

УДК 911.2:910.27

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ НАРУШЕННОСТИ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

© 2011 Е.М. Климина, А.В. Остроухов

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск

Поступила в редакцию 21.04.2011

В работе проводится анализ динамики нарушенности темнохвойных лесов северного Сихотэ-Алиня под влиянием антропогенных нагрузок (рубок и пожаров) на основе использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Впервые для этой территории созданы карты пирогенной трансформации исследуемых геосистем, определены её масштабы, интенсивность и степень повторного прогорания. Выявлено, что наибольшему воздействию подверглись природные комплексы низкогорий и предгорий с пихтово-еловыми лесам, а так же вулканических плато. Представлена карта, отражающая динамику изменения площади темнохвойных лесов восточных склонов северного Сихотэ-Алиня. Полученные данные говорят о сокращении площади темнохвойных лесов, уменьшающейся за исследуемые 30 лет со скоростью 0,54% в год.

Ключевые слова: *ключевые ландшафтные территории, темнохвойные леса, дистанционное зондирование Земли*

В условиях интенсивного ресурсного освоения сокращаются площади типичных ландшафтов, выполняющих важные средообразующие функции. Для обоснования необходимости их включения в экологический каркас территории в качестве ключевых ландшафтных территорий, первоочередной задачей является проведение инвентаризации, объективно отражающей их состояние и специфику пространственного распределения. По мнению А.А. Чибилева и В.М. Павлейчика [1] значимость ключевых ландшафтных территорий заключается в отражении ландшафтного разнообразия региона и выполнении функций сохранения эталонов зональных, редких и находящихся под угрозой исчезновения геосистем. Одним из важнейших показателей в оценке степени нарушенности геосистем является трансформации коренных растительных сообществ, связанных с рубками и пожарами.

В общей структуре факторов, влияющих на динамику таежных геосистем юга Дальнего Востока, доля лесных пожаров наиболее высока. Так, для южных районов Хабаровского края она оценивается в 61%. Другим важным фактором является проведение рубок (22,7%)[2]. Особенно уязвимыми являются темнохвойные леса, ареалы которых из-за постоянного антропогенного пресса (лесозаготовки), слабой устойчивости к пожарам,

уменьшаются и фрагментируются, что делает проблему их сохранения весьма актуальной [3]. Актуальность сохранения геосистем с доминированием темнохвойных лесов связана с тем, что среди субъектов РФ Хабаровский край выделяется самой большой площадью лесных земель с преобладанием ели и пихты (53,8% от их общей площади в ДФО). В то же время отмечена тенденция общего снижения площади земель, занятых пихтово-еловыми лесами: за период с 1983 по 2007 гг. она сократилась на 16,5% [2]. В значительной степени эти процессы коснулись геосистем северного Сихотэ-Алиня, что определяет необходимость охраны сохранившихся темнохвойных геосистем как типичных ландшафтов. В то же время возникает сложность в оценке степени трансформации природных комплексов. Это связано с тем, что данные лесничеств не имеют географической привязки, существующие данные не всегда достоверно отражают сложившуюся ситуацию, преимущественно занижая размеры послепожарных и послерубочных изменений. Такие ограничения делают актуальным использование данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ).

В качестве объекта исследований взята территория восточного макросклона Северного Сихотэ-Алиня в пределах Ванинского и Советско-Гаванского муниципальных районов Хабаровского края. Суммарная площадь районов составляет 5,2% от площади края, где проживает 6,6% от числа его жителей. Для этих районов характерен интенсивный характер лесозаготовок, ориентируемых на экспорт древесины, начиная с 60-х гг. XX в. По схеме ландшафтного районирования Хабаровского края оба района расположены

Климина Елена Михайловна, кандидат географических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории оптимизации регионального природопользования. E-mail: Kliminaem@bk.ru

Остроухов Андрей Вячеславович, кандидат географических наук, научный сотрудник лаборатории оптимизации регионального природопользования. E-mail: ostran2004@bk.ru

в пределах подобласти Восточного макросклона северного Сихотэ-Алиня (Сихотэ-Алиньская физико-географическая область Амура-Сахалинской физико-географической страны). Территория исследуемых районов является преимущественно низкогорной (54% площади). Доля среднегорий составляет чуть более 19%. Значительны по площади геосистемы вулканических плато – более 20%, а узкая полоса равнин вдоль побережья Татарского пролива охватывает менее 1% территории. В пределах данной территории выявлено 9 видовых групп ландшафтов [4].

