

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЕСОВ ПОСЛЕ ПОЖАРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Рожков Ю.Ф.¹, Кондакова М.Ю.²

¹ФГБУ «Государственный природный заповедник «Олекминский», г.Олекминск,Россия (678100, Россия, г. Олекминск, ул. Бровина, дом 6) ; e-mail: r1953@rambler.ru.

²ФГБУ «Гидрохимический институт», г. Ростов-на-Дону,Россия (344090,Россия, г. Ростов-на-Дону, проспект Стачки, дом 198) e-mail: ko_mar@rambler.ru.

Динамика лесных пожаров, смена растительного покрова на горях успешно прослеживается на мультиспектральных космических снимках, сделанных с интервалом в несколько лет. С использованием дешифрирования космических снимков исследуемой территории, сделанных в интервале 15 лет (с 1995-2009 гг) удалось проследить динамику зарастания гари на месте пожара 1985 года. Показано, на каких площадях и в каких масштабах происходит зарастание пустошей и редколесий, образовавшихся на месте пожара, за счет поросли лиственницы, березы и сосны. Показано, как и в каких масштабах произошло увеличение продуктивности лесов по мере зарастания гари, на каких площадях произошло изменение состава древесных пород. Показано, что на месте зарастающей гари происходит увеличение индекса вегетации (который прямо связан с продуктивностью). При этом, за период с 1995 по 2004 гг. увеличение индекса вегетации плавное, а за период с 2004 по 2009 гг. увеличение стремительное.

Ключевые слова: дешифрирование космических снимков, восстановление лесов после пожара

EVALUATION OF THE DYNAMICS OF RECOVERY AFTER FOREST FIRE WITH INTERPRETATION OF SATELLITE IMAGES

Rozhkov Y.F.¹, Kondakova M. Y. ²

¹ FGBU "State Nature Reserve" Olekminsky" Olekminsk, Russia (678100, Russia, Olekminsk, st. Brovina, 6); e-mail: r1953@rambler.ru;

²FGBU "Hydrochemical Institute", Rostov-on-Don, Russia (344090, Russia, Rostov-on-Don, the prospectus Strikes, 198); e-mail: ko_mar@rambler.ru.

The dynamics of forest fires, changing vegetation on burned successfully traced in multispectral satellite images taken at intervals of several years. With the use of satellite image interpretation study area, made in the range of 15 years (1995-2009) was able to follow the dynamics of fouling on the scene of a fire burning in 1985. Show which areas and to what extent is overgrown wasteland and woodland formed on the site of the fire, due to overgrowth of larch, birch and pine. It is shown how and to what extent an increase forest productivity as overgrown burning on what areas has changed the composition of tree species. It is shown that there is an increase of burning overgrown vegetation index (which is directly related to productivity). Thus, in the period from 1995 to 2004. overgrowing smoother, and for the period from 2004 to 2009. rapid overgrowth.

Keywords: satellite image interpretation, restoration of forests after a fire.

Введение

Лесные пожары - неотъемлемая важная составляющая естественных природных процессов, приводящая к смене растительных сообществ и влияющая на распределение и численность животных. В последние годы успешно осуществляется спутниковый мониторинг лесных пожаров [1,3,4]. Динамика лесных пожаров, смена растительного покрова на горях успешно прослеживается на мультиспектральных космических снимках, сделанных с интервалом в несколько лет [2].

С помощью анализа космических снимков, сделанных в разное время, на разных стадиях пирогенных сукцессий можно количественно оценить изменения в составе древостоя и проследить скорость зарастания гари.

Цель исследования: мониторинг процесса восстановления бореальных светлохвойных лесов после пожара с использованием дешифрирования космических снимков.

- Задачи исследований:**
1. Оценить процесс зарастания гари на всей площади;
 2. Определить масштабы увеличения продуктивности на гари 1985 года спустя 10, 20 лет;
 3. Оценить изменения в составе древесных пород по мере зарастания гари.

Материал и методы исследования. В качестве модельной гари нами была выбрана гарь 1985 года, охватившая шестнадцатую часть территории заповедника на площади 47480 га (рис.1).

