

Информационная система космического мониторинга санитарного состояния лесов ВЕГА-лесопатолог

И.А. Уваров¹, Д.В. Ершов², А.М. Крылов³, С.А. Барталев¹, Е.А. Лупян¹

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

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

³ Федеральное агентство лесного хозяйства
115184 Москва, ул. Пятницкая 59/19
E-mail: amkrylov@gmail.com

Данная статья посвящена описанию возможностей информационной системы «Вега-лесопатолог», созданной на основе спутникового сервиса Вега, ориентированного на решение задач мониторинга растительного покрова и Информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ Рослесхоз). В статье описываются основные задачи и особенности информационной системы «Вега-лесопатолог» и обсуждаются возможности ее использования для решения задач санитарного мониторинга лесов.

Ключевые слова: мониторинг санитарного состояния лесов, спутниковые изображения, сервис ВЕГА.

Введение

На состояние и динамику лесов в России, их породно-возрастную структуру оказывают воздействие разные неблагоприятные факторы биотического и абиотического характера. К часто встречающимся негативным природным явлениям в России относятся лесные пожары, массовые размножения насекомых-вредителей, ураганные ветра, длительная засуха, снеголомы, наледь и ряд других (Исаев и др., 1995). Эти явления часто приводят к снижению и утрате биологической устойчивости насаждений, частичной или полной их гибели. Во многих случаях оперативное выявление поврежденных участков леса и оценка их реального состояния древостоев может позволить провести эффективные мероприятия по защите лесов и/или их восстановлению. В тоже время несвоевременное получение объективной информации о негативных изменениях в лесах может привести к снижению эффективности лесозащитных мероприятий. Так, например, в лесах Московской области результатом именно длительной засухи и лесных пожаров летом 2010 года явилось сильное ослабление устойчивости еловых насаждений и активное заселение их стволовым вредителем короедом-типографом. Использование дистанционных методов лесопатологического мониторинга позволило оперативно организовать наземное обследование и назначение санитарно-оздоровительных мероприятий в поврежденных участках (Обзор лесопатологического..., 2010).

Сегодня одним из наиболее эффективных, а главное оперативных и объективных источников информации о состоянии лесов становятся спутниковые системы наблюдения. В настоящее время активно развиваются различные методы и технологии, позволяющие проводить оценки состояния лесов и выявлять происходящие в них повреждения (Барталев

и др., 2011, Егоров, 2006, Барталев и др., 2005, Лупян, Мазуров и др., 2011). Активно также ведутся работы по созданию информационных систем дистанционного мониторинга окружающей среды, природных и антропогенных объектов (Абушенко и др., 2000). Все это позволило специалистам ФБУ «Рослесозащита», Института космических исследований (ИКИ РАН) и Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов (ЦЭПЛ РАН) в 2011 году создать на базе спутникового сервиса ВЕГА (Барталев и др., 2012) специализированную информационную систему «ВЕГА-лесопатолог», ориентированную на решение задач дистанционного мониторинга санитарного состояния лесов. Система введена в опытную эксплуатацию на примере Московской области.

Настоящая работа посвящена рассмотрению основных задач, которые ставятся перед подобными системами, и описанию ее основных элементов и методик возможного использования при проведении мониторинга санитарного состояния лесов.

Цели и задачи информационной системы

Основной целью системы является обеспечение информацией дистанционного мониторинга для решения задач по выявлению, анализу и интерпретации участков нарушения лесов и оценки их санитарного состояния. Для этого необходимо создать удобный инструмент работы с различной информацией, обеспечивающий:

- ведение архивов результатов обработки спутниковых данных, необходимых для решения поставленных задач (в том числе, и технологии постоянной актуализации данных);
- взаимодействие с информационными ресурсами, использующимися для решения задач лесопатологического мониторинга (в первую очередь с архивами материалов наземного лесопатологического обследования);
- анализ различной (в основном картографической) информации, полученной как на основе спутниковых данных, так и на основе материалов наземных лесопатологических обследований.
- получение с помощью специальных инструментов и методик комплексной информации о санитарном состоянии лесов.