Наиболее распространены горно-таежные слаборасчлененные низкогорья с лиственнично-мелколиственными; мелколиственными лесами на буро-таежных почвах (33% площади). Около 21% территории занято средне- и слаборасчлененными низкогорными и предгорными геосистемами с пихтово-еловыми травяно-зеленомошными лесами и неморальными элементами на буро-таежных почвах. Среднегорные геосистемы средне- и слаборасчлененные с пихтово-еловыми травяно-зелено-мошными лесами на буро-таежных почвах занимают 4,1%, а с лиственнично-мелколиственными и лиственничными лесами – 14,8% площади этих районов. 1/5 часть территории – низкогорные вулканические плато с лиственнично-мелколиственными, мелколиственными, фрагментами темнохвойных лесов на буро-таежных оглеенных почвах [5].

Таким образом, роль темнохвойных геосистем в формировании облика данных территорий весьма высока. В пределах Северного Сихотэ-Алиня растительные формации с елью аянской и пихтой белокорой образуют высотный пояс растительности, нижняя граница которого находится на высоте около 300 м, а верхняя достигает 1000 м [3], формируя пояс горно-таежных темнохвойных лесов. Оценка площадных и временных характеристик трансформации природных комплексов на данной территории под влиянием пожаров и лесозаготовок производилась на основе дешифрирования данных ДДЗ среднего пространственного разрешения разных лет. Использовались материалы со спутников Landsat 1-7, сенсоров MMS (1973-1976 гг.), TM (1988-1992 гг.), ETM+ (2000, 2005 гг.), находящиеся в свободном доступе на сервере проекта Landsat [6]. Для выделения территорий, пройденных пожарами и рубками, использовались каналы невидимого спектра: для сенсоров Landsat TM и ETM+ – 4 и 5

каналы – ближний и средний инфракрасный (760-900 и 1550-1750 нм), для сенсора Landsat MMS – 3 и 4 каналы в ближнем инфракрасном спектре (700-800 и 800-1100 нм). Такой выбор обусловлен низкими яркостными характеристиками линии поглощения хлорофилла (здоровой растительности) и высокими показателями отражения в линии поглощения воды (показатели сухости и прогрева поверхности) [7]. При дешифровке массивов темнохвойных лесов наряду с каналами 4 и 5 (ближним и средним инфракрасными диапазонами) использовались каналы видимого спектра (1-3: синий, зелёный, красный), главным образом зелёный, для которого характерны максимальные значения в линии поглощения пигментов хвои [8]. Обработка материалов проводилась в программной среде ERDAS IMAGINE 8.7 и ArcGIS 9.3.

На основе автоматической и экспертной дешифровки для масштабов 1: 500000 (для данных сенсоров MMS (пространственное разрешение 80 м)) и 1: 200000 (данные сенсоров TM и ETM+ (пространственное разрешение 30 м)), были выделены территории пройденные пожарами и рубками в 1975, 1990, 2000 и 2005 гг. (± 1 год) (табл. 1). Расчеты показали, что самые большие площади пожаров были характерны для 2000 г. (на снимках этого года отражены также и результаты постпирогенной ситуации 1998 г. – года катастрофических лесных пожаров). К сожалению, пространственное разрешение данных с сенсора MMS (80 м/пикс.) не позволяет выделить площади рубок 1975 г., когда на этих территориях также прошли крупные пожары. В целом за 30-летний период в результате пожаров и рубок трансформации подверглась 1/3 часть территории Ванинского и Советско-Гаванского районов.

Далее рассматривалась повторяемость прохождения пожаров по территориям, подверженных в предыдущие годы пожарам и рубкам (табл. 2). Сопоставление космоснимков дает представление о том, что старые гари и рубки в значительной степени являлись местами неоднократного прохождения пожаров. По данным ДЗЗ 2000 г. выявлено, что 36,3% новых гарей от их общей площади за этот год возникло на месте старых, а по данным за 2005 г. – 37,7% гарей этого года прошли по старым гарям и рубкам. Снижение площади повторного прохождения пожаров в 2005 г. связано с небольшим количеством очагов возгорания в данном году.

