

О.В. БРОВКИНА, Ф. ЗЕМЕК

ОЦЕНКА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОБСТАНОВКИ В ЛЕСАХ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Бровкина О.В., Земек Ф. Оценка противопожарной обстановки в лесах на основе обработки материалов дистанционных наблюдений.

Аннотация. Предложен комплексный подход на основе обработки материалов авиационной и/или космической съемки для решения задач, направленных на организацию профилактических мероприятий и устранение выявленных нарушений в лесном хозяйстве с целью оценки противопожарной обстановки в лесах.

Ключевые слова: материалы дистанционных наблюдений, автоматизированная и интерактивная обработка снимков, профилактические мероприятия противопожарной обстановки.

Brovkina O.V., Zemek F. Risk prediction of forest fires based on the Remote sensing data.

Abstract. A combined approach based on the remote sensing data treatment is proposed for the fire prevention activities planning, forestry disturbances elimination and risk prediction of forest fires.

Keywords: remote sensing data, automatic and interactive treatment of imagery, fire prevention activities.

1. Введение. Основными источниками возникновения и распространения пожаров в лесах являются нарушения правил обращения с огнем и содержания территорий. В результате пожара снижаются защитные и водоохранные свойства леса, уничтожается фауна, нарушается баланс экосистем.

В настоящее время для контроля лесных пожаров специалистами ИТЦ «СКАНЭКС» разработан интерактивный интернет-ресурс <http://fires.kosmosnimki.ru>, использующий в качестве основных источников данных космические снимки. Тематические слои сервиса позволяют определять координаты источника возгорания, номер лесного квартала, выявить землепользователя территории, планировать операции по тушению с привлечением крупномасштабной топографической основы и сведений о направлении и силе ветра. Специальный модуль позволяет создавать предупреждения при приближении пожара к границам населенных пунктов и особо охраняемых природных территорий. В связи с возможностью подключения космических снимков в реальном времени, можно осуществлять мониторинг развития пожара, определять площадь гари и вести расчет эколого-экономического ущерба. Принимая во внимание перечисленные достоинства сервиса, следует отметить существенный

недостаток – нерешенной остается задача оценки противопожарной обстановки в лесах с целью прогнозирования и предупреждения возникновения пожара.

Для большинства регионов России снижение вероятности возникновения лесных пожаров является актуальной задачей, включающей в себя организацию профилактических мероприятий и устранение выявленных нарушений в лесном хозяйстве. В статье предлагается решение поставленной научно-технической задачи с использованием методического подхода, основанного на обработке материалов дистанционных и наземных наблюдений.

2. Материалы и методы Методическая схема оценки противопожарной обстановки в лесах на основе материалов дистанционных наблюдений состоит из следующих задач:

- анализ требований нормативных документов, формирование требований к контролируемым параметрам;
- анализ материалов лесоустройства, формирование требований к материалам съемки;
- анализ архивных материалов съемки, формирование требований к перспективным материалам съемки;
- планирование и выполнение съемочных работ и тестовых наземных измерений;
- тематическая обработка материалов съемки, разработка тематических слоев цифровой карты, определение числовых значений контролируемых параметров.

Исходными данными для оценки противопожарной обстановки в лесах являются:

- материалы съемки и результаты тестовых наземных измерений;
- материалы лесоустройства;
- цифровая карта местности;
- нормативные документы (требования противопожарной безопасности).

К материалам съемки (архивной или новой) относятся авиационные и/или космические данные, удовлетворяющие приведенным требованиям (см. таблицу).

Тестовые наземные измерения получают в ходе заверки на местности результатов тематической обработки авиационных и/или космических данных или с целью уточнения таксационных показателей древостоев.

Цифровая карта местности (топографическая основа) должна соответствовать масштабу М 1:100000 или крупнее.

В ходе выполнения работ по оценке противопожарной безопасности необходимо руководствоваться материалами последнего лесоустройства и актуальными нормативными документами [1,2].

Таблица 1. Требования к материалам дистанционных наблюдений

Задача	Спектральный диапазон, мкм	Линейное разрешение на местности, м	Периодичность съемки
Определение породного состава	0,4-0,7	Не хуже 0,6	1 раз в 5 лет
Контроль наличия ветровалов и сухостоев	0,4-0,7 PAN	Не хуже 0,6	1 раз в год
Контроль содержания мест рубок	0,4-0,7 PAN	Не хуже 0,6	По наступлению события
Контроль противопожарных барьеров и минерализованных полос	0,4-0,7	Не хуже 0,6	1 раз в год
Контроль противопожарных дорог	0,4-0,7 PAN	Не хуже 1	1 раз в год
Контроль подъездных путей к противопожарному водоему	0,4-0,7 PAN	Не хуже 1	1 раз в год

Мониторинг лесопользования является предварительным этапом оценки противопожарной обстановки (рис. 1).



Рис. 1. Основные этапы оценки противопожарной обстановки в лесах на основе обработки материалов дистанционных наблюдений.

Мониторинг лесопользования включает актуализацию таксационного описания лесного выдела и выявление экологических нарушений в лесной экосистеме.

На основе обработки материалов авиационной и/или космической съемки актуализируют таксационные показатели: площадь выдела, высота древостоев первого яруса, породный состав, диаметр крон, запас сырораствующих древостоев на 1 га, запас сухостоя на выделе, запас редин, наличие захламлинностей [3, 4]. Вместе с тем, показатели представляют в виде атрибутивной таблицы тематического слоя таксационных выделов.

Основными нарушениями лесопользования являются незаконные рубки, неочищенные лесные территории от ветровальных, буреломных и погибших (сухостойных) деревьев [5]. Выявление рубок, ветровалов и сухостей осуществляется на основе метода автоматизированной обработки материалов дистанционной съемки. Результаты обработки представляются в виде тематических слоев цифровой карты с атрибутивной информацией, содержащей характеристики выявленных нарушений и предложения по минимизации ущерба лесной экосистеме.

Общая характеристика лесного участка содержит площади и породный состав лесных массивов (болот), оценку характеристик лесных массивов (запас древесины, возраст, стоимость) и сведения об особо охраняемых территориях и объектах. На основе общей характеристики лесного участка получают обобщенную оценку пожарной опасности.

Предпосылками возникновения лесного пожара являются наличие рубок, ветровалов, сухостей, свалок, захламлиний и загрязнений нефтепродуктами. Отмирающие сухостойные и ветровальные деревья, усиливающие опасность распространения лесных пожаров, вредителей и болезней леса, подлежат немедленной рубке (рис. 2).

Очистка мест рубок от порубочных остатков является обязательной при всех рубках леса и должна проводиться в соответствии с действующими правилами. Учитывая большое противопожарное значение этой меры, лесхозы обязаны обеспечить строгий контроль за ее выполнением. Ликвидация внелесосечной захламлинности должна производиться в первую очередь на противопожарных барьерах, расчленяющих хвойные массивы, в хвойных молодняках и насаждениях, прилегающих к железным, шоссейным, лесовозным и грунтовым дорогам широкого пользования, территориям огнеопасных производств и складов, а также в лесах зеленых зон (рис. 3).

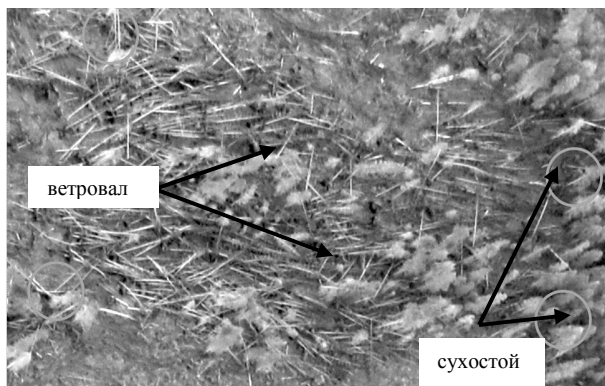


Рис. 2. Контроль наличия ветровальных и сухостойных деревьев по материалам аэросъемки.



Фрагмент аэроснимка

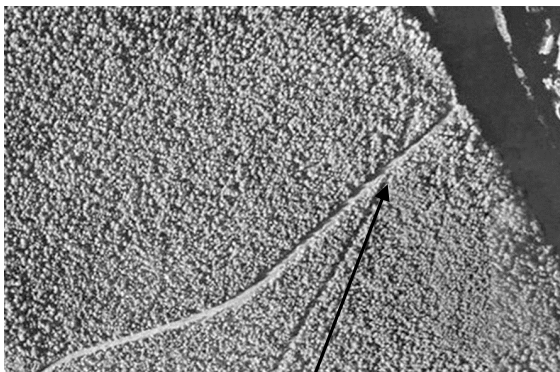


Наземная заверка

Рис. 3. Контроль очистки мест рубок по материалам космической съемки и наземным данным.