Структура и основные возможности системы

В качестве основы для системы «Вега-лесопатолог» был выбран спутниковый сервис «ВЕГА» (Барталев и др., 2012, Лупян, Савин и др., 2011), ориентированный на решение задач дистанционного мониторинга состояния растительности. Система также создавалась с учетом возможности получения различной специализированной спутниковой информации, предоставляемой Информационной системой дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз (Коровин и др., 2010, Лупян и др., 2004, Барталев и др., 2008). Базируется система на технологиях сбора, обработки, архивации и представления данных, разработанных в последние годы в ИКИ РАН (Галеев и др., 2005, Егоров и др., 2004, Ефремов и др., 2004а, Ефремов и др., 2007, Андреев и др., 2004, Толпин и др., 2011, Ефремов и др., 2004б).

Выбор основы для создания системы позволил использовать уже имеющуюся функциональность работы с данными, а также накопленные многолетние архивы данных и действующую схему постоянного обновления архивов дистанционных наблюдений.

В то же время, для того, чтобы решать поставленные перед системой задачи, были включены дополнительные функции, обеспечивающие возможность комплексного анализа данных наземного мониторинга или информационных спутниковых продуктов, например, безоблачных ежегодных композитных изображений серий спутников LANDSAT.

Кратко остановимся на основных базовых возможностях системы «Вега-Лесопатолог», которые были отработаны в спутниковом сервисе Вега и ИСДМ Рослесхоз.

К ним, в первую очередь, относятся накопленные в этих системах архивы спутниковых данных и результатов их обработки. В настоящее время Система «Вега-Лесопатолог» в основном ориентирована на использование информации, поступающей со спутников Terra, Aqua и LANDSAT. В системе доступны и постоянно обновляются различные информационные продукты, получаемые на основе этих данных в системах ИСДМ Рослесхоз и Вега (например, карты растительности наземных экосистем и группы преобладающих лесных пород, различные вегетационные индексы, информация об активных пожарах, площадях, пройденных огнем, степени повреждения и т.д.). В системе также доступна информация из архивов ИСДМ Рослесхоз, полученная со спутников SPOT 2/4 (20 м), RapidEye (5 м).

«Вега-Лесопатолог» наполнена также различной специализированной тематической информацией, которая может быть полезна для оценки и анализа состояния лесов, в том числе картографической и метеорологической.

Базовый функционал системы «Вега-Лесопатолог» фактически основан на возможностях спутникового сервиса «Вега» по доступу и тематическому анализу спутниковых данных различного пространственного и временного разрешения. Они позволяют выбирать и анализировать различные типы данных и их продуктов, оценивать состояние природных и лесных объектов, производить сравнение различных данных, выбирать и анализировать ряды вегетационных индексов в произвольных точках и на определенных пользователем объектах. Детальное описание основных возможностей спутникового сервиса Вега и ИСДМ Рослесхоз можно найти в работах (Барталев и др., 2012, Барталев и др., 2008, Ефремов и др., 2011). Поэтому в настоящей работе мы остановимся только на нескольких примерах возможности использования базовой функциональности для решения задач оценки санитарного состояния лесов.

Одной из полезных и наиболее востребованных групп инструментов являются возможности анализа разновременных изображений. Например, можно выбрать данные по исследуемой территории за разные годы (месяцы и т.п.) и проанализировать произошедшие изменения с помощью механизмов «шторка» (рис. 1) или цветного синтеза разновременных изображений (рис. 2). При этом за счет различных методов гистограммной коррекции спутниковых изображений можно добиться наибольшего контраста между здоровыми и поврежденными участками леса, а также подобрать наиболее качественную для наблюдателя цветопередачу участков изменений в лесном покрове. Это упрощает работу лесопатолога по определению границы между здоровым и поврежденным лесным массивом при визуальном дешифрировании космического снимка.

