

# Landsat MSS для лесных задач

[Обсудить в форуме](#) Комментариев — 32

Эта страница опубликована в основном списке статей сайта по адресу <http://gis-lab.info/qa/landsat-mss-forests.html>

Для лучшего понимания динамики лесных экосистем очень полезно иметь дистанционную информацию за как можно более долгий период. С открытием архива снимков Landsat стали доступными и снимки сенсоров MSS, работавших с 1972 по 1999 г. Таким образом, стала доступна информация о лесных экосистемах начиная с 70х гг прошлого века, и это уникальный источник, поскольку в 70-е-80-е других аппаратов ДЗЗ с таким разрешением и пространственным покрытием не было.

Снимки с описываемого сенсора имеют ряд ограничений по сравнению с Landsat TM и более поздними изображениями. В данной статье будут описаны характеристики и особенности дешифрирования изображений MSS, а также будет рассмотрен примерный круг задач, решаемых с помощью этих снимков, и опыт дешифрирования MSS в реальном лесном проекте.

## Содержание

- [1 Характеристики сенсора](#)
- [2 Что можно увидеть на MSS и что нельзя](#)
  - [2.1 Синтезы](#)
  - [2.2 Лесные экосистемы на MSS](#)
- [3 Особенности обработки](#)
- [4 Возможность использования снимков MSS в лесном хозяйстве](#)
- [5 Опыт использования снимков Landsat MSS в проекте НП "Прозрачный мир" "Интенсивное и устойчивое лесопользование в России"](#)
- [6 Источники](#)

## Характеристики сенсора

Сенсор MSS работал с июля 1972 года по январь 1999 на борту спутников Landsats с 1 по 5. В то время это была настоящая революция в области ДЗЗ; мало того, после поломки в ноябре 2011 года Landsat 5 TM, инструмент MSS снова был включен и работал с июня 2012 года до января 2013 года <sup>1</sup>.

Изображения MSS поставляются с уровнем обработки L1T (радиометрическая и геометрическая коррекция с использованием цифровых моделей рельефа), разрешение 60 м/пиксель. Характеристики каналов и иную информацию можно получить [здесь](#). Обратим внимание, что разрешение сенсора и разрешение снимка - разные вещи. Нумерация каналов у MSS не такая, как у более новых Landsat'ов, а 4 5 6 7 соответственно.

У многих изображений в центре изображения во всех диапазонах отсутствует полоса в 8 пикселей, что примерно составляет 18000 пикселей, а также имеются многочисленные полосы в случайных местах изображения



рис. 1 - полосы на Landsat MSS

## Что можно увидеть на MSS и что нельзя

Итак, изображения MSS обладают невысоким пространственным разрешением и дефектами - полосами. Кроме того, в отличие от более поздних Ландсатов, доступных каждые 2 недели, удачных MSS намного меньше, хорошо если попадется 1-2 пригодных к обработке снимка на одну и ту же территорию. Однако даже такие "слепенькие" снимки поддаются обработке и могут дать исследователю полезную информацию.

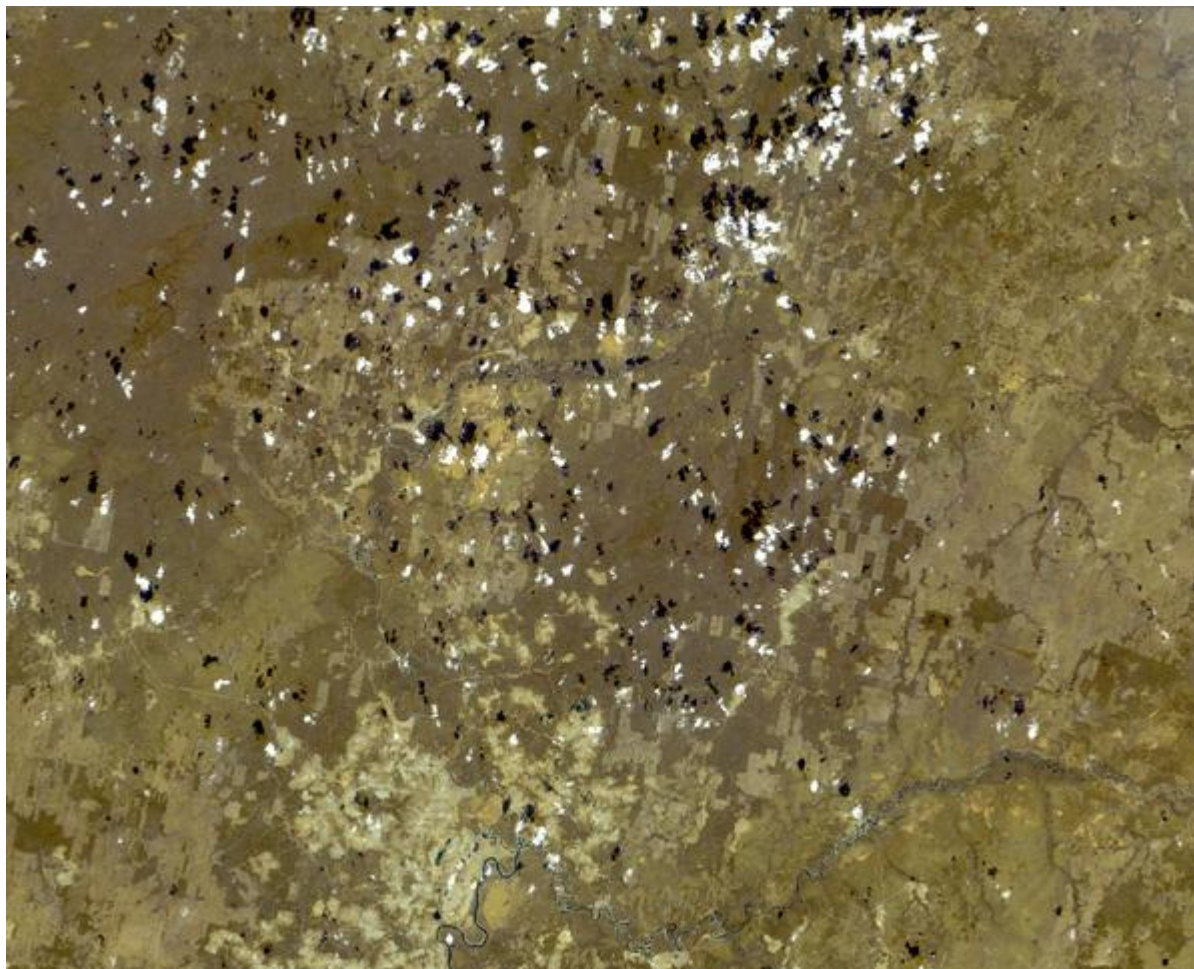
## Синтезы


Сравним характеристики диапазонов MSS и TM (таблица 1)

MSS			TM		
номер канала	начало	конец	номер канала	начало	конец
1	500	600	1	450	520
			2	520	605
2	600	700	3	630	690
3	700	800	4	760	900
4	800	1100			

табл. 1 - диапазоны Landsat MSS и TM

как видно из этой таблицы, сопоставить "в лоб" синтезы MSS и TM нельзя. Мы пришли к выводу, что привычнее всего глазу синтез 4-3-1 (или, в оригинальной нумерации MSS 7-6-4(рис. 2).



 рисунок 2 - снимок Landsat MSS, синтез 4-3-1

### **Лесные экосистемы на MSS**

В силу несовершенства снимков MSS по сравнению с более поздними, не стоит ожидать от них слишком многого, но кое-что увидеть можно. Рис. 2 показывает, какие основные объекты видны на MSS и как они выглядят на TM



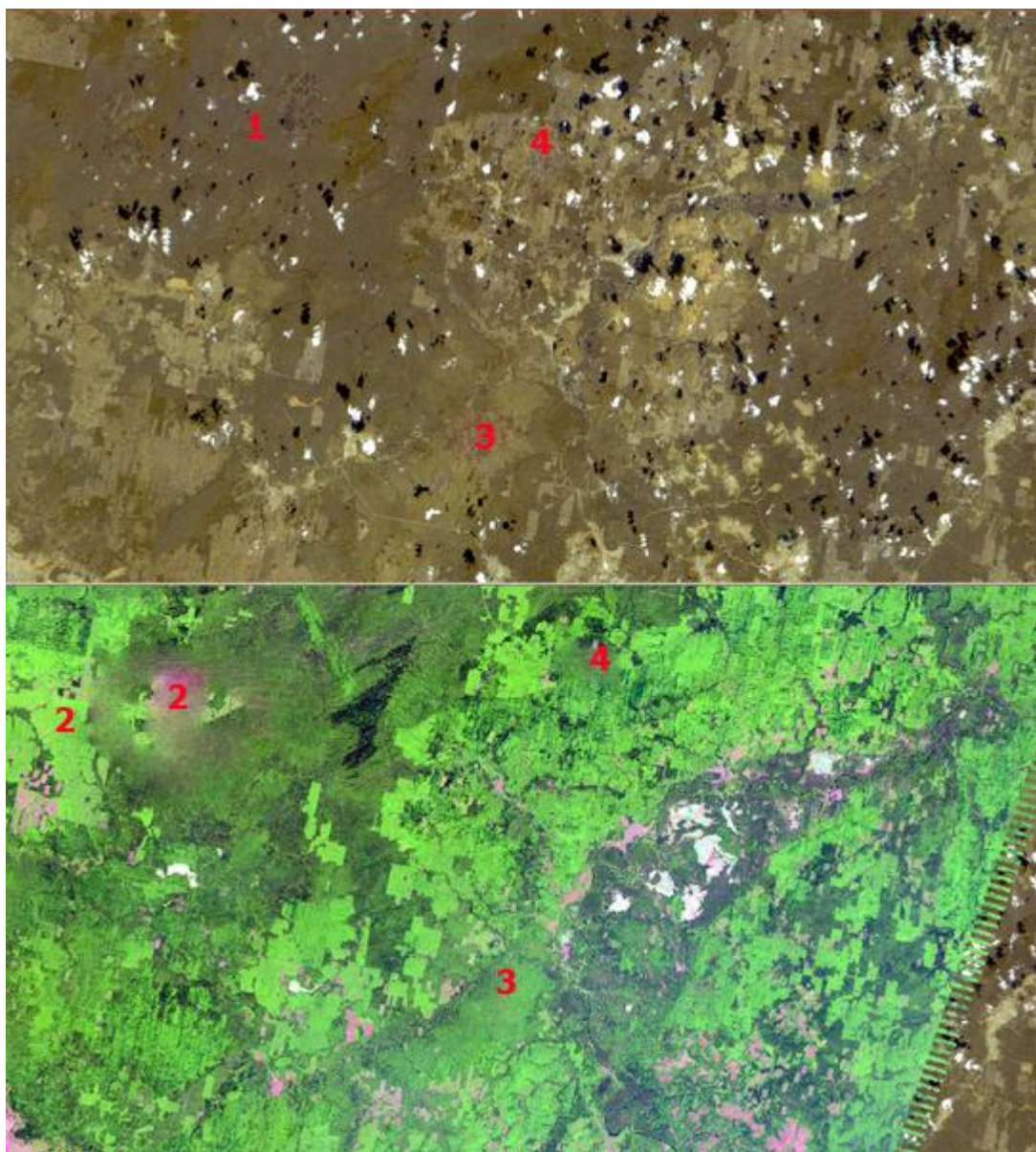


рисунок 2 - снимок Landsat MSS и TM на ту же территорию

1 - лес (можно попытаться разделить на хвойный и лиственный, но надежно пока не получалось) 2 - вырубка на месте этого леса 3 - возможно, молодой лиственный лес, видно несколько лучше, чем смешанный с хвоей 4 - вырубка на MSS, как видно, она зарастает листвой на TM.

На рис. 3 показаны разные виды рубок и лиственные массивы. Хорошо виден дефект в виде полосы.