Профилактические мероприятия в лесах снижают вероятность возникновения пожара. Дистанционный мониторинг позволяет контролировать проведение профилактических мероприятий, к которым относятся: наличие естественных противопожарных барьеров (озера, реки с широкой затопляемой долиной, участки леса с преобладанием лиственных пород); искусственных противопожарных барьеров (автомобильные дороги, железные дороги, ЛЭП, трубопроводы) (рис. 4); минерализованных полос и полос разрыва.

Оценка готовности противопожарных служб учитывает наличие противопожарных дорог и водоемов и подъездных путей к ним, а также расчетное время прибытия к месту потенциального пожара.



Противопожарная дорога к реке

Рис. 4. Контроль наличия противопожарных дорог по материалам аэросъемки

Структурная схема комплекса программно-методических средств для решения задачи оценки противопожарной обстановки в лесах представлена на рис. 5. Входной информацией аналитического модуля являются материалы авиационных и/или космических наблюдений, наземных измерений, эталонные изображения, спектральные и текстурные признаки. Используя результаты автоматизированного и интерактивного дешифрирования материалов дистанционных наблюдений в аналитическом модуле формируются заключение о противопожарной обстановке лесной территории и рекомендации по устранению выявленных недостатков.



Рис. 5. Программно-методические средства

Заключение. Таким образом, разработанный методический подход оценки противопожарной обстановки на основе тематической обработки материалов дистанционных наблюдений и тестовых наземных измерений позволяет с высоким качеством решать широкий спектр практических задач в интересах лесопользования, а именно:

- актуализировать таксационные характеристики лесного выдела;
- получать сведения об оценке частных показателей и обобщенного состояния противопожарной обстановки;
- представлять результаты обработки материалов дистанционных наблюдений и наземных измерений в удобной пользователю форме в виде тематических слоев цифровых карт местности;
- создавать автоматизированные отчетные материалы о результатах тематической обработки материалов съемки;
- формировать предложения в план совершенствования противопожарной службы и план устранения выявленных недостатков.

Методический подход оценки противопожарной обстановки на основе тематической обработки материалов авиационной и/или космической съемки и тестовых наземных измерений был апробирован на участках лесной территории Ленинградской области. Расчет экономической эффективности выполненных работ показал, что применение материалов дистанционных наблюдений позволило снизить расходы, повысить достоверность и оперативность оценки противопожарной обстановки в лесах по сравнению с традиционной методикой оценки лесопожарной обстановки, проводимой только по наземным данным.

В продолжение решения поставленной научно-технической задачи планируется автоматизировать процедуры аналитического модуля.

Литература

1. «Об осуществлении государственного пожарного надзора в лесах» Положение утверждено Постановлением Правительства РФ от 3 августа 2010 г. № 595.
2. Правила пожарной безопасности в лесах. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 июня 2007 г. № 417. Об утверждении указаний по противопожарной профилактике в лесах и регламентации работы лесопожарных служб. Приказ Рослесхоза от 29.10.1993 г. № 289.
3. *Бровкина О.В.* Актуализация таксационных описаний леса на основе материалов дистанционных наблюдений: на примере лесного квартала Громовского лесничества Ленинградской области Сб. научных трудов «Актуальные проблемы лесного комплекса», Брянск, 2012 г. С.14
4. *Минаев В.Н., Леонтьев Л.Л., Ковязин В.Ф.* Таксация леса. С-Петербург: Лань, 2010г. 238 с.
5. *Сухих В.И.* Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. 392 с.

Бровкина Ольга Владимировна — к.т.н., старший научный сотрудник СПИИРАН. Область научных интересов: тематическая обработка материалов дистанционных наблюдений в интересах решения практических задач, экология. Число научных публикаций — 30. olgabrovkina@mail.ru, ВКА имени А.Ф. Можайского, ул. Красного курсанта, д. 13, г. Санкт-Петербург, 197198, Россия.

Brovkina Olga Vladimirovna — PhD, senior researcher, SPIIRAS . Research area: thematically treatment of the remote sensing data for the practical objects solutions. The number of publications—30. olgabrovkina@mail.ru, MMAA, St.Petersburg, 197198, Russia.

Франтишек Земек — к.т.н., старший научный сотрудник, начальник отдела Исследовательского центра глобальных изменений Академии наук Чешской Республики. Область научных интересов: географические информационные системы, дистанционное зондирование Земли, экология. Число научных публикаций — более 100. zemek.f@czechglobe.cz, ЧехГлоб, Белidla 986/4a, 603 00 Брно, Чешская Республика.

Frantisek Zemek — PhD, senior researcher of the Global Change Research Centre Academy of Science Czech Republic. Research area: GIS-technology, remote sensing, ecology. The number of publications—above 100, zemek.f@czechglobe.cz, CzechGlobe, Bělidla 986/4a, 603 00 Brno, Czech.

Поддержка исследований. Программы фундаментальных исследований ОНИТ РАН (проект №2.11), проекта ESTLATRUS 2.1/ELRI –184/2011/14 «Integrated Intelligent Platform for Monitoring the Cross-Border Natural-Technological Systems» (2012–2013 гг.), проекта ESTLATRUS/1.2./ELRI-121/2011/13 «Baltic ICT Platform».

Рекомендовано лабораторией информационных технологий в системном анализе и моделировании, зав. лабораторией заместитель директора СПИИРАН Соколов Б.В., д.т.н., проф.

Статья поступила в редакцию 27.04.2013.

РЕФЕРАТ

Бровкина О.В., Земек Ф. **Оценка противопожарной обстановки в лесах на основе обработки материалов дистанционных наблюдений.**

Снижение вероятности возникновения лесных пожаров является актуальной задачей для большинства регионов России. На основе обработки материалов дистанционных наблюдений и наземных измерений предложен подход к решению этой проблемы.

Методическая схема оценки противопожарной обстановки в лесах на основе материалов дистанционных наблюдений состоит из следующих задач:

- анализ требований нормативных документов, формирование требований к контролируемым параметрам;
- анализ материалов лесоустройства, формирование требований к материалам съемки;
- анализ архивных материалов съемки, формирование требований к перспективным материалам съемки;
- планирование и выполнение съемочных работ и тестовых наземных измерений;
- тематическая обработка материалов съемки, разработка тематических слоев цифровой карты, определение числовых значений контролируемых параметров.

Мониторинг изменений в лесах является предварительным этапом при осуществлении оценки противопожарной обстановки. Мониторинг изменений в лесах включает выявление несанкционированных рубок, ветровалов и сухостоев, а также актуализацию таксационного описания лесного выдела с определением площади территории, породного состава, высоты древостоев и диаметра крон.

Материалы дистанционных наблюдений позволяют контролировать меры противопожарной безопасности в лесах, такие как наличие барьеров, минерализованных полос и противопожарных дорог.

Программно-методический комплекс оценки противопожарной обстановки в лесах состоит из входной информации, автоматизированной обработки материалов дистанционных наблюдений, базы данных спектральных и текстурных признаков типовых элементов ландшафта и нормативной документации. Выходной информацией программно-методического комплекса является оценка противопожарной обстановки лесной территории и рекомендации по устранению выявленных нарушений.

На основе разработанного подхода проведена оценка противопожарной обстановки на участке лесной территории Ленинградской области и доказана экономическая эффективность применения материалов дистанционных наблюдений.

SUMMARY

Brovkina O.V., Zemek F. **Risk prediction of forest fires based on the Remote sensing data.**

Decrease forest fire probability is an actual issue for the majority Russian regions. It is proposed the solution based on the remote sensing (RS) data and ground measures treatment in the paper.

The methodical scheme of the risk prediction of the forest fires based on the RS data consists of the follow tasks:

- normative document requirement analysis, forming of the controlled parameters requirements;
- forest regulation documents analysis, forming of the data requirements;
- remote sensing archival data analysis, forming requirements for the perspective data;
- planning and remote sensing and ground measures acquisition;
- remote sensing data thematically treatment, the design of the thematically layers of the digital map, the numeric value of the controlled parameters determination.

The forest usage monitoring is to be the preliminary stage for the risk prediction of the forest fires. The forest usage monitoring includes the forest estimation actualization at once ecological forest disturbances detection (illegal disafforestation, windfalls, and dead trees). The forest estimation assays the square of the area, the tree stand height, the species composite, the crone diameter, stand tree, dead tree and clearing stocks. Moreover pointers are depicted as an attribute table of the thematic layer.

RS data permits to control the cutting-down remains and preventive actions, for example, fire protection barriers, mineralized lines and break bands.

The program-methodical complex of the risk prediction of the forest fires consists of the input information, automatic treatment of the remote sensing data, spectral and textures features data base and reference images. The conclusion of the prediction of the forest fires and recommendation about disadvantages elimination is formed in the analytic module based on the results of the RS data recognition.

By the example of the risk prediction of the forest fires in the Leningrad region forest area the cost efficiency has been obtained.