Важной является также возможность работы с информацией о лесных пожарах, площадях, пройденных огнем, и оценкой повреждений лесного покрова, полученной на основе спутниковых данных. При этом для одной гари в системе доступны различные виды информации. Например, информация о динамике лесного пожара на основе активного горения и степени повреждения огнем лесной растительности. Данную информацию специалисты лесопатологи могут использовать при планировании наземных обследования площадей, пройденных пожарами.

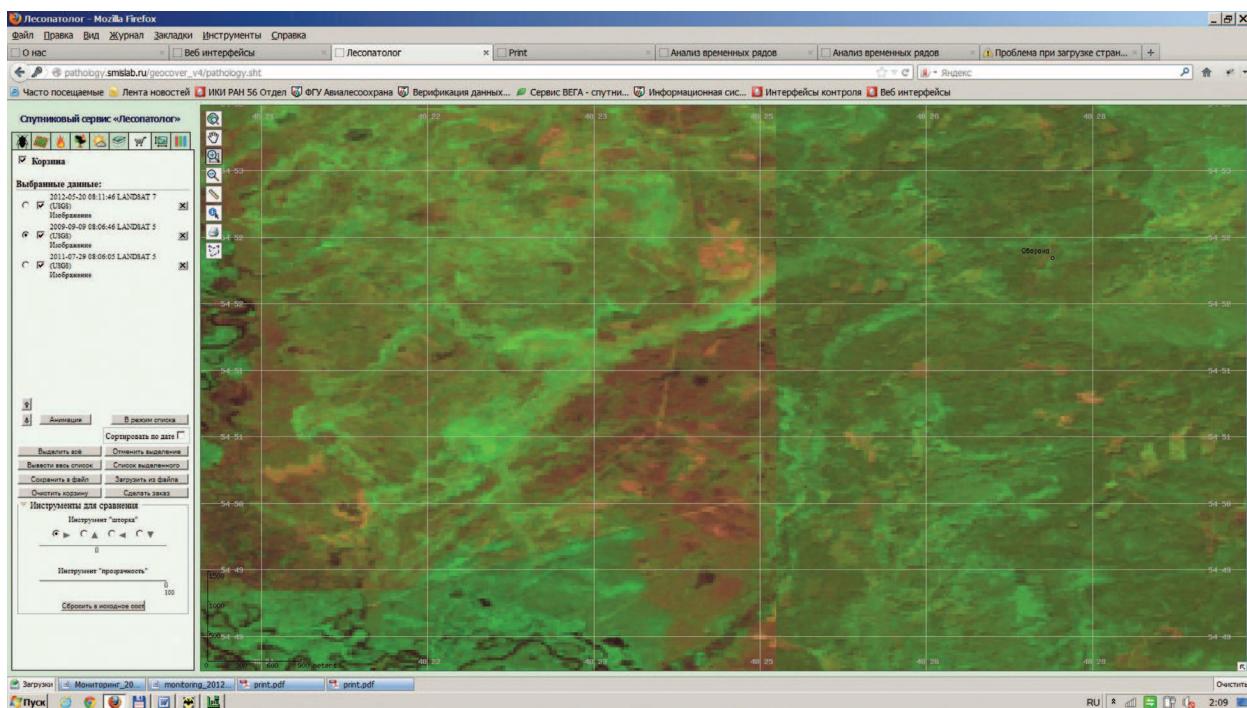


Рис. 1. Сравнения разновременных изображений с помощью инструмента «шторка» на примере анализа гари от пожара 2010 года в Рязанской области