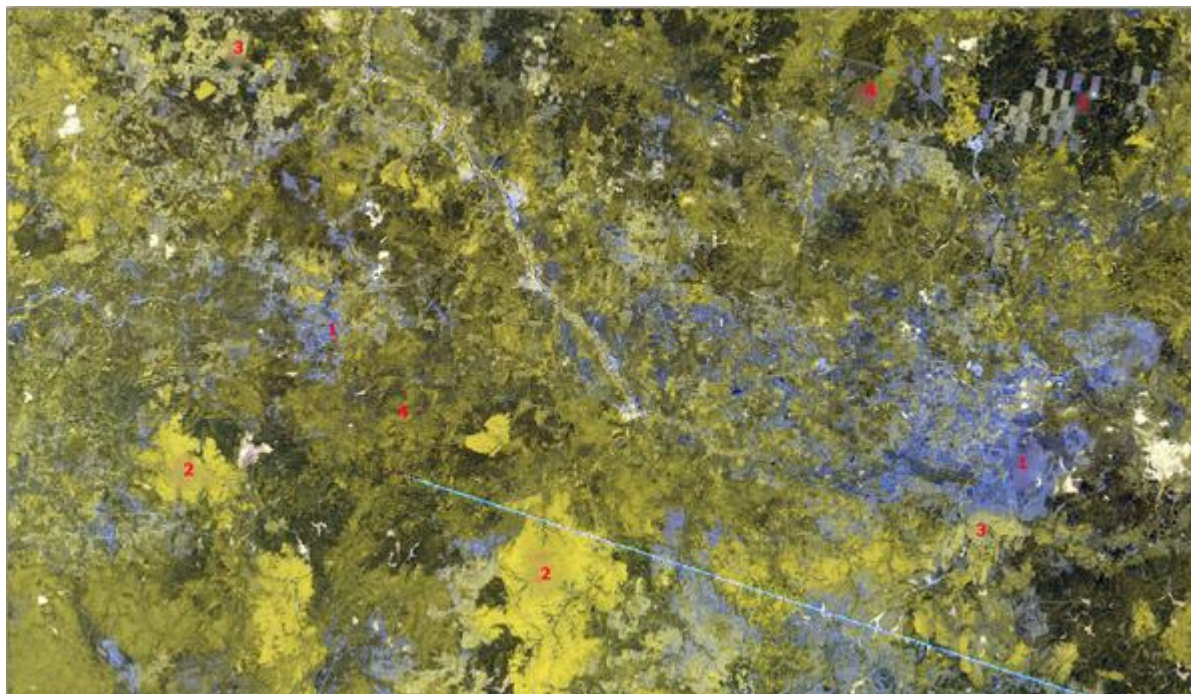


рисунок 3 - снимок Landsat MSS

- 1 - рубки со сжиганием порубочных остатков: "на снимках, полученных для Коми, видно, что в некоторых местах леса были сначала вырублены, а затем выжжены" <sup>2</sup>  
 2 - лиственные насаждения 3 - зарастающие рубье 4 - смешанные насаждения

## Особенности обработки

Особенности изображений Landsat MSS (невысокое пространственное разрешение, дефекты, всего 4 спектральных канала) обуславливают некоторые хитрости в их обработке. Как уже говорилось выше, особенностью MSS является наличие полос и артефактов. Условно их можно разделить на три класса: Полосы 1-го рода. Перед классификацией шумов сенсора нужно убирать. Есть как минимум 2 способа: а) Метод главных компонент, удалив или уменьшив вес 3-й и 4-й компонент можно избавиться от шумов, например, как описано здесь <sup>3</sup> б) быстрое преобразование Фурье. В GRASS можно делать и то и другое: <sup>4</sup> Полосы 2 рода - сдвиг отдельных участков на некоторое количество пикселей. Полосы 3 рода - артефакты совершенно другого цвета, никак не связанные со снимком, в случайных местах изображения. При автоматизированной классификации с обучением приходится кроме обычных классов (хвойные, вода, болота...) выделять еще и отдельные тестовые участки для полос третьего рода, иногда даже 2-3 класса для полос разного цвета. При этом для классификации бесполезно использовать сложные и долго выполняющиеся алгоритмы (SVM, нейронные сети), поскольку разделимость тестовых участков очень невелика. На практике в итоге было решено использовать алгоритм максимального правдоподобия, т.к. его точность по нашему опыту чуть выше, чем у методов Махалобиса или минимального расстояния (см. например, <sup>5</sup>), а дешифрирование проходит очень быстро.

Результирующее изображение содержит паразитный класс "полосы". Увы, с ними нельзя поступить как с облаками и тенями на традиционных Landsat 5 или 7, т.е. отмаскировать и попробовать закрыть получившиеся лакуны информацией с другого снимка. Для этого сцен MSS на одну и ту же территорию слишком мало. Бороться с полосами можно по-разному, например, попытаться отмаскировать их еще на этапе предобработки. Также можно воспользоваться графическим редактором - открыть результат классификации в редакторе, и глядя на исходный снимок и какой-нибудь ближайший по времени Landsat 5, вручную "замазать" полосы цветами тех классов, которые скорее всего должны быть на месте полос. Для того, чтобы не потерять привязку, нужно сохранить результат классификации в tiff со всеми возможными файлами привязки (tfw, world...) или, если есть деньги, воспользоваться плагином для Фотошопа [Avenza Geographic Imager](#). Это, конечно, эрзац, и служит он только для создания красивых изображений, поэтому для дальнейшего анализа нужно все равно работать с исходным "полосатым" результатом классификации.

## Возможность использования снимков MSS в лесном хозяйстве



Теперь, когда мы знаем непростой характер снимков MSS, выясним, для чего же можно их использовать  
1) для установления факта лесонарушений. На рис. 4 показан снимок на участок респ. Коми, хорошо видны вырубki и гарь

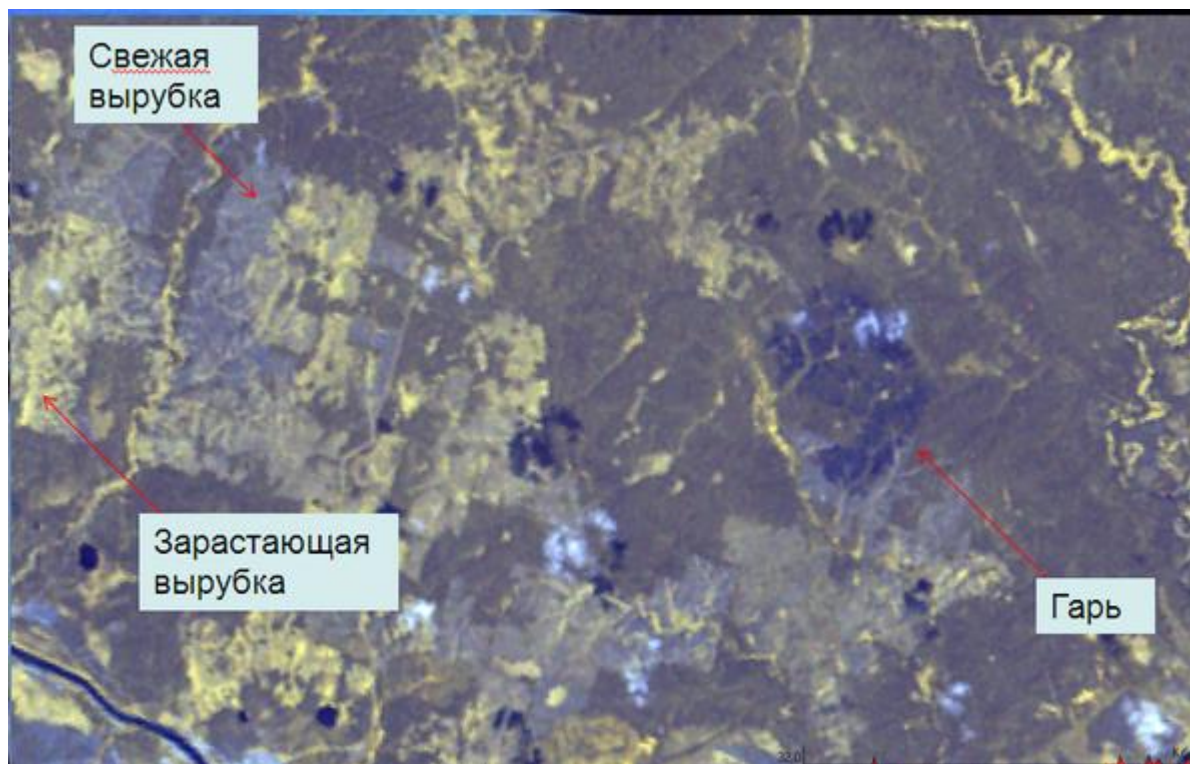


рисунок 4 - снимок Landsat MSS показывает нарушения в лесных насаждениях Коми

- 2) для установления возраста и происхождения насаждений на месте нарушений (например, вторичные лиственные на месте вырубok 40-50 гг
- 3) для оценки потери лесов в результате природных или антропогенных факторов. Например, "южный массив" в респ. Коми с 70х гг прошлого века сократился вдвое (рис. 5)

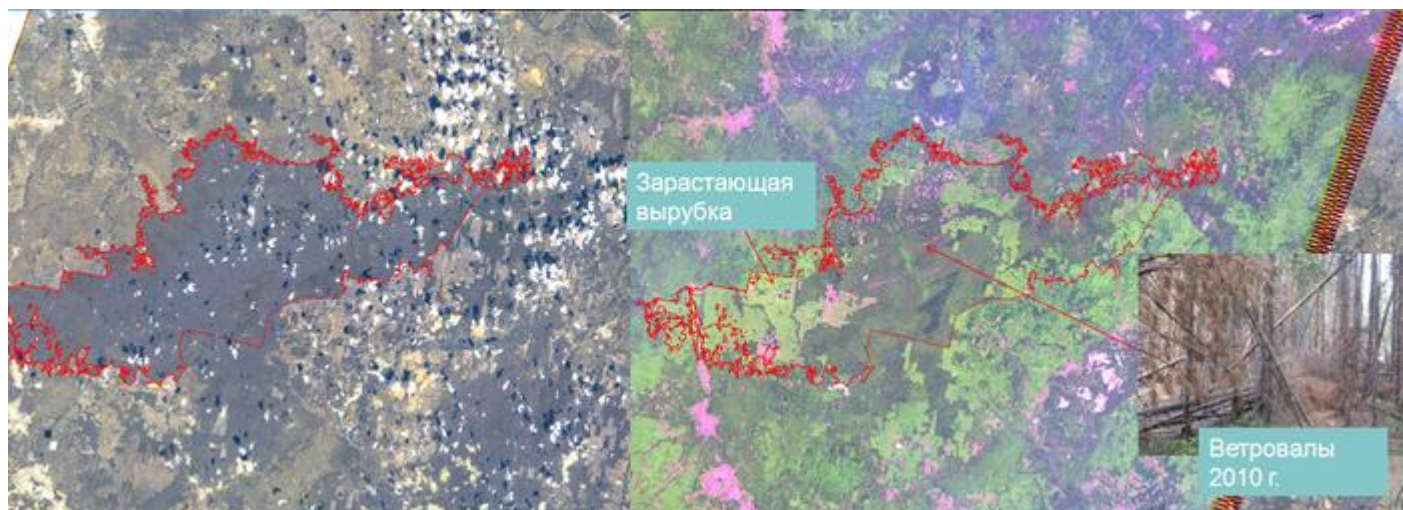


рисунок 5 - снимки Landsat MSS (1973) и TM (2011) на Южный массив лесов в респ. Коми

Рисунок 6 иллюстрирует потерю лесов юга Коми в результате рубок. Нами было сделано сопоставление результатов дешифрирования спутниковой съемки с Атласом лесов СССР [6](#). Получилось, что почти все лесные массивы, представленные в Атласе как ельники и сосняки, на самом деле вырублены как раз примерно на момент создания атласа.