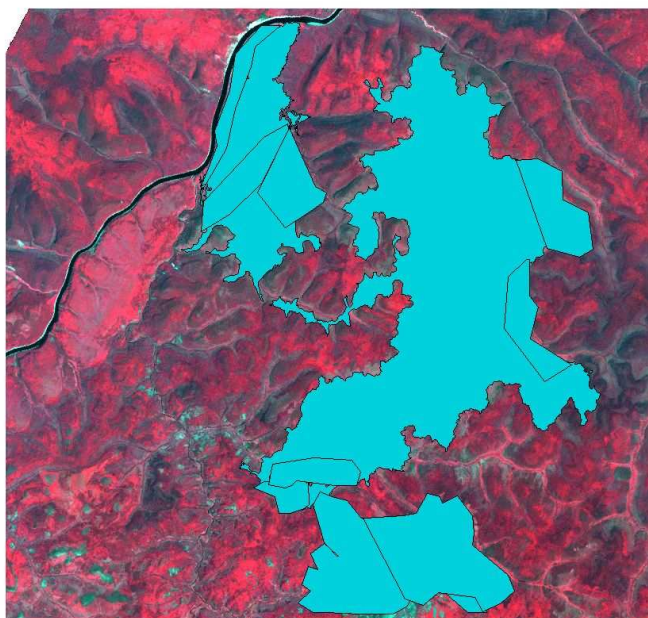


Рис. 1. Граница зарастающего пожара 1985 года .

Для анализа изменений, которые произошли на территории, пройденной пожаром, были использованы летние и осенние снимки, сделанные в период с 1995 по 2009 гг. (т.е. в период от 10 до 24 лет после пожара). Всего было использовано 15 космических снимков, полученных со спутников Aster, Landsat, Spot, IRC. Для обработки космических снимков использовался пакет программ ENVI-4.0, ArcView-3.3 с модулями Image Analyst, Spatial Analyst. В качестве показателя, с помощью которого можно измерить ход пирогенной сукцессии, был использован индекс вегетации и показатель изменения оптической плотности (с помощью инструмента «difference» и «тематическая разница»). Кроме того, использовался инструмент «классификация» (с обучением и без обучения) [5]. Пересчет с пикселей на площади производился, исходя из технических характеристик снимков Landsat, Aster, Spot-2,

для которых пространственное разрешение составляет 30 метров на пиксель. Один пиксель имеет сторону -30 м, поэтому площадь пикселя- 900 м².

Результаты исследования и выводы

1. Определение сомкнутости крон на зарастающей гари 1985 года

С помощью инструмента «difference» была проанализирована густота древостоя на зарастающей гари 1985 года спустя 10 лет после пожара (на снимке 1995 года). Площади покрытой лесом территории распределились следующим образом:

-открытые пространства и пустоши- 12%; -редколесья- 43%; леса с сомкнутостью крон 20% занимают 26% площади; - леса с сомкнутостью крон 40 % занимают 8 % площади; - леса с сомкнутостью крон 60% занимают 10 % площади; - густые леса (сомкнутость крон больше 60%) занимают 1 % площади.

Спустя 24 года произошло увеличение оптической плотности на снимках в районе зарастающей гари. При этом, с помощью инструмента «difference» можно определить, насколько изменилась оптическая плотность по мере зарастания гари. На рис. 2, табл.2 показано, как происходит зарастание гари .

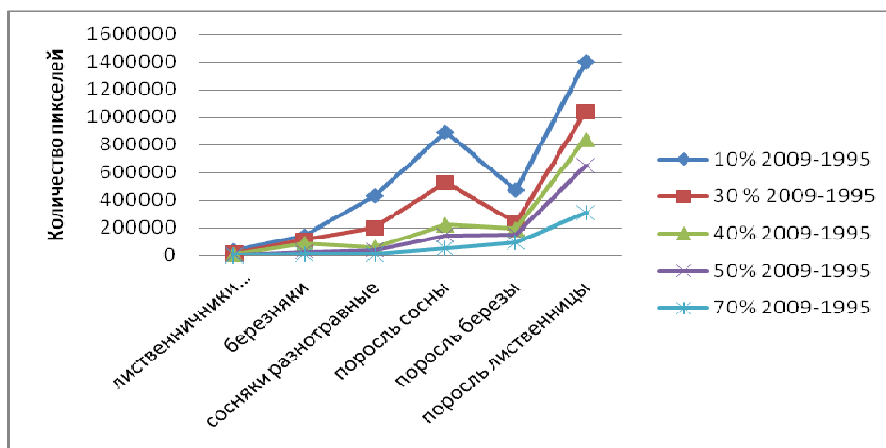


Рис 2 .Увеличение площадей, занятых лесом на гари 1985 года в период с 1995 по 2009 гг.