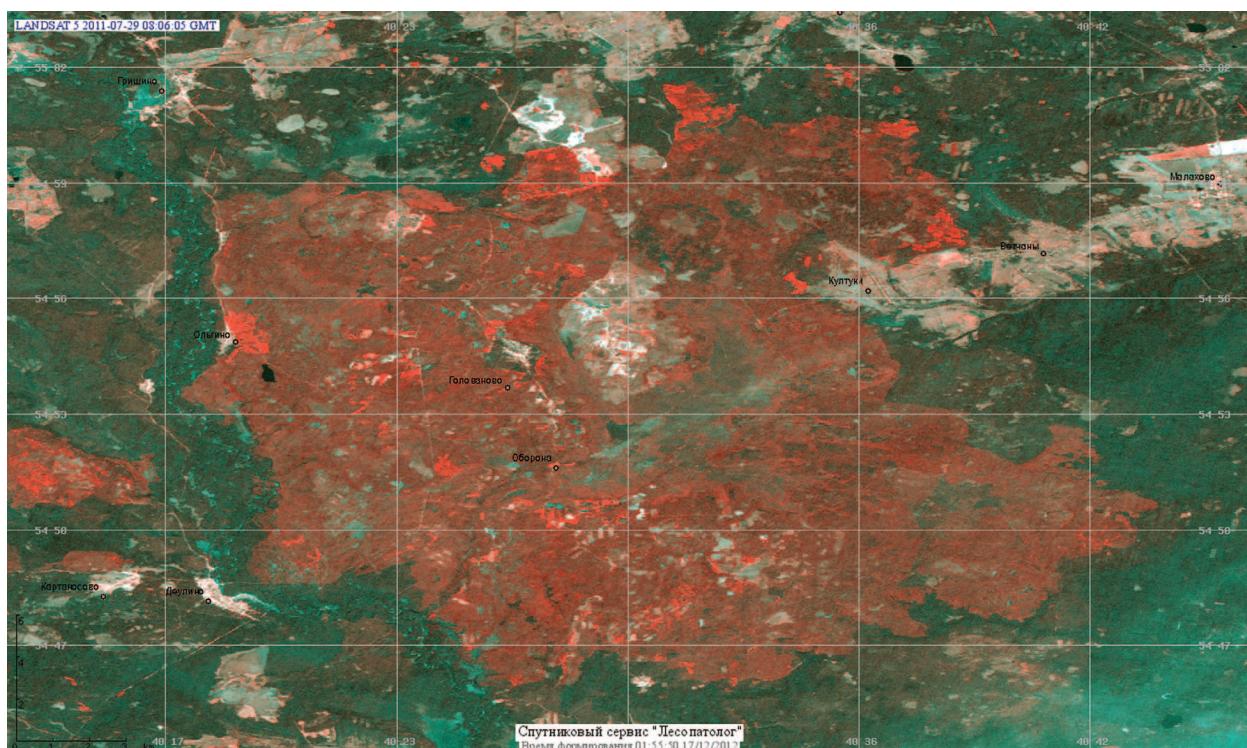


Рис. 2. Цветосинтез разновременных изображений гари на месте пожара 2010 года в Рязанской области, получен по данным Landsat 2009 и 2012 годов. Хорошо видны зоны сильных изменений лесного покрова (красный цвет)

Достаточно важными являются также возможности работы с метеорологической информацией. Они дают лесопатологу возможность получить пространственное распределение таких метеорологических показателей, как температура воздуха и осадки за любую дату вегетационного сезона. В дальнейшем на основе этой информации могут рассчитываться

индексы для оценки засушливости вегетационных сезонов, выявления экстремальных погодных условий и экспресс прогноза состояния лесной растительности.

При развитии системы будут учитываться требования энтомологов к наиболее важным показателям, а именно (Исаев и др., 2012):

- Климатические показатели (многолетние средние оценки метеорологических показателей по всем метеостанциям страны: индексы засухи, гидротермический коэффициент и др.) необходимы для проведения (корректировки) лесоэнтомологического районирования, разделения территории в зависимости от степени вредоносности насекомых, составления фоновых прогнозов развития очагов во времени и пространстве. Районирование позволяет прогнозировать степень риска возникновения очагов насекомых для принятия решений по защите леса и их корректировки для выбора стратегии защиты конкретных насаждений.

- Ежегодный пространственный анализ отклонения метеорологических характеристик от нормы позволяет выявить те экстремальные погодные явления, которые существенно влияют на численность вредителей, и определить их территориальную приуроченность. Эта информация является основой прогнозирования распространения очагов насекомых.

- Анализ временных рядов дает возможность оценить сопряженность динамики метеорологических показателей и параметров популяции насекомых, а также определить отклонения в погодной ситуации, существенно влияющие на динамику численности насекомых (смертность, плодовитость и др.). На этой основе оценивается вероятность начала массового размножения вредителей и изменения их численности в конкретных ландшафтно-географических условиях.