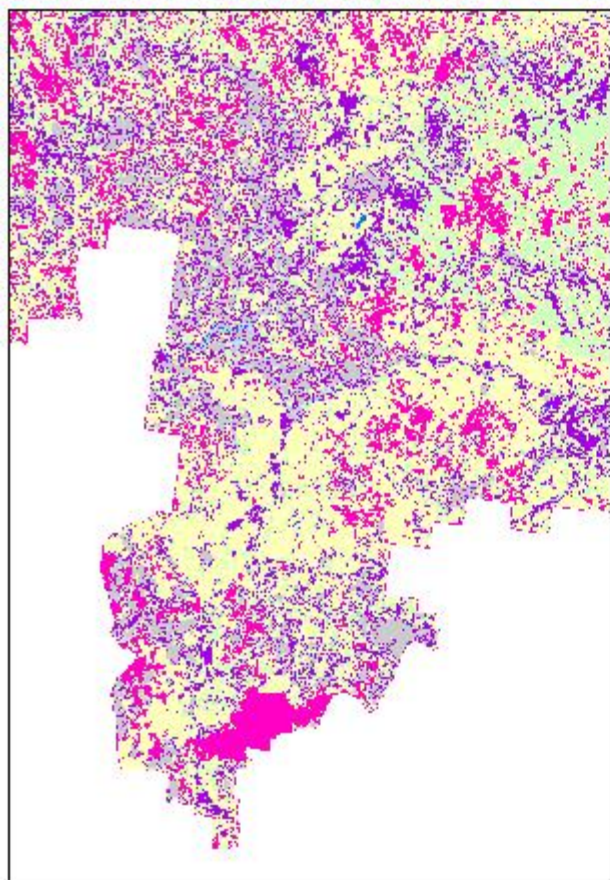


рисунок 6 - результат дешифрирования снимка Landsat MSS (1973) и фрагмент карты лесов Коми. Желтым и серым на снимке показаны старые вырубки и свежие вырубки и гари соответственно

4) для уточнения состава насаждений при анализе временных рядов снимков. На рис. 7 показано, что сосняк (возможно, лишайниковый) отлично определяется на MSS и Landsat TM 1990х гг, но выглядит как обычный смешанный лес на снимке 2003 г. Соответственно, применяя анализ временных рядов снимков, получаем уточненный состав - смешанный лес с участием сосны.

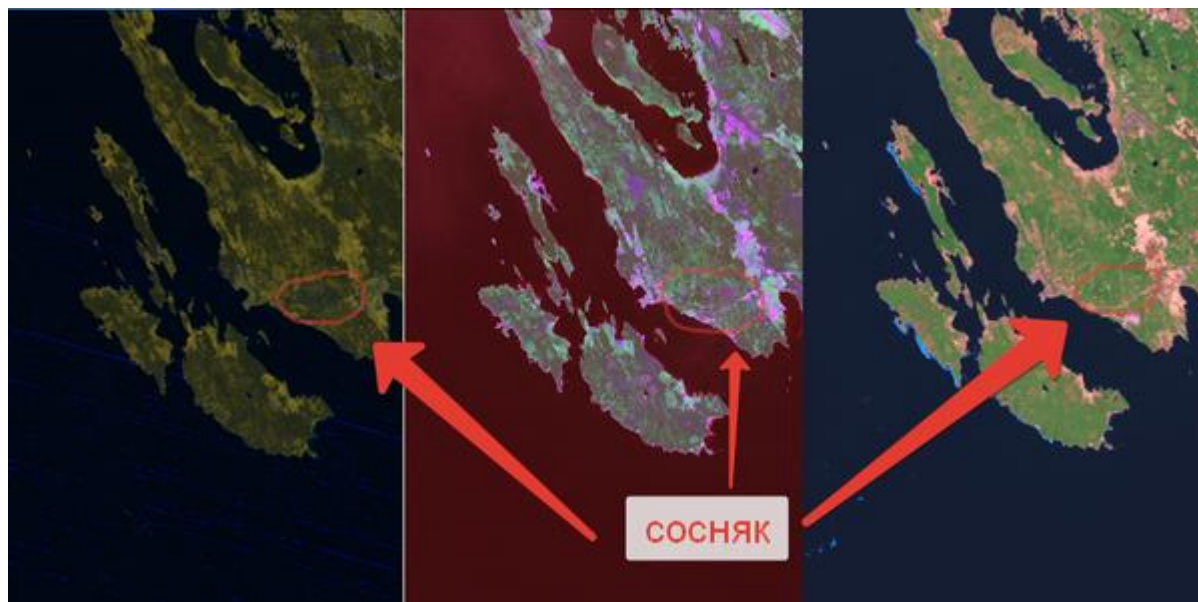


рисунок 7 - снимки Landsat MSS (1973), Landsat TM (1990-е) и Landsat TM (2003). Можно проследить изменение состава леса с сосняка на смешанный

Таким образом, Landsat MSS можно использовать для анализа временных рядов Landsat, помня об ограничениях по разрешению и дефектах.

## Опыт использования снимков Landsat MSS в проекте НП

# "Прозрачный мир" "Интенсивное и устойчивое лесопользование в России"

Проект "Интенсивное и устойчивое лесопользование в России" начался в 2010 г., основным спонсором был печально известный USAID. Проект должен был продлиться 3 года, но из-за того, что USAID в России запретили, был свернут раньше времени.

Цель проекта: Информационная поддержка совершенствования управления лесами России с учетом передового отечественного и зарубежного опыта, современных подходов и практик ведения устойчивого лесного хозяйства, в том числе, механизмов Киотского протокола

Для этого, в частности, были созданы карты лесов на Республики Коми и Карелия, Вологодскую, Ленинградскую, Архангельскую, Мурманскую области. При этом использовались снимки Landsat за три временных периода - 70-е, 2000-е и 2010-е гг. Рисунок 8 иллюстрирует, какие классы были получены для разных снимков.

Классы по TM/ETM+	Классы по MSS
ельники	леса хвойные
сосняки зеленомошные	зарастающие вырубки
сосняки <u>лишаниковые</u>	леса лиственные
сосняки сфагновые	болота и луга
лиственные леса	новые вырубки и гари
смешанные леса	гольцы
сфагновые болота	воды
травяные-березовые болота	гарь
обводненные болота	
вырубки	
гарь	
ветровалы	
вода	
гундра	
растительность отсутствует	

рисунок 8 - классы на снимках Landsat MSS (1973), Landsat TM (2000-е и 2010-е гг). Слайд взят из презентации А.М Крылова

На основе 3 карт была создана результирующая, включающая 25 классов. Удалось разделить вторичные лиственные и смешанные леса на 3 группы возраста. Фрагмент такой карты показан на рис. 9.





рисунок 9 - фрагмент результирующей карты. Слайд взят из презентации А.М Крылова

Дальше с полученной картой можно проводить разнообразную работу, например, анализ доступности тех или иных лесов, анализ пригодности территорий под лесные плантации и т.п. Предполагалось выложить результаты в Интернет в виде интерактивной карты, но из-за свортывания проекта этого сделать не удалось. Более подробно наша работа описана в <sup>7</sup> и в <sup>8</sup>.

Итак, снимки MSS, если знать их возможности и ограничения, представляют собой интересный источник информации для анализа временных рядов снимков и лучшего понимания изменений в лесных экосистемах.

## Источники

1. <http://landsat.usgs.gov/NewMSSProduct.php>
2. [http://ria.ru/forest\\_news/20111201/503714057.html](http://ria.ru/forest_news/20111201/503714057.html)
3. <http://academic.emporia.edu/aberjame/student/tucker1/es775.html>
4. [http://grasswiki.osgeo.org/wiki/Image\\_destriping](http://grasswiki.osgeo.org/wiki/Image_destriping)
5. [↑](#) Владимирова Н.А. Космические изображения Aster как источник данных для лесного хозяйства: характеристