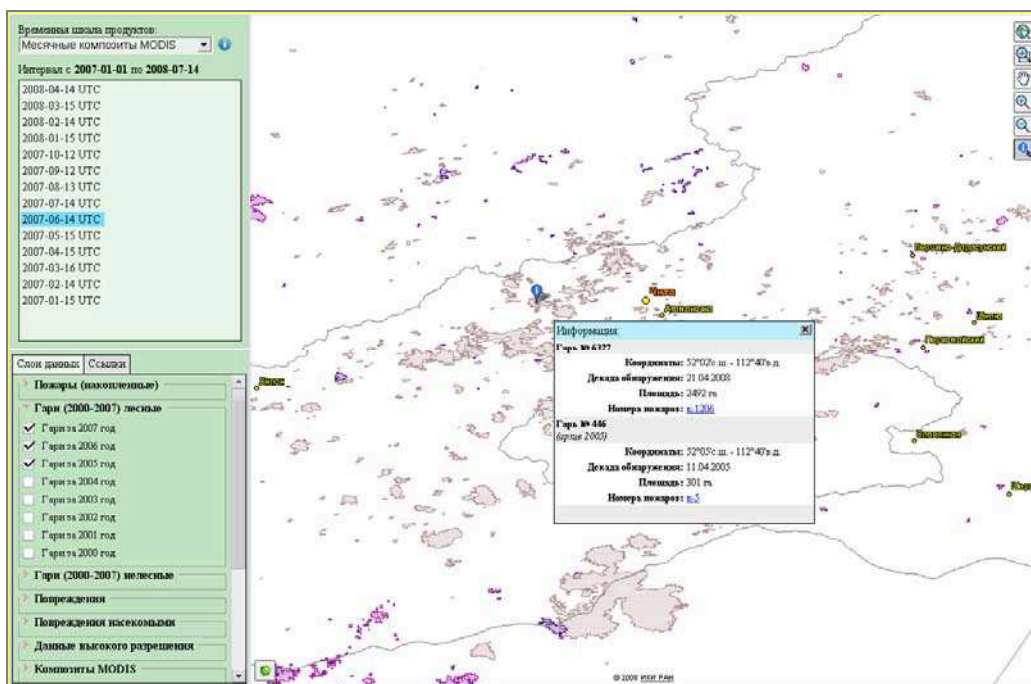


Рис. 1. Пример площадей, пройденных огнем за три года, и выдачи дополнительной информации по площадям, пройденным конкретным пожаром (Читинская область) (цвета отображения: гари 2007 – коричневый, гари 2006 – фиолетовый, гари 2005 – фиолетово-синий)

В свою очередь пожары и гари так же имеют деление на лесные и нелесные по типу подстилающей поверхности в зоне пожара, что позволяет сократить объем информации при анализе и выбирать для последующего анализа поврежденные огнем лесные участки (рис. 2). Технология и алгоритм обработки спутниковых данных приводится в работе [2].

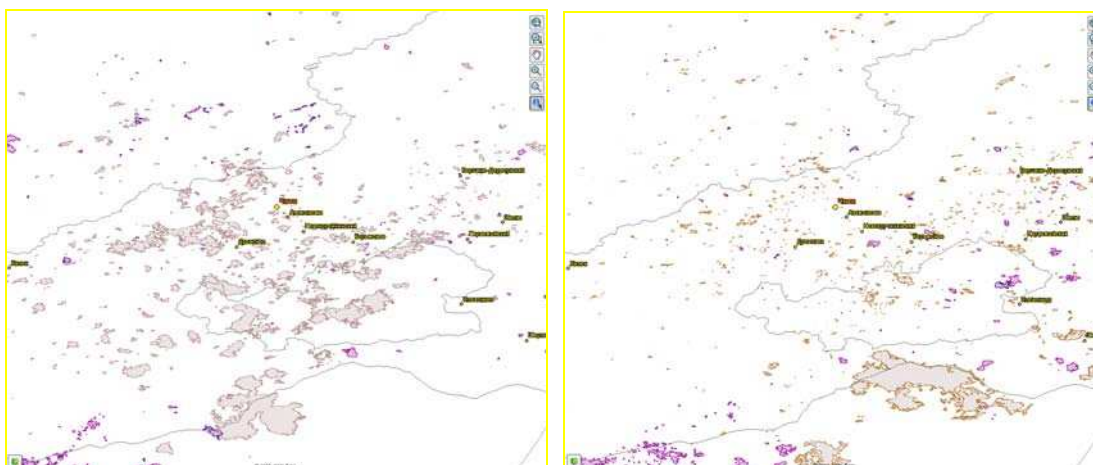


Рис. 2. Пример различных типов площадей, пройденных огнем за три года: слева – лесные, справа – нелесные (Читинская область). Цвета отображения: гари 2007 – коричневый, гари 2006 – фиолетовый, гари 2005 – фиолетово-синий

Система также может предоставить информацию по степени повреждения огнем лесных площадей, пройденных огнем. Фактически в системе предоставляется информация о четырех уровнях повреждения растительности (леса), а именно, до 25%, от 25% до 50%, от 50% до 75% и выше 75% (рис. 3). Методика расчета степени повреждения была разработана в ИКИ РАН.

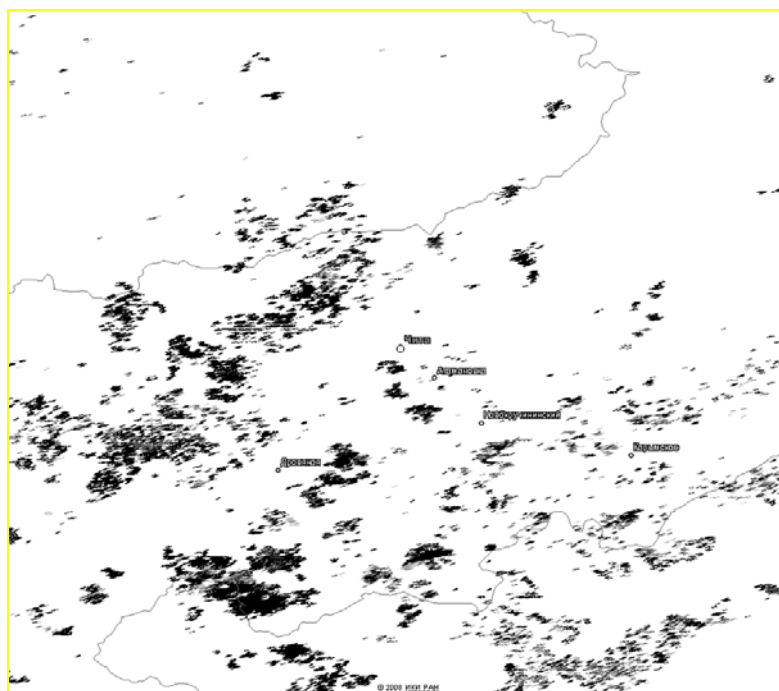


Рис. 3. Пример детектированных площадей, пройденных огнем с разной степенью повреждения лесов (Читинская область)

Для ряда регионов пользователям также могут быть предоставлены данные о повреждениях леса насекомыми-вредителями за разные годы (рис. 4). Методика выявления и оценки поврежденных лесов по спутниковым данным приводится в работе [3].

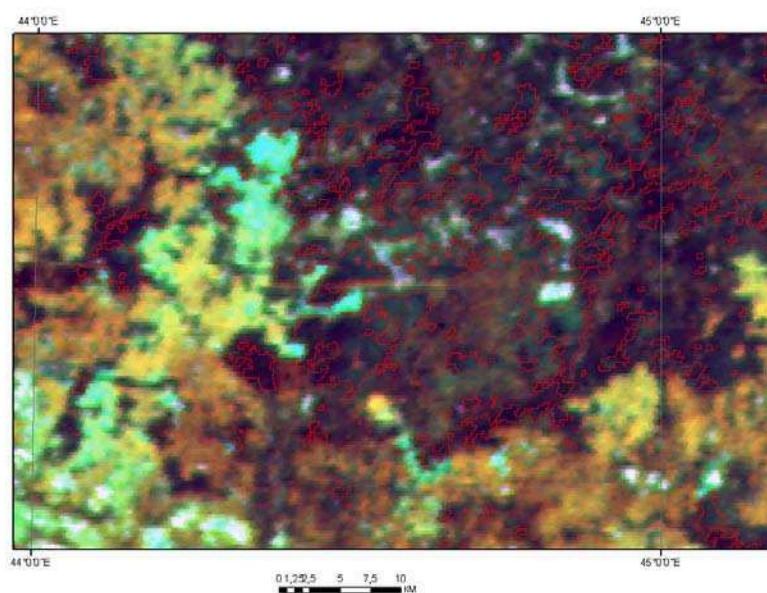


Рис. 4. Пример визуализации участков повреждений хвойных лесов насекомыми-вредителями и болезнями (Архангельская обл.)