В систему «Вега-лесопатолог» введены также различные дополнительные возможности, ориентированные на решение задач мониторинга санитарного состояния лесов. В первую очередь в систему добавлена возможность работы с данными, позволяющими детально анализировать состояния лесного покрова и происходящих в нем изменений. Так, например, в систему добавлены следующие данные:

- безоблачные летние композиты на основе данных Landsat территории Московской области за период с 2009 по 2011 гг. (территория Московской области является тестовой для проведения опытной эксплуатации «Вега-Лесопатолог»). Для построения данных была использована специальная технология, описанная в (Белова и др., 2011);

- карта растительности по территории Московской области, полученная на основе данных спутников LANDSAT по данным 2010 года (Гаврилюк и др., 2012). Для построения данной карты был использован алгоритм локально-адаптивной классификации (Барталев и др., 2005);

- безоблачные композиты коротковолнового индекса SWVI (Барталев, Егоров и др., 2012);

- данные по участкам нарушения лесов Московского региона, выявленных автоматизированным методом на основе анализа разновременных коротковолновых вегетационных индексов SWVI на основе спутниковых изображений высокого разрешения LANDSAT. Выявленные участки нарушения лесов по спутниковым данным классифицируются на четыре класса, а именно неверифицированные участки нарушений, визуально верифицированные, верифицированные наземным обследованием и ошибочно выявленные нарушения. Эта классификация позволяет лесопатологу при анализе корректировать выявленные участки автоматизированным методом с целью повышения достоверности площадей поврежденных

насаждений в регионе. При этом могут проводиться наземные обследования и в процессе проверок вносятся изменения в базу данных нарушений текущего года;

- данные наземных обследований на пунктах постоянных наблюдений наземного лесопатологического мониторинга по тестовому региону (Московская область).

Также в систему «Вега-Лесопатолог» введена возможность работы с участками, на которых выявлены нарушения лесов. Для этого создана специализированная база данных (БД), обеспечивающая хранение информации о таких участках (в том числе, информацию временной динамики различных вегетационных индексов, отражающих состояние растительности на этих участках). В системе реализована возможность занесения таких участков, как по результатам визуального анализа спутниковой информации внутри системы, так и по результатам независимой автоматизированной обработки спутниковых данных. Участки также могут быть введены и на основе данных наземных обследований.

Для любого участка, введенного в систему, строятся на основе спутниковых данных многолетние ряды вегетационных индексов, которые позволяют, в частности, анализировать состояние растительности на данном участке леса. Для участка могут быть введены также и различные характеристики, например: вероятная причина повреждений, источник и способ получения информации о повреждениях и т.д.

Возможности использования системы «Вега-Лесопатолог» для оценки санитарного состояния лесов

Для использования спутникового сервиса «Вега-лесопатолог» начата разработка методических рекомендаций по визуальному дешифрированию космических изображений и выявлению нарушенных участков леса. Следует отметить, что сервис предполагается использовать как дополнительный инструмент в работе лесопатологов и, безусловно, предоставляемая им информация должна использоваться совместно с информацией лесопатологической таксации и материалами наземных обследований. Основными задачами сервиса являются уточнение границ выявленных участков повреждения лесного покрова и выявление зон, в которых возможно повреждение лесного покрова, для планирования перспективных обследований.

При этом предполагается, что для обучения специалистов, которые должны выявлять и картографировать зоны изменения будет использован некоторый набор зон изменения (эталонов). Этапоны набираются по данным лесопатологической таксации и обследований, используются специально заложенные пробные площади. Отобранные эталоны опознаются на снимках, на которых предполагается вести работы, на этих участках подбирается оптимальный синтез каналов, настройки яркости и контраста. При анализе снимков Landsat, как правило, используется синтез 5-4-3. Для снимков без среднего ИК (например, SPOT, ALOS AVNIR, ASTER) хорошо использовать синтез 4-3-2. Однако при совместном использовании этих снимков с Landsat для того, чтобы не переключаться с одной шкалы цветовых признаков на другой удобно применять синтез 3-4-2, обладающий визуальным сходством с 5-4-3. Для изображений спутника Rapid Eye – хорошая комбинация каналов – 2-5-3.