Увеличение площадей, занятых разными породами на зарастающей гари 1985 года выглядит следующим образом:

- на 10%- увеличение оптической плотности на площади 30431 га; на 30 % -увеличение оптической плотности на площади - 19310 га; на 40 % - увеличение оптической плотности на 12781 га; на 50 % - увеличение оптической плотности на площади - 9817 га; на 70% - увеличение оптической плотности на площади- 4284 га (Табл.2).

2. Изменения продуктивности в процессе зарастания гари 1985 года

За период с 1995 по 2004 гг. на площади, пройденной пожаром, зарегистрировано увеличение продуктивности на 75 % площади. Причем, масштабы увеличения продуктивности были разными:

Изменение индекса вегетации NDVI- во времени. (Общая площадь, взятая для анализа 453033 пикселей или 40773 га).

Увеличение индекса вегетации за период с 1995 по 2004 года.

На 50% - 11713 пикселей или 1054 га ; на 40 % - 48083 пикселей или 4350 га ;

На 30 % - 131167 пикселя или 11805 га; на 20 % - 257333 пикселей или 23160 га;

на 10 % - 346865 пикселя или 31218 га .

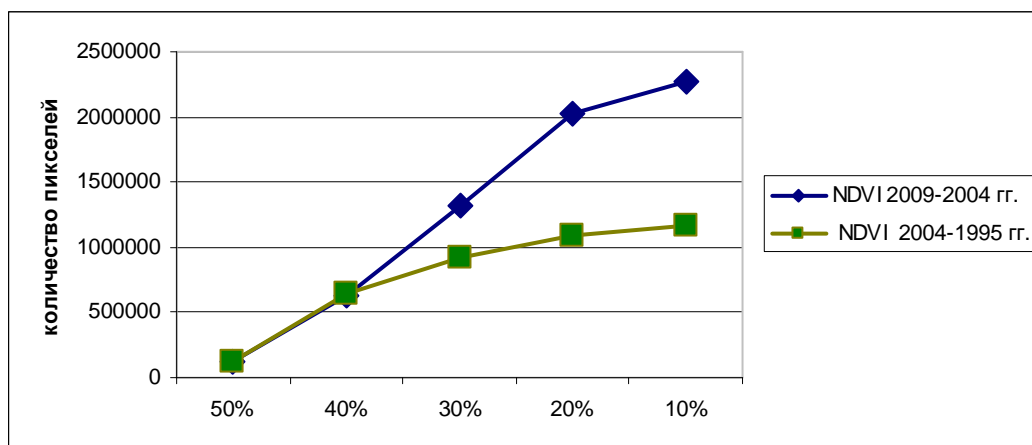


Рис. 3. Изменение скорости зарастания гари по изменению индекса вегетации.

С помощью инструмента «Разность» можно провести сравнение индекса вегетации на снимках, сделанных в разное время. На месте зарастающей гари происходит увеличение индекса вегетации за счет поросли. При этом, за период с 1995 по 2004 гг. зарастание более плавное, а за период с 2004 по 2009 гг. зарастание стремительное (рис.3).

3. Изменения в породном составе древостоя на гари

Использование инструмента «классификация» на снимках, сделанных с интервалом в 10 лет (1995, 2004, 2008 гг.) позволяет вычлнить изменения в породном составе древостоя на месте пожара 1985 года (спустя 10 и 20 лет со времени пожара).

При этом, с помощью инструмента «тематическая разность» можно определить изменение площадей занимаемых разными породами.