Данные о повреждениях, связанных с пожарами и насекомыми, позволяют оценить степень ущерба лесному фонду и наметить мероприятия по предотвращению дальнейшего распространения. В случае, когда поражающий фактор неизвестен и нет никакой информации о районе и степени воздействия, в системе имеется набор данных, позволяющий независимо и объективно оценить состояния леса и проанализировать возможные причины повреждения и степень их воздействия. Эти данные представляют собой набор спутниковых изображений с различной разрешаю-

щей способностью и временной скважностью, картографической и тематической информацией на территорию наблюдения.

Мониторинг крупномасштабных изменений в лесах больших территорий обеспечивает набор многолетних безоблачных композитов, формируемых автоматически по данным MODIS на всю территорию России (рис. 5). Эти композиты строятся ежемесячно и позволяют оценить не только внутрисезонную динамику состояния лесной растительности, но и выявлять межсезонные изменения за продолжительный период наблюдения (рис. 6).

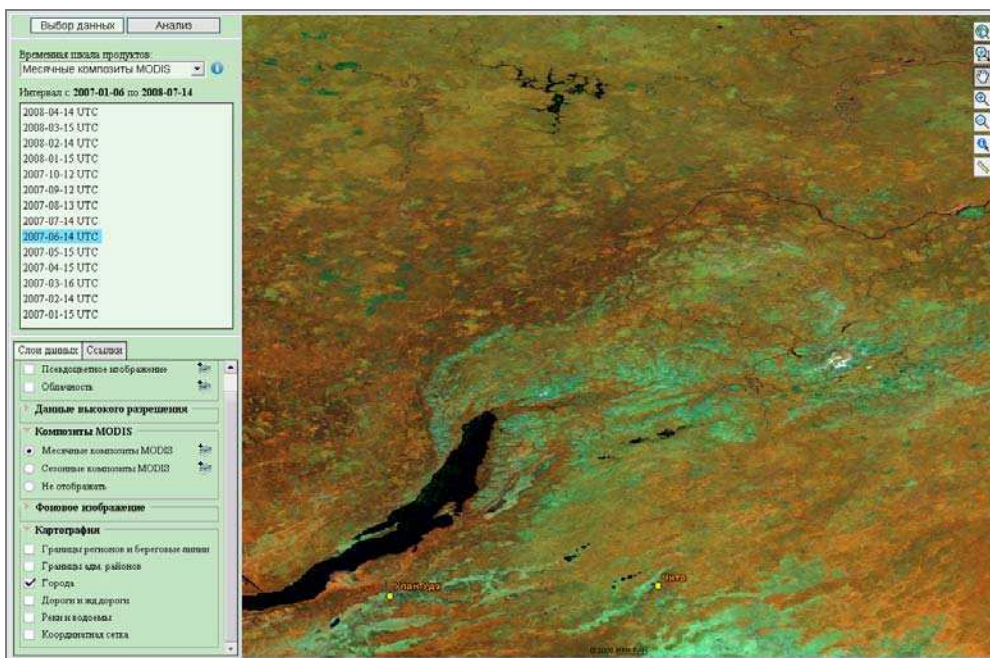


Рис. 5. Пример композита MODIS

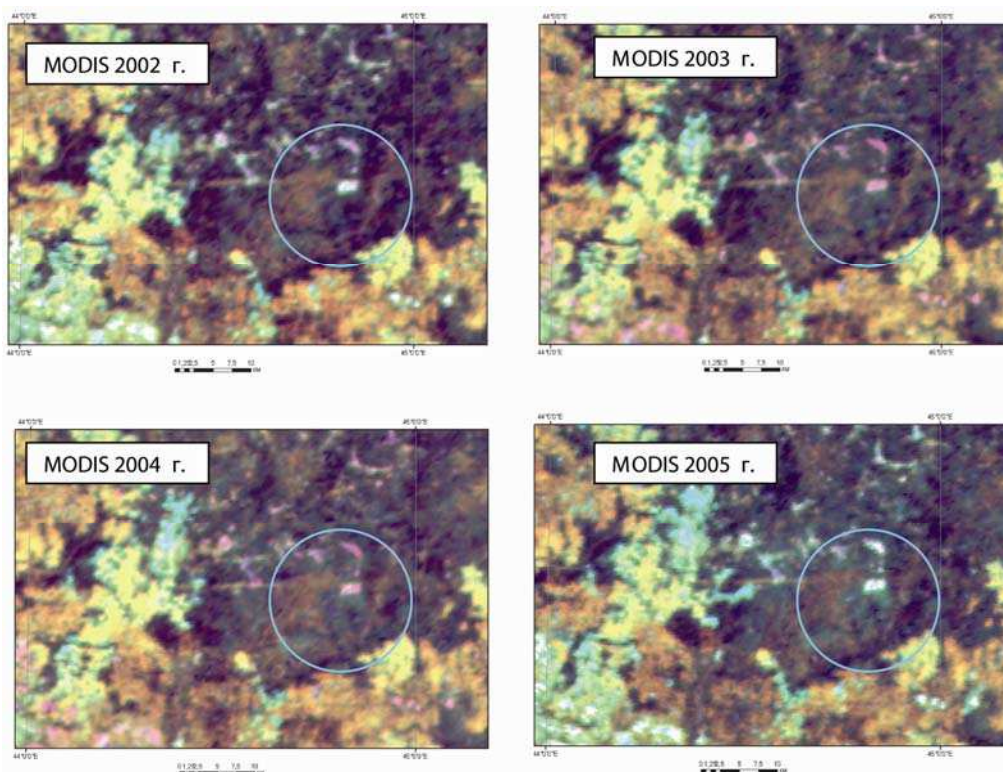


Рис. 6. Пример динамики усыхания лесов на композитных изображениях MODIS (Архангельская обл.)

Пространственное разрешение композитных изображений MODIS (250 метров), как уже отмечалось ранее, позволяет исследовать процессы среднемасштабных и крупномасштабных изменений в лесах.

Для изучения мелкомасштабных изменений в системе существуют данные высокого разрешения SPOT и LANDSAT, пространственное разрешение которых порядка 15-20 метров (рис. 7).

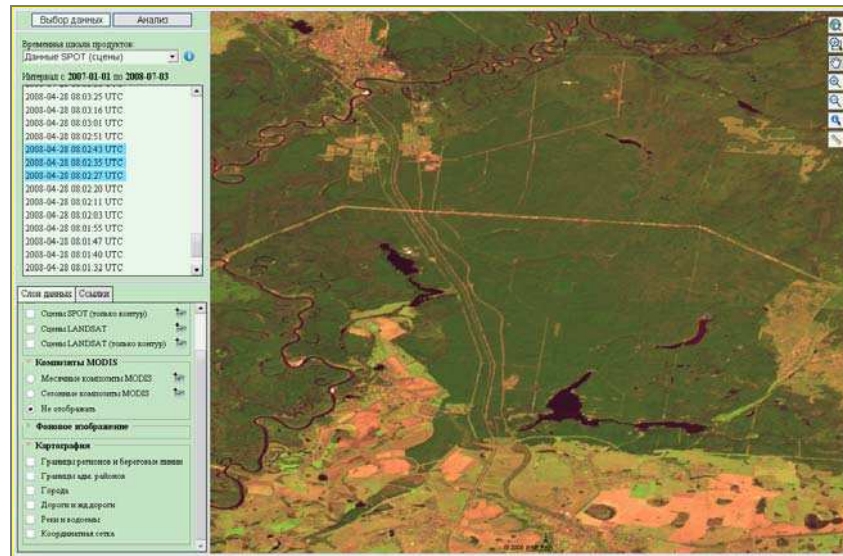


Рис. 7. Пример интерфейса для работы данными SPOT

С помощью снимков высокого пространственного разрешения можно уточнять контуры участков повреждений (гари, очаги массового размножения вредных насекомых), а также более детально оценивать степень повреждения леса (рис. 8).