На первом этапе работ производят предварительный осмотр всей территории, выявляют наиболее пораженные участки, выясняют закономерности расположения участков по территории. Для обнаружения поврежденных насаждений могут использоваться следующие инструменты анализа данных, реализованные в системе:

- цветовой синтез разновременных изображений;
- «просвечивание» разновременных изображений (инструмент, позволяющий проявить одно изображение на фоне другого);
- «шторка».

Отметим, что инструмент «Шторка» позволяет анализировать изменения еще удобнее – путем медленного и постепенного переключения снимка до повреждения на снимок после повреждения. Таким образом, повреждение можно рассмотреть более детально, увидеть границы и особенности. Роль этих приемов особенно важна при первоначальном обнаружении района с массовым повреждением. При достаточно характерных многочисленных нарушениях применяется распознавание участков по последнему снимку с последующей выбраковкой нелесных участков и старых вырубок по старому снимку. В случае наличия безоблачных изображений и маски леса весьма эффективно применение многовременных композитов. Следует учитывать, что наиболее информативными композитами являются композитные изображения, полученные на основе комбинации индексов SWVI и NDVI, а также средних ИК каналов до и после повреждения.

Поврежденные пожарами участки леса хорошо заметны на спектрозональных снимках, однако при оценке степени повреждения или гибели древостоя необходимо учитывать повреждение живого напочвенного покрова и динамику его возобновления, которая накладывается на динамику повреждения насаждения. Для визуального дешифрирования таких повреждений наиболее эффективно использовать синтез красного, ближнего и среднего ИК каналов или зеленого, красного и ближнего ИК каналов. Этот синтез позволяет качественно оценивать состояния крон деревьев и степень повреждения огнем лесных насаждений. Следует также отметить, что при дешифрировании насаждений поврежденных пожарами для обнаружения участков может быть также использована информация о границах площадей, пройденных огнем, полученная на основе данных об активном горении и повреждения растительности на основе данных MODIS и LANDSAT. Эта информация поступает в систему «Вега-Лесопатолог» из ИСДМ Рослесхоз и спутникового сервиса Вега. Также должна учитываться и информация о степени повреждения лесного покрова, поступающая из этих систем. Следует отметить, что данная информация при наличии эталонных пробных площадей может в последствии уточняться.

При дешифрировании ветровалов на снимках вначале определяется общий район повреждения насаждений ураганным ветром. Для обнаружения ветровала, прежде всего, необходимо обращать внимание на характерную вытянутую форму. После обнаружения участка ветровала необходимо определить его направление. При визуальном анализе других частей снимка важно сопоставлять обнаруженные места изменений в лесном покрове с этим направлением. Это позволит повысить эффективность выявления всех участков ветровала на космическом снимке.

Очаги стволовых вредителей, как правило, развиваются постепенно. Небольшие очаги имеют округлую форму. Более крупные участки образуются часто смыканием нескольких небольших куртин и имеют неправильную форму. Количество куртин обратно пропорционально их размеру. В смешанных насаждениях видны вкрапления неповрежденных пород. Также часто стволовые вредители повреждают кромки лесосек, края ветровалов. Важно уметь отделять очаги стволовых вредителей от прогалин в лесу, часто меняющих свой цвет в зависимости от сезона. Для этого необходимо внимательно анализировать снимок до повреждения с целью учета дешифровочных признаков повреждаемой вредителем породы.

Также следует учитывать при дешифрировании снимков то, что дехромация (изменение окраски хвои/листвы) и дефолиация (потеря хвои/листвы) происходят часто не сразу после «заселения» дерева насекомым-вредителем, а по прошествии несколько месяцев. Так что очаги могут проявляться на снимках через полгода после начала лёта стволовых вредителей. Типичная задержка между заселением и дехромацией /дефолиацией крон, характерная для данных насаждений и вредителя, должна быть уточнена по наземным данным. Исходя из этой задержки и фенологии вредителя определяются сроки съемки. В ряде случаев целесообразно проводить дешифрирование несколько раз за сезон.

Следует отметить, что на стадии становления системы особое внимание следует уделять верификации получаемых результатов. Для этого необходимо использовать полученные с помощью системы данные при планировании лесопатологических таксаций и обследований. Подобные работы планируется провести в тестовых регионах на этапе опытной эксплуатации системы.

Текущее состояние и перспективы развития

В настоящий момент система введена в опытную эксплуатацию для территории Московской области. На основе имеющихся в системе данных в настоящее время, в частности, проводится оценка масштабов усыхания еловых насаждений в лесах Московской области, которые произошли в 2011 и 2012 годах. Эти усыхания вызваны в первую очередь засухой 2010 года. Полученная информация в дальнейшем может быть использована для проектирования санитарно-оздоровительных мероприятий, а также мониторинга и контроля данных мероприятий.

Следует отметить, что система достаточно легко может быть расширена для работы с информацией, покрывающей практически всю лесную территорию Российской Федерации. Базовая информация, необходимая для такого расширения, уже сегодня имеется в ИСДМ Рослесхоз (Барталев идр., 2010) и на спутниковом сервисе Вега (Лупян, Савин и др., 2011).

С учетом того, что все инструменты работы с данными в системе «Вега-Лесопатолог» ориентированы на работу удаленных пользователей, то система может быть расширена для использования не только в тестовом регионе (Московская область), но и на всю территорию Российской Федерации. На наш взгляд, уже сегодня имеющаяся информация может использоваться при планировании лесопатологических обследований.

Литература

1. Абушенко Н.А., Барталев С.А., Беляев А.И., Еришов 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 // Наукомкие технологии. 2000. Т. 1. № 2. С. 4-18.
2. Андреев М.В., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Наглин Ю.Ф., Прошин А.А., Флитман Е.В. Построение интерфейсов для организации работы с архивами спутниковых данных удаленные пользователей // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2004. Выпуск 1. С. 514-520.
3. Барталев С.А., Егоров В.А., Еришов Д.В., Исаев А.С., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Уваров И.А. Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектрорадиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т.8. № 4. С. 285-302.

4. Fraser R.H., Li Z., and Landry R. SPOT VEGETATION for characterising boreal forest fires // International Journal of Remote Sensing, 2000. 21, 3525–3532.
5. Барталев С.А., Еришов Д.В., Коровин Г.Н., Котельников Р.В., Лупян Е.А., Щетинский В.Е. Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров (состояние и перспективы развития) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2008. Т. 5. № 2. С. 419-429.
6. Барталев С.А., Еришов Д.В., Коровин Г.Н., Котельников Р.В., Лупян Е.А., Щетинский В.Е. Основные возможности и структура информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ Рослесхоз) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. № 2. С.97-105.
7. Барталев С.А., Еришов Д.В., Лупян Е.А., Толпин В.А. Возможности использования спутникового сервиса ВЕГА для различных задач мониторинга наземных экосистем // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012. Т.9. № 1. С. 49-56.
8. 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 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2005. Т. 2. № 2. С. 354-366.
9. Барталев С.А., Исаев А.С., Лупян Е.А. Современные приоритеты развития мониторинга boreальных экосистем по данным спутниковых наблюдений // Сибирский экологический журнал. 2005. Т. 12. № 6. С. 1039-1054.
10. Белова Е.И., Еришов Д.В.. Предварительная обработка временных серий изображений Landsat-TM/ETM+ при создании безоблачных композитных изображений местности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т. 8. № 1. С. 73-82.
11. Гаврилюк Е.А., Еришов Д.В. Методика совместной обработки разносезонных изображений Landsat-TM и создания на их основе карты наземных экосистем Московской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012. Т.9. № 4. С. 15-23.
12. Галеев А.А., Прошин А.А., Еришов Д.В., Тащилин С.А., Мазуров А.А., Лупян Е.А. Организация хранения данных спутникового мониторинга лесных пожаров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2005, С. 367-371.
13. Егоров В.А., Барталев С.А., Лупян Е.А., Уваров И.А. Мониторинг повреждений растительного покрова пожарами по данным спутниковых наблюдений // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2006. № 2. С. 98-109.
14. Егоров В.А., Ильин В.О., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин Р.Р., Флитман Е.В. Возможности построения автоматизированных систем обработки спутниковых данных на основе программного комплекса XV_SAT // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2004 № 1. С. 431-436.
15. Ефремов В.Ю., Балашов И.В., Котельников Р.В., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Толпин В.А., Уваров И.А., Флитман Е.В. Объединенный картографический интерфейс для работы с данными ИСДМ-Рослесхоз // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т.8. № 3. С.129-139.
16. Ефремов В.Ю., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В. Оптимизированная система хранения и представления географически привязанных спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2007. Т.4 № 1. С.125-132.
17. Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В. (2004а) Технология построения автоматизированных систем хранения спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2004. Выпуск 1. С.437-443.
18. Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В. (2004б) Управление и контроль работоспособности систем автоматизированной обработки спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2004. Выпуск 1. С. 467-475.
19. Исаев А.С., Коровин Г.Н. и др. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России / Аналитический обзор // М.: Центр экологической политики России. 1995, 155 с.
20. Исаев А.С., Лямцев Н.И., Еришов Д.В. Контроль численности лесных насекомых в системе ле-