Таблица 1. Площади рубок и гарей в пределах Ванинского и Советско-Гаванского районов

Годы	Площади рубок и гарей, га (% от общей площади территории)		
	гари	рубки	итого
1975	295604 (7)	не выдел.	295604 (7)
1990	444852 (10,7)	50733 (1,2)	495585 (11,9)
2000	601435 (14,4)	73807 (1,8)	675242 (16,2)
2005	47910 (1,1)	32092 (0,8)	80002 (0,9)
Итого за 1975-2005 гг.	1175732 (28,3)	126374 (3)	1302106 (31,3)

Таблица 2. Доля гарей от площади гарей и вырубок предыдущих лет

	1990, %		2000, %		2005, %	
	гары	вырубки	гары	вырубки	гары	вырубки
доля от гарей и вырубок 1975г.	19,4		6		не выявл.	не выявл.
доля от гарей и вырубок 1990г.			41	35,7	2	3,9
доля от гарей и вырубок 2000г.					1,1	0,6

Анализ пространственной локализации разновременных гарей показал, что за истекшие 30 лет наиболее значительному пирогенному воздействию подверглись геосистемы низкогорий, предгорий, вулканических плато с пихтово-еловыми травяно-зеленомошными леса-ми, площадь гарей в пределах которых составила более 1/3 от их площадей. Фрагментация приводит к снижению размеров площадей контуров темнохвойных лесов при увеличении доли мелколиственно-лиственничных, лиственнично-мелколиственных и мелколиственных массивов (табл. 3) (рис. 1).

Результаты обработки данных ДЗЗ за исследуемые годы показали, что степень **фрагментации** темнохвойных лесов весьма существенна. Она выражается в том, что при увеличении количества выделов происходит уменьшение площади и протяженности контуров данных выделов (максимальных площадей в 3,2 раза, средних – в 2,5 раза, общей суммы площади – в 1,7

раза, максимальных периметров – почти в 3 раза), усиление мелкоконтурности выделов. Размещение темнохвойных формаций в пределах доминирующих типов местностей на территории исследуемых районов, отражено в табл. 4.

Хорошо видно, что во всех типах местности с присутствием темнохвойных лесов, происходит снижение доли площадей данных формаций. В пределах среднегорных геосистем их сокращение в среднем составило 15%, для низкогорных и предгорных мелкосопочных с пихтово-еловыми травяно-зеленомошными лесами с неморальными элементами – 35%, для вулканических плато – 13%. За исследуемые 30 лет сокращение площади темнохвойных лесов происходило со скоростью 0,54 % в год. Результаты проведенного дешифрирования отражают высокую степень пирогенной измененности геосистем, которая проявляется в изменении (иногда весьма значительном) отдельных компонентов и структуры геосистем в целом.

Таблица 3. Фрагментация выделов темнохвойных лесов в пределах Ванинского и Советско-Гаванского районов Хабаровского края

Годы	Кол-во выделов	Площадь, га			Периметр, км		
		макс.	среднее значение	сумма	макс.	среднее значение	сумма
1975	137	456734	12004	1644647	2005	60,2	8242
1990	167	183214	7855	1311887	1175	48,1	8031
2000	203	163610	5282	1072371	694	39,1	7940
2005	199	141043	4886	972275	697	39,9	7938

С точки зрения ландшафтного разнообразия происходит значительное упрощение ландшафтной структуры, выражающееся в снижении доли типичных геосистем (пихтово-еловых), роста площадей длительно производных лиственнично-мелколиственных, а также полностью трансформированных геосистем с переходом в категорию «пустыри». Доля таких территорий растет особенно в пределах высоко уязвимых геосистем среднегорий и сильно расчлененных низкогорий. Анализ ситуации по лесхозам, представленных на территории данных районов, подтвердил высокие показатели общей доли нелесных земель в структуре лесных (от 10,8% до 29,9% по данным за 2005 г.). При высокой доле гарей в составе общей площади нелесных земель (от 44,4% до 85,5%), доля пустырей изменяется от 7,8% до 37,8%.

Рассмотрим теперь положение темнохвойных лесов относительно ООПТ. Самые большие площади охраняемых темнохвойных массивов сосредоточены на территории Ботчинского заповедника и его охранной зоны (133,3 тыс. га) – 13,7% всех пихтово-еловых лесов этих районов. Это единственный крупный охраняемый массив на восточном склоне Северного Сихотиз-Алиня. В двух имеющихся здесь заказниках – Тумнинском и Мопану – темнохвойные леса охватывают площадь 22,4 тыс. га (2,3%). Значительная фрагментация лесов и небольшие площади контуров в заказниках не позволяют считать их достаточными для сохранения. Кроме того, юридический статус заказников не предполагает запрета лесозаготовок.

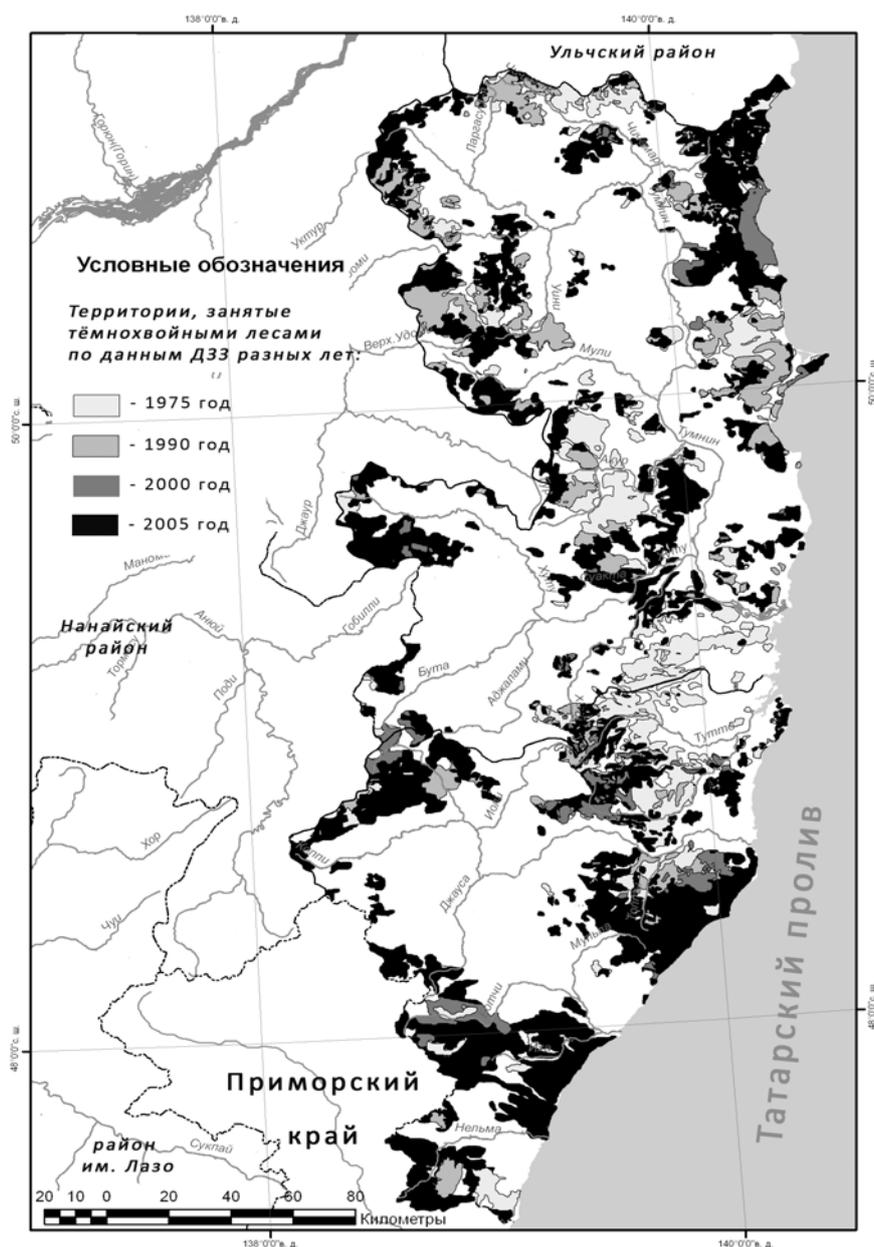


Рис. 1. Изменение границ массивов темнохвойных лесов за 1975-2005 гг.

Таблица 4. Динамика площадей пихтово-еловых массивов в пределах доминирующих типов местностей (1975-2005 гг.)

Типы местности	Доля геосистем в общей площади, %	Доля пихтово-еловых лесов в % от общей площади геосистем	
		1975 г.	2005 г.
среднегорий средне- и слаборасчлененных с пихтово-еловыми травяно-зеленомошными лесами на буро-таежных почвах	4,1	60,1	47,8
среднегорий средне- и слаборасчлененных с лиственнично-мелколиственными, мелколиственными лесами на буро-таежных почвах	14,8	25,2	20,4
низкогорий слаборасчлененных с производными лиственнично-мелколиственными; мелколиственными лесами на буро-таежных почвах	33,0	31,3	17,4
низкогорий средне- и слаборасчлененных с пихтово-еловыми травяно-зеленомошными лесами с неморальными элементами на буро-таежных почвах	20,6	62,4	36,5
низкогорных плато с лиственнично-мелколиственными, мелколиственными, фрагментами темнохвойных лесов на буро-таежных оглеенных почвах	20,6	43,2	20,7

Выводы: полученные результаты позволяют рассматривать съёмку Landsat как эффективный инструмент для мониторинга нарушенных лесных территорий, который позволяет отслеживать трансформацию лесных территорий, даёт возможность определить состояние повреждённой территории (вырубки, гари), прогнозировать дальнейшую трансформацию повреждённой территории (возможность вторичного возникновения лесных пожаров). В пределах восточных склонов северного Сихотэ-Алиня пирогенная трансформация приводит к существенному снижению ландшафтного разнообразия, проявляющегося в увеличении степени фрагментированности геосистемных выделов, сокращении доли коренных темнохвойных лесов. Это, в свою очередь, способствует изменению ряда характеристик геосистем не только уровня урочищ, но также и местности. Высокая степень трансформации темнохвойных геосистем восточных склонов Сихотэ-Алиня, которая проявляется в постоянном сокращении общей площади, раздробленности контуров, уменьшению их размеров при недостаточной представленности в ООПТ, определяет необходимость сохранения их как «ключевых ландшафтных территорий» – эталонов зональных геосистем.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ-Правительства Хабаровского края 10-05-98011 и проекта ДВО РАН № 10-III-B-09-235.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Чибилев, А.А. Ключевые ландшафтные территории (географические аспекты сохранения природного разнообразия) / А.А. Чибилев, В.М. Павлейчик // Вестник Оренбургского государственного университета. Спец. выпуск (67). Оренбург: ОрГУ, 2007. С. 4-8.
2. Лесной комплекс Дальнего Востока России: аналитический обзор. – Хабаровск: РИОТИП, 2008. 185 с.
3. Манько, Ю.И. Ель аянская. – Л.: Наука, 1987. 279 с.
4. Климина, Е.М. Ландшафтно-картографическое обеспечение территориального планирования (на примере Хабаровского края). – Владивосток: Дальнаука, 2007. 132 с.
5. Климина, Е.М. Оценка антропогенной динамики ландшафтов восточного макросклона северного Сихотэ-Алиня на основе данных дистанционного зондирования / Е.М. Климина, А.В. Остроухов // ИнтерКарто/ИнтерГИС-16. Устойчивое развитие территорий: Теория ГИС и практический опыт: Матер. междунар. научн. конф. (Ростов-на-Дону (Россия), Зальцбург (Австрия), 3-4 июля 2010 г.). – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. С. 237-242.
6. NASA WIST, <https://wist.echo.nasa.gov>.
7. Бейчук, О.Н. Использование материалов многозональной космической съёмки с целью выявления изменений в лесном фонде Белгородской области / О.Н. Бейчук, С.В. Парахин // Вестник ВГУ. Серия География. Геоэкология. 2006. №2. С. 62-68.
8. Данилова, И.В. Методика составления карт лесных территорий на основе данных космической съёмки (на примере Красноярского края) // География и природные ресурсы. 2007. №4. С. 104-145.

THE ANALYSIS OF DARK-CONIFEROUS FORESTS DISTURBANCE DYNAMICS IN NORTHERN SIKHOTE-ALIN ON THE BASIS OF USING THE SATELLITE DATA

© 2011 E.M. Klimina, A.V. Ostroukhov

Institute of Water and Ecological Problems FEB RAS, Khabarovsk

In work analysis of dark coniferous forests disturbance dynamics in northern Sihote-Alin under the influence of anthropogenous loadings (fellings and fires) on the basis of using the data of Earth distance sounding (EDS) is carried out. For the first time for this territory maps of pyrogenic transformations of investigated geosystems are created, its scales, intensity and degree of a repeated burn-out are defined. It is revealed that to the greatest influence natural complexes of low mountains and foothills with fir-fur-tree forests have undergone, and also volcanic plateaus. The map reflecting the dynamics of change the area of dark-coniferous forests of north Sihote-Alin east slopes is presented. The obtained data speaks about reduction of the area of dark-coniferous forests, decreasing during investigated 30 years with speed of 0,54% a year.

Key words: *main landscape territories, dark-coniferous forests, Earth distance sounding*

Elena Klimina, Candidate of Geography, Associate Professor, Senior Research Fellow at the Laboratory of Optimization the Regional Nature Management. E-mail: Kliminaem@bk.ru
Andrey Ostroukhov, Candidate of Geography, Research Fellow at the Laboratory of Optimization the Regional Nature Management. E-mail: ostran2004@bk.ru