

**Применение данных дистанционного зондирования земли
для оптимизации лесоустроительных работ после пожаров
(на примере Курбинского лесничества)**

© С. В. Дубовикова, В. А. Гармаев

Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия
zzk-446@list.ru

Данные дистанционного зондирования Земли это важнейший источник актуальной и оперативной информации любой точки земной поверхности. Спутниковые изображения служат основой для тематических слоев в географических информационных системах (ГИС), поддержания данных в актуальном состоянии, мониторинга территорий и других целей. ГИС — технологии способствуют эффективному использованию данных дистанционного зондирования Земли. Объективная обработка информации по спутниковым изображениям позволяют регулярно анализировать и изучать состояние природной и антропогенной среды, а также динамику явлений.

В данной статье рассматриваются методический подход и технические возможности использования данных дистанционного зондирования среднего и высокого пространственного разрешения. Которые позволяют выявлять и определять участки подверженные лесными пожарами, и дает возможность оценки экономического ущерба и экологических последствий территорий.

Ключевые слова: данные дистанционного зондирования Земли; ГИС-технологии; тематическая обработка; лесные пожары; RGB композит.

Экстремально жаркая и засушливая погода, случившаяся летом 2015 года в регионах Восточной Сибири включая территорию Республики Бурятия, и как следствие этого, масштабные лесные пожары, бушевавшие во многих регионах, привлекли внимание к возможности использования космических съемок для оперативного выявления очагов возгораний [1].

Лесные пожары — это не контролируемое горение древесной растительности, с которыми особенно сложно бороться в труднодоступных горных районах. Самая большая его опасность проявляется в быстром и стихийном распространении, уничтожении флоры и фауны. А последствия их являются экологический и экономический ущербы территориям.

В 2015 году произошли самые масштабные пожары как по количеству (1 573 ед.), так и по площади сгоревших лесов (890 тыс. га) за весь период наблюдения [2]. По мнению специалистов, причинами возникновения пожаров становятся — безответственное обращение с огнем людей, сельскохозяйственный пал прошлогодней травы и грозы.

В связи с этим, применение данных дистанционного зондирования Земли и создание методов и автоматизированных технологий изучения, и оценки по спутниковым данным территорий подверженных пожарами расширяют возможность контролировать любой участок, повышая оперативность установки границ лесных пожаров, его вида и скорости продвижения. А также повышают точность определения размеров пройденной огнем площади, оценок экономического ущерба и экологических последствий [3].

Использование геопространственной информации, полученной с помощью космической съемки, невозможно без соответствующих методов актуализации

данных (программно-технических средств, методов тематической обработки спутниковых изображений и пр.).

Данный пример реализован для формирования цифровой карты лесных пожаров 2015 года на пилотный участок территории Курбинского лесничества, для определения площади сгоревших лесных участков.

Курбинское лесничество занимает северо-западную часть Хоринского района Республики Бурятия и имеет общую площадь земель лесного фонда 433280 га, из них 408547 га покрыты лесами.

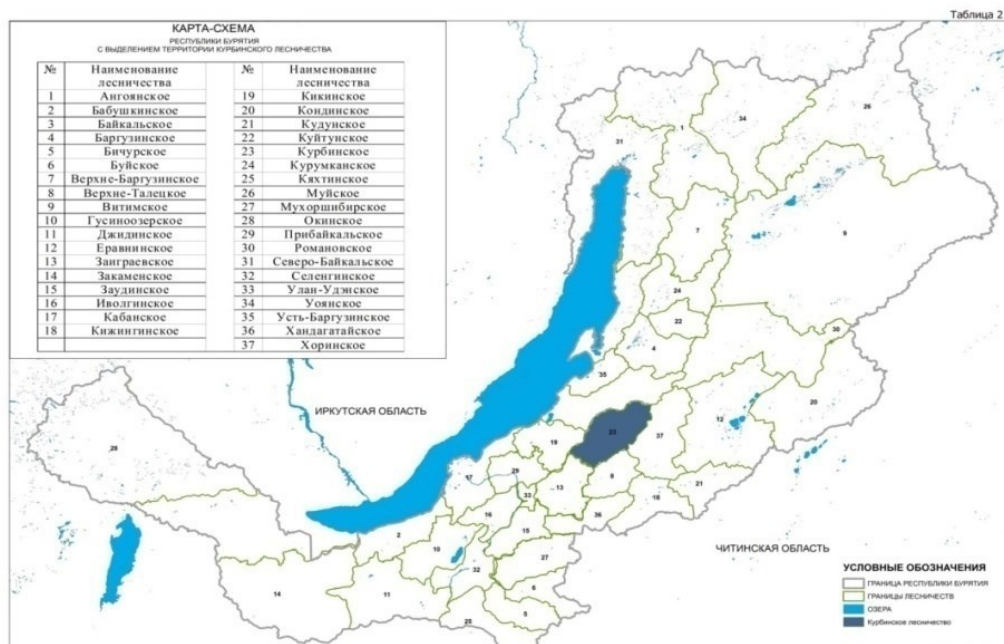


Рис. 1. Карта-схема расположения территории Курбинского лесничества

Климат исследуемой территории резко континентальный с малым количеством атмосферных осадков и резкими колебаниями суточных температур. Данное лесничество расположено в зоне многолетней мерзлоты, которая задерживает рост и развитие растительности. Наличие мерзлого грунта способствует обеспечению влагой в засушливый период.

Из лесных ландшафтов на исследуемой территории распространены лиственные и сосновые леса. Основной лесообразующей породой являются светлохвойные породы сосна, лиственница, кедр, второй ярус лесных насаждений составляет береза и осина. Среди кустарников распространена кустарниковая береза, в гольцовой и предгольцовой зоне распространены ареалы кедрового стланика. По возрастной структуре преобладают средневозрастные и спелые насаждения.

В орографическом отношении район лесничества расположен в Курбинской горной стране и представлен горами средней величины. С северо-запада долина ограничена хребтом Улан-Бургасы, с юго-восточной стороны проходят хребты Курбинский, Хомские гольцы и Хахирский голец. Хребты и их многочисленные отроги имеют вид массивных водоразделов, расчлененных на куполообразные

или конусовидные вершины, или округлые гряды сглаженных форм. Западные склоны долины реки Большая Курба скалистые и расчлененные [5].

Гидрографию данного лесничества составляет водосборный бассейн реки Большая Курба, которая берет свое начало на южном склоне хребта Улан-Бургасы.

В ходе проведения исследовательской работы для визуализации, анализа и обработки данных дистанционного зондирования Земли применялось программное обеспечение ENVI версии 4.6.

EnvironmentforVisualizingImages (среда для отображения снимков) или в сокращенном виде ENVI — программный продукт для визуализации и обработки данных дистанционного зондирования Земли, который включает в себя набор инструментов для проведения полного цикла обработки данных от ортотрансформирования и пространственной привязки изображения до получения необходимой информации и ее интеграции с данными ГИС [4]. Вне зависимости от того, какие задачи лесопользования планируется решать на базе космических снимков, необходимым этапом обработки изображений становится фотограмметрическая обработка. Исходные данные, полученные с пилотируемых кораблей и орбитальных станций или автоматических спутников, содержат искажения, вызванные углом наклона оптической оси съемочной системы, высоты съемки, рельефом местности и другими факторами. Как следствие, линейные и площадные измерения, проводимые по таким снимкам, могут содержать весьма значительные ошибки. Поэтому, прежде чем использовать снимок для определения площадей лесных пожаров требуется проводить фотограмметрическую обработку. Процедурой, обеспечивающей необходимую точность изображений, является ортотрансформирование.

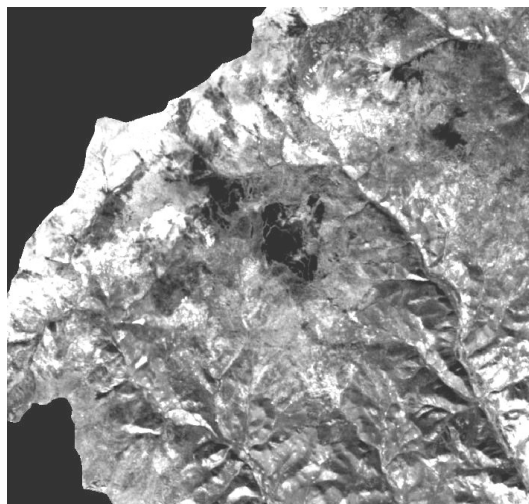


Рис. 2. Ортотрансформированный снимок с космического аппарата SPOT 6 на территорию Курбинского лесничества от 13 сентября 2013 г.

Проведение классификации и определение очагов лесных пожаров использовался RGB композит. Такое изображение получается синтезом трех спектральных каналов. При выборе каналов для синтеза придерживаются следующего правила: каналы позднего (нового) снимка занимают первую (Red) и третью (Blue)

компоненты, канал раннего (старого) снимка занимает вторую (Green) компоненту. Проведение классификации и определение очагов лесных пожаров использовался RGB композит. Такое изображение получается синтезом трех спектральных каналов. При выборе каналов для синтеза придерживаются следующего правила: каналы позднего (нового) снимка занимают первую (Red) и третью (Blue) компоненты, канал раннего (старого) снимка занимает вторую (Green) компоненту. Например, если новый снимок является мультиспектральным, а старый — панхроматическим, то в качестве красного используется красный канал более нового (мультиспектрального) снимка, зеленого — канал панхроматического, а синего — ближний инфракрасный либо красный канал нового снимка.

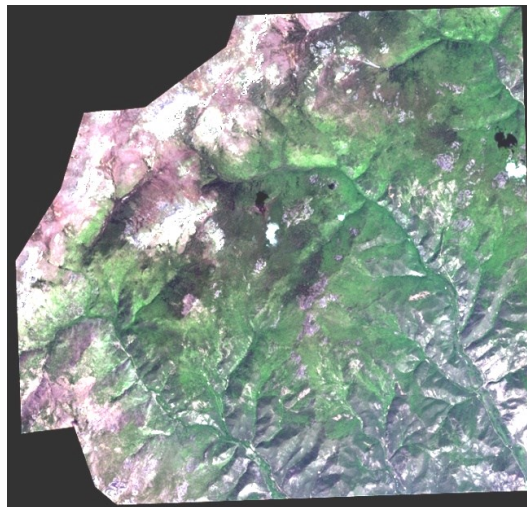


Рис. 3. Космический снимок с космического аппарата Ресурс-П №1 на территорию Курбинского лесничества после воздействия пожара от 19 сентября 2015 г.

На космический снимок применяется метод классификации IsoData. IsoData — это процесс, при котором распределение пикселей изображения происходит автоматически, на основе анализа статистического распределения яркости пикселей. Данная работа состоит из двух этапов:

- 1) Классификация изображения методом IsoData;
- 2) Построение векторных слоев на участки лесных пожаров.

Классифицированное изображение состоит из 10 классов. Каждый класс относится к определенному типу объектов на космическом снимке. Методом визуального дешифрирования определяется как каждый класс соотносится с конкретным типом объектов и задается цвет.

Следует обратить внимание на три цветовые зоны: красный, темно-оранжевый и светло-оранжевый. Это три зоны лесных пожаров разной степени повреждения лесных насаждений. Красная зона — полная степень повреждения лесных насаждений (Forestfire 1); темно-оранжевая зона — средняя степень повреждения лесных насаждений (Forestfire 2); светло — оранжевая зона — неполная степень повреждения лесных насаждений (Forestfire 3).

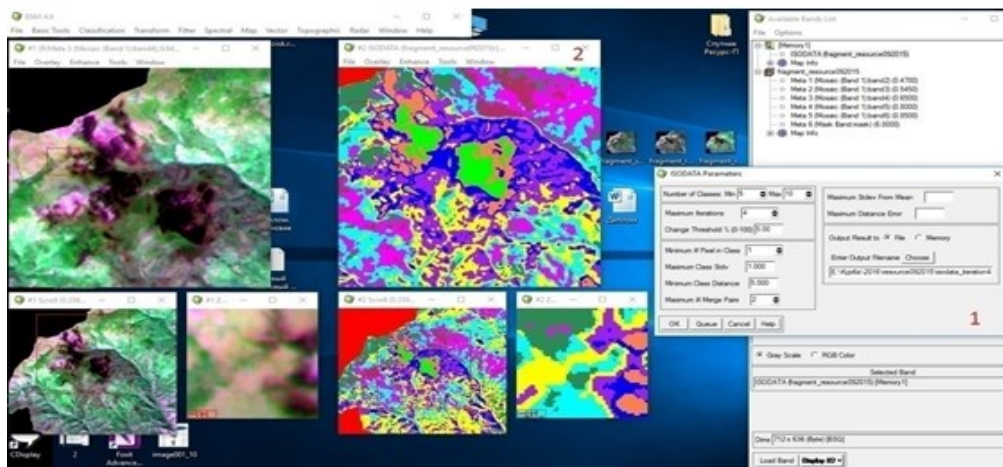


Рис. 4. Результат классификации методом IsoData

Далее зоны лесных пожаров преобразованы в векторный формат. После того, как все типы объектов определены проведена постклассификационная обработка, которая оценивает точность классификации и объединяет близкие классы. После выполненной постклассификации получили три зоны лесных пожаров разной степени повреждения в векторном формате, которые необходимы для последующей работы с результатами классификации, например для сравнения с другими спутниковыми данными и совмещения с топографическими и тематическими картами.

На основе обработки данных ДЗЗ определены зоны лесных массивов, подверженных пожарами на территории Курбинского лесничества Республики Бурятия. В таблице 1 представлены объемы сгоревших лесных насаждений по типу древесного и степени повреждения.

Таблица 1
Количество гектаров сгоревших лесных насаждений, м²

Типы объектов лесных насаждений	Зоны лесных пожаров разной степени повреждения лесных насаждений		
	I	II	III
Темнохвойные леса (ель, пихта)	1 595 625	1 616 875	2 941 250
Светлохвойные леса (сосна, кедр)	1 263 125	1 416 875	4 058 750
Лиственный лес (осина, береза)	519 375	2 677 500	3 788 125
Суммарная площадь	3 378 125	5 711 250	10 788 125
Итого		19 877 500	

На примере тестового лесничества Республики Бурятия разработана и апробирована возможности технологий ДЗЗ для определения площади лесов, поврежденных пожарами и степени их повреждения. Работа выполнена на кафедре

землепользования и земельного кадастра факультета Биологии, Географии и Землепользования Бурятского Государственного университета.

Литература

1. Лесные пожары и космическая съемка. Мнения экспертов [Электронный ресурс]. — URL: http://en.sovzond.ru/upload/iblock/f7e/2010_03_001.pdf;
2. Лесные пожары в Республике Бурятия в условиях изменения климата [Электронный ресурс]. — URL: http://dom-hors.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/pep/2016/3/economics/tulokhonov-puntsukova.pdf;
3. Мониторинг повреждений растительного покрова Северной Евразии пожарами по данным спутниковых наблюдений [Электронный ресурс]. — URL: http://www.miiigaik.ru/publikacii/Autoreferat_Egorov060829.pdf;
4. Материал из Википедии — ENVI [Электронный ресурс]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ENVI>;
5. Приказ Республиканского агентства лесного хозяйства от 31.10.2014г. № 649 «Об утверждении лесного регламента Курбинского лесничества» [Электронный ресурс]. — URL: <http://online.lexpro.ru>
6. О внесении изменений в приказ республиканского агентства лесного хозяйства от 31.10.2014 № 649 «Об утверждении лесного регламента Курбинского лесничества» [Электронный ресурс]. — URL: <http://online.lexpro.ru>

Applications of data of distant land probing for optimisation of forest management works after wildfires on example (of the Kurbinsky forestry)

S. V. Dubovikova, V. A. Garmaev

*Buryat State University, Ulan-Ude, Russia
zzk-446@list.ru*

Earth remote sensing data is the most important source of relevant and timely information from any point on the earth's surface. Satellite imagery provides the basis for thematic layers in geographic information systems (GIS), keeping data up to date, monitoring territories and other purposes. GIS technologies contribute to the efficient use of Earth remote sensing data. Objective processing of information on satellite images allows us to regularly analyze and study the state of the natural and anthropogenic environment, as well as the dynamics of phenomena.

This article discusses the methodological approach and technical capabilities of the use of remote sensing data of medium and high spatial resolution. Which allows to identify and determine areas exposed to forest fires and makes it possible to assess the economic damage and environmental consequences of the territories.

Keywords: earth remote sensing data; GIS technologies; thematic processing; forest fires; RGB composite.