- соэктомологического мониторинга // Биоразнообразие лесных экосистем. Издательство КМК. Москва. 2012 (в печати)
21. Коровин Г.Н., Котельников Р.В., Лупян Е.А., Щетинский В.Е. Основные возможности и структура информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ Рослесхоз) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2010. Т.7. № 2. С.97-105.
 22. Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В., Крашенинникова Ю.С. Технологии построения информационных систем дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 26-43.
 23. Лупян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Технология построения автоматизированных информационных систем сбора, обработки, хранения и распространения спутниковых данных для решения научных и прикладных задач // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2004. Выпуск 1. С. 81-88.
 24. Лупян Е.А., Савин И.Ю., Барталев С.А., Толгин В.А., Балашов И.В., Плотников Д.Е. Спутниковый сервис мониторинга состояния растительности («ВЕГА») // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 190-198.
 25. Обзор лесопатологического и санитарного состояния лесов в 2009 году в Московской области и прогноз лесопатологической ситуации на 2010 год –Пушкино: ФГУ «Рослесозащита» 2010.
 26. Толгин В.А., Балашов И.В., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Прошин А.А., Уваров И.А., Флитман Е.В. Создание интерфейсов для работы с данными современных систем дистанционного мониторинга (система GEOSMIS) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т.8. № 3. С.93-108.

Information system of satellite monitoring of forest health condition “VEGA-Lesopatolog”

I.A. Uvarov¹, D.V. Ershov², A.M. Krylov³, S.A. Bartalev¹, E.A. Lupian¹

¹ Space Research Institute of Russian Academy of Sciences
117997, Moscow, Profsoyuznaya str, 84/32
E-mail:: smis@smis.iki.rssi.ru

² Center for Forest Ecology and Productivity of Russian Academy of Sciences (CFEP RAS)
117997, Moscow, Profsoyuznaya str, 84/32
E-mail: ebch@cepl.rssi.ru

³ Federal Forest Agency
115184 Moscow, Pyatnizkaya str. 59/19
E-mail: amkrylov@gmail.com

This paper describes the system for distributed satellite data processing products archives operation implemented in the regional centers of SRC “Planeta”. Basic tasks and requirements for the system are given along with the general structure of the system and its basic blocks description. Particular attention is paid to the distributed satellite data archives creation and access methods. Another important topic described in the paper is the structure and the capabilities of the cartographic web interface for data access and analysis. The conclusion of the paper gives the ways of the system further development.

Keywords: satellite data, distributed archives, information systems, monitoring systems, automated systems development technologies, data access interfaces.