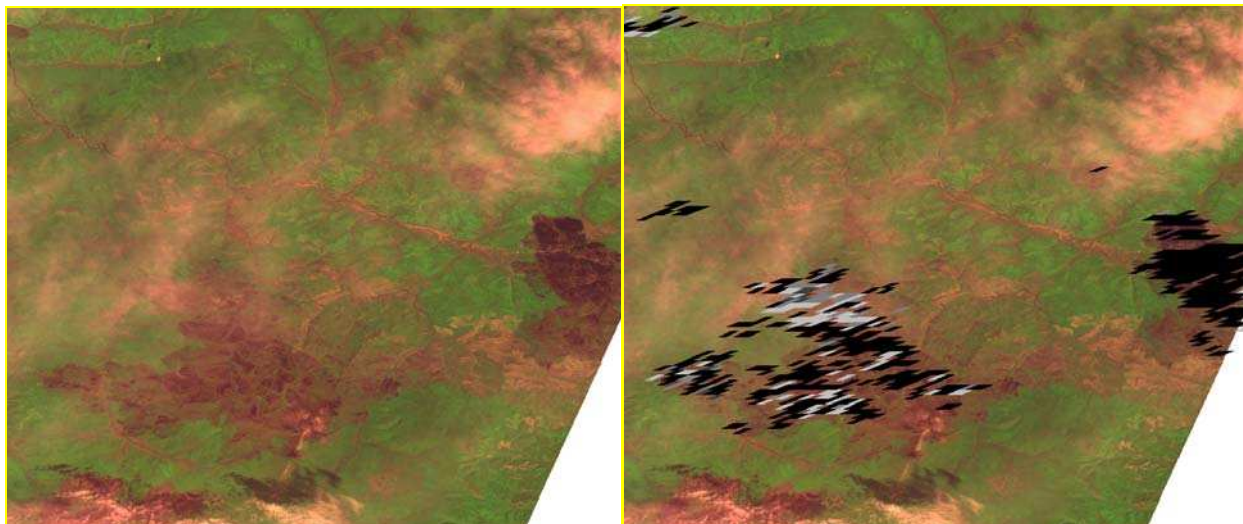


Рис. 8. Пример результата автоматизированного детектирования: слева – снимок высокого разрешения, справа – на фоне снимка высокого разрешения детектированные гари с различной степенью повреждения

На рисунке отчетливо видно, что большая часть повреждений лесов пожарами была детектирована автоматическим алгоритмом с высокой точностью и достоверностью. Однако часть гарей была пропущена или, наоборот, детектирована со значительным завышением площадей. Совместное использование данных системы, полученных автоматическим способом, и данных высокого разрешения позволяет решать задачи уточнения площадей, идентификации причины нарушения лесов, а также контроля степени их повреждения с более высокой эффективностью и достоверностью.

Основные возможности интерфейсов

Для работы с данными и их выбора для анализа в системе используется динамический картографический интерфейс (рис. 9). Он позволяет оценить наличие информации, выбрать необходимые данные для анализа и подготовить карты с различным картографическим наполнением для произвольного региона. Основное его достоинство – работа с произвольным регионом исследования и возможность одновременно сочетать различные виды данных для их комплексного анализа, что позволяет просто и наглядно представлять весь необходимый набор информации. Вся информация, представленная в интерфейсе, формируется динамически на основе шаблонов и данных, имеющихся в различных периодически обновляющихся архивных базах информационных продуктов системы.

Картографический интерфейс имеет все возможности динамического управления картой, а именно: увеличение и уменьшение масштаба, сдвиг карты, увеличение до выбранного региона, получение дополнительной информации по «клику» мыши. Для удобства изучения конкретных регионов в интерфейсе есть меню, при выборе в котором нужного региона масштаб карты автоматически изменяется для отображения этого региона.

Картографический интерфейс функционально состоит из трех частей:

- область карты;
- блок управления слоями данных;
- блок временных шкал.

Область карты содержит в себе непосредственно отображаемую карту и базовые элементы управления ей.

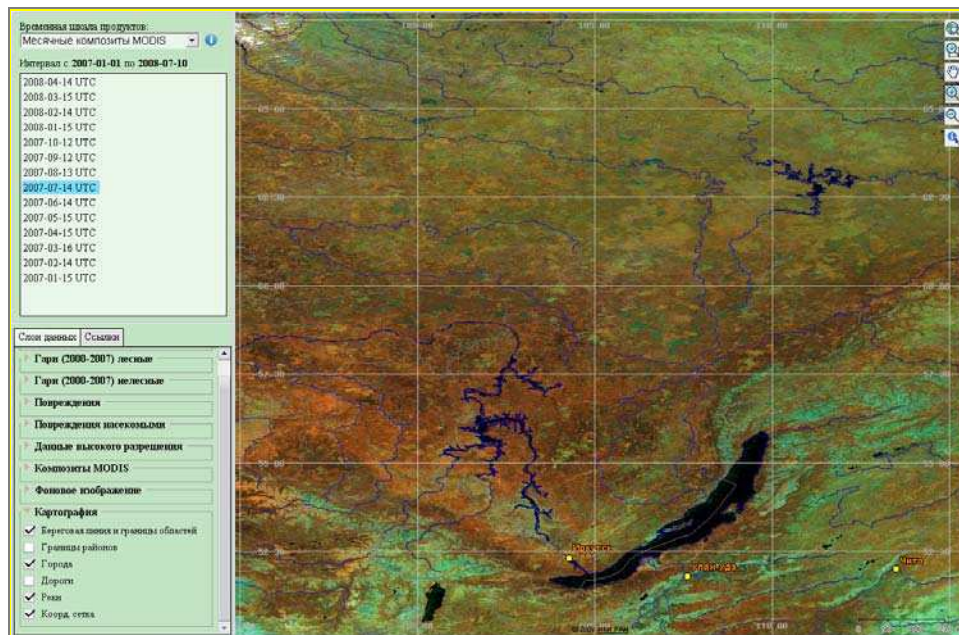


Рис. 9. Общий вид динамического картографического интерфейса

Блок управления слоями данных содержит в себе список слоев данных, которые доступны в системе для отображения на карте. Слои данных сгруппированы по логическим признакам в группы. Основные группы типов данных можно видеть в примере блока управления слоями, который приведен на рис. 10.

Добавление слоя для отображения на карте («включение слоя») осуществляется с помощью элементов управления типа «checkbox» или «radio button». Для добавления статического слоя достаточно только включить его, однако для добавления динамического слоя (значения которого может меняться во времени) необходимо еще выбрать момент времени (например, дату) в кото-

рый пользователь хочет видеть состояние выбранного слоя. Следует отметить, что для различных динамических слоев данных (продуктов) в общем случае время и даты их создания не совпадают, так как данные имеют разную временную скважность, разное время формирования и т.д. Таким образом, совместить все динамические параметры в одной шкале не представляется возможным. Для данной проблемы в ИКИ РАН был разработан специальный механизм работы с временными шкалами, ассоциированными с различными типами продуктов. Этот подход уже был использован нами, в частности, при построении информационного сервера системы дистанционного зондирования земель МСХ РФ. Описание этого механизма, можно найти в [4].

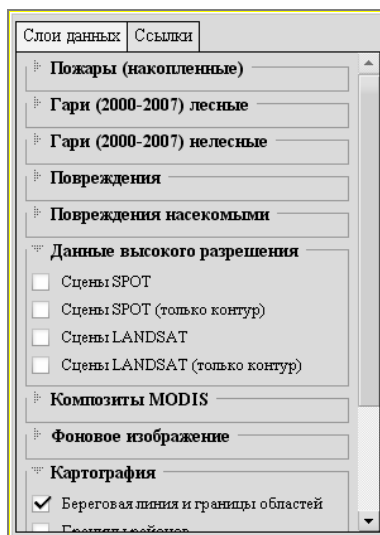


Рис. 10. Вид блока управления слоями данных

Для проведения детального анализа и поиска изменений, которые могут быть связаны с лесопатологическими процессами, в интерфейсе имеется режим «анализ». Для работы с режимом анализа необходимо подготовить набор данных для анализа. В анализе могут быть использованы любые сочетания данных, доступных в системе. Всего может использоваться не более 10 вариантов слоев данных, причем слои могут быть одни и те же, но с разными временными параметрами. Основная концепция подготовки набора данных заключается в поиске нужных данных в каталоге с помощью карты и использование шкалы времени для выбора параметров временного поиска и добавление найденных данных в набор, который будет использоваться при детальном анализе. После добавления данных для анализа необходимо переключить интерфейс в режим анализа. При смене режимов текущее состояние карты запоминается и будет восстановлено при переключении обратно. В режиме анализа пользователю доступны стандартные слои картографии и подложек и выбранные из каталога слои данных. При необходимости ненужные слои можно удалить или добавить новые, перейдя в выбор данных, выбрав нужные данные и затем обратно в анализ. Пример интерфейса для детального анализа данных приведен на рис. 11.

В режиме анализа пользователю доступны различные инструменты анализа. Пользователь может менять порядок слоев по своему усмотрению, а также задавать различную степень прозрачности слоя. Кроме того, существует инструмент под названием «шторка», который позволяет показать только часть выбранного слоя и изменять размер этой части и направление показа. Используя этот инструмент, можно, например, сравнить данные полученные в разные моменты времени. Также в интерфейсе присутствует инструмент для измерения расстояний по карте («линейка»), который в случае необходимости поможет оценить площадь повреждения или расстояние.

В настоящее время идет разработка функций, которые позволят работать с произвольными областями изображений и производить их анализ, они позволят пользователям, например, оконтуривать произвольные полигоны и рассчитывать их различные характеристики. В частности это позволит оценивать характеристики зон повреждений лесов.

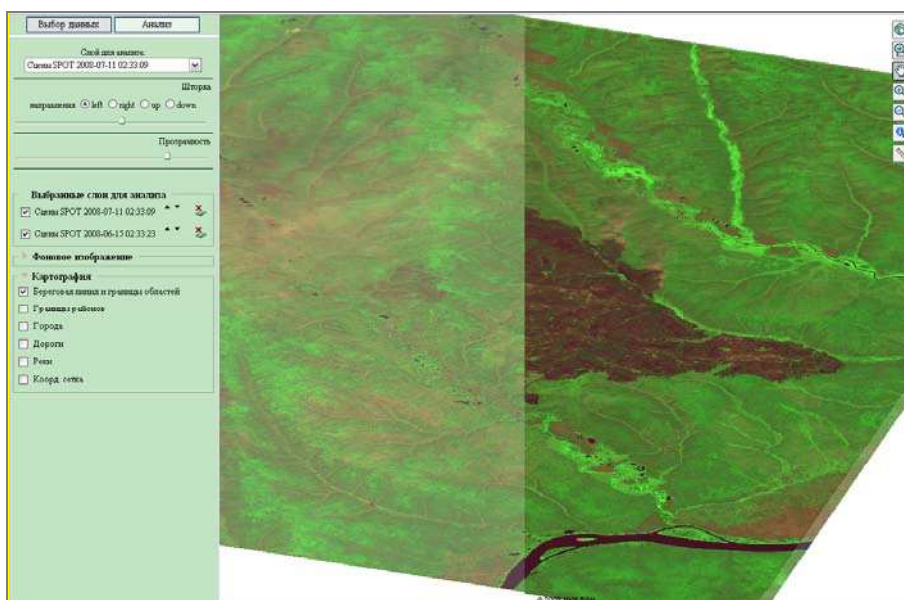


Рис.11. Общий вид интерфейса анализа. Пример совместного анализа двух снимков высокого разрешения, сделанных до и после пожара

Отметим также, что для детального анализа данных в системе лесопатологического мониторинга используются специализированные рабочие места, созданные на основе ГИС. Поэтому на информационном сервере системы лесопатологического мониторинга реализован также механизм импорта данных в такие ГИС.

В заключение отметим, что в настоящее время обсуждаемая в работе система представления данных в основном рассчитана на работу с данными дистанционного зондирования и результатами их обработки. В тоже время, значительное число параметров и характеристик состояния лесов, необходимых для анализа и идентификации типа и характера повреждений, могут быть получены только в результате наземных обследований. Поэтому в дальнейшем планируется также интегрировать в систему представления данных блоки, которые обеспечат возможность работы и с такой информацией.

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 объектов и явлений. Сб. научн. статей. М.: GRANP polygraph, 2005. Т. 1. С. 20-29.
2. *Барталев С.А., Егоров В.А., Луян Е.А., Уваров И.А.* Оценка площади повреждений наземных экосистем Северной Евразии пожарами в 2001-2003 годах по спутниковым данным инструмента SPOT-Vegetation // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научн. статей. М.: GRANP polygraph, 2005. Т. 2. С. 354-366.
3. *Девятова Н.В. Еришов Д.В.* Съёмка MODIS/TERRA в мониторинге вспышек массового размножения очагов насекомых-вредителей // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сб. научн. статей. М.: GRANP polygraph, 2005. Т. 2. С. 262-266.
4. *Акаткин Ю.М., Ефремов В.Ю., Луян Е.А., Полищук А.А., Прошин А.А., Толтин В.А., Флитман Е.В.* Возможности удаленной работы с данными системы дистанционного мониторинга сельскохозяйственных земель МСХ РФ // Настоящий сборник.