Если на снимке 1995 года площадь пустошей и редколесий составляет 20514 га , то на снимке 2004 года площадь пустошей и редколесий уменьшилась до 17833 га, а в 2008 году до 13835 га - за счет зарастания порослью лиственницы, березы и сосны (Табл.1). А площадь, занимаемая лиственничниками, увеличилась с 15900 га в 1995 году до 22774 га в 2008 году. Площадь березняков увеличилась с 4467 га в 1995 году до 7083 га в 2008 году (Табл.1, рис 4-6).

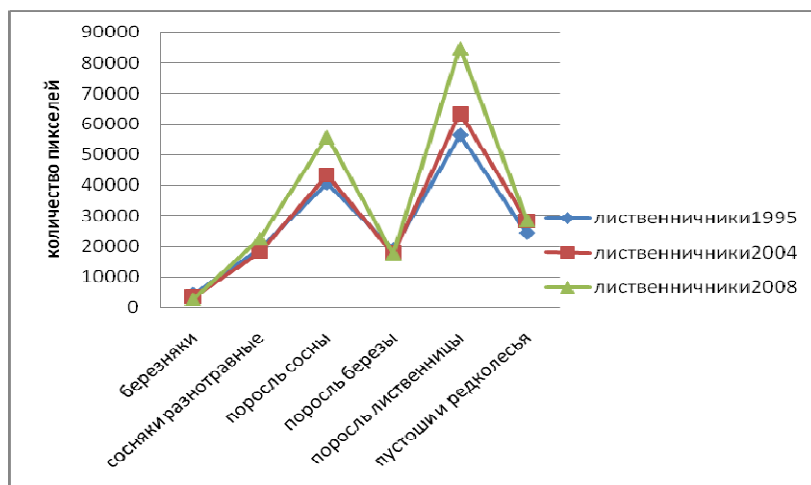


Рис. 4. Динамика изменения лиственничников на зарастающей гари 1985 года.

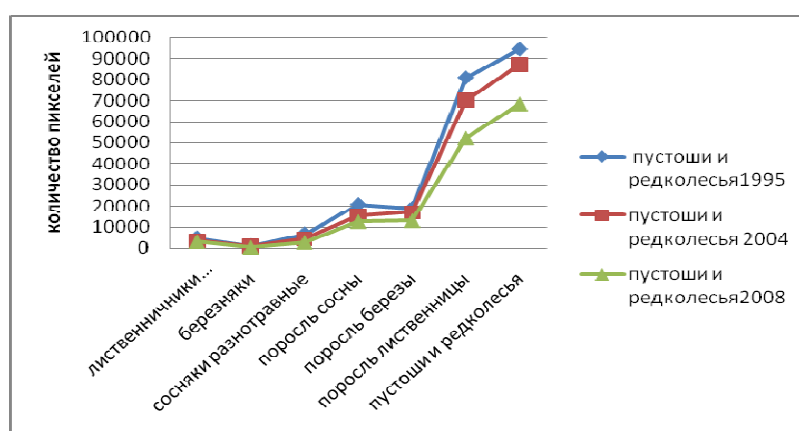


Рис. 5. Динамика изменения площадей пустошей и редколесий на зарастающей гари 1985 года.

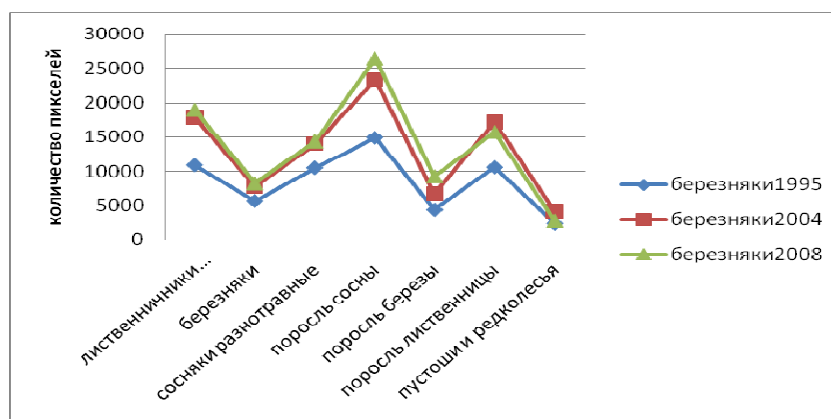


Рис. 6. Динамика изменения площадей березняков на зарастающей гари 1985 года.

Таким, образом, с использованием космических снимков исследуемой территории, сделанных в интервале 15 лет (с 1995-2009 гг) удалось проследить динамику зарастания

Таблица 1

Изменения породного состава древостоя на зарастающей гари 1985 года. Тематическая разность относительно классификации гари на снимке 1995 года.

тип леса	лиственничники разнотравные	березняки	сосняки разнотравные	поросль сосны	поросль березы	поросль лиственницы	пустоши и редколесья	общее к-во пикселей	площадь, га
площадь пожара в границах	5230	19663	52543	98557	50207	169760	131610	527570	47481
пустоши и редколесья 1995 г.	4803	1165	6663	20652	18866	80903	94279	227331	20514
пустоши и редколесья 2004 г.	3337	853	4225	15137	16812	70154	87120	197638	17833
пустоши и редколесья 2008 г.	3366	693	3055	12609	13028	52159	68333	153243	13835
Лиственничники 1995 г.	1228	4436	19451	40651	19065	56385	24400	165616	15900
Лиственничники 2004 г.	1129	3555	18283	43438	17770	63424	28326	175925	16748
Лиственничники 2008 г.	2039	2883	22660	55864	17727	84803	48715	234691	22774
Березняки 1995 г.	1090	5698	10513	14892	4409	10589	2444	49635	4467
Березняки 2004 г.	1780	7812	14009	23355	6723	17191	4164	75034	6753
Березняки 2008 г.	1895	8260	14349	26385	9272	15720	2820	78701	7083

Таблица 2 .

Изменение площадей, занятых древесными породами за период с 1995 по 2009 гг. на зарастающей гари 1985 года.

увеличение, пиксели	лиственничники разнотравные	березняки	сосняки разнотравные	поросль сосны	поросль березы	поросль лиственницы	общее к-во пикселей	площадь,га
10% 2009-1995	3567	14136	43328	89339	47352	140408	338130	30431
30 % 2009-1995	1727	11585	20137	53020	23953	104135	214557	19310
40% 2009-1995	917	9078	6212	22458	19152	84197	142014	12781
50% 2009-1995	475	2760	3792	14604	15619	65159	102409	9217
70% 2009-1995	205	977	1128	5036	9404	30849	47596	4284

гари на месте пожара 1985 года. Показано, на каких площадях и в каких масштабах происходит зарастание пустошей и редколесий, образовавшихся на месте пожара, за счет поросли лиственницы, березы и сосны. Показано, как и в каких масштабах произошло увеличение продуктивности лесов по мере зарастания гари, на каких площадях произошло изменение состава древесных пород.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 13-05-00120)

Список литературы

1. Дубинин М.Ю., Лушекина А.А., Раделоф Ф.К. Оценка современной динамики пожаров в аридных экосистемах по материалам космической съемки(на примере Черных земель) // Аридные экосистемы. - 2010, т.16, №3.- С. 5-16.
2. Егоров В.А., Барталев С.А. Анализ временных серий спутниковых данных SPOT-Vegetation для мониторинга повреждений пожарами бореальных экосистем // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.- 2005, т.2, вып. 2.- С. 380-387.
3. Спутниковый мониторинг лесных пожаров в России. Итоги. Проблемы. Перспективы// Аналитический обзор СО РАН. ИОА ГПНТБ [ред. Белов В.В.] .- Новосибирск, 2003.-135 с.
4. Юрикова Е.А., Кокутенко А.А., Сухинин А.И. Исследование возможностей применения данных SPOT-4 для дешифрирования изображений поврежденных пожарами участков растительности // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета.- 2008, № 4.- С.75-78.
5. ArcView Image Analysis. Руководство пользователя.- М : Дата+, 1998.- 214 с.

Рецензенты:

Брагина Т.М., д.б.н., профессор кафедры ботаники и зоологии факультета естественнонаучного и математического образования Южного Федерального Университета, г. Ростов-на-Дону.

Исаев А.П., д.б.н., заведующий лабораторией мерзлотного лесоведения Института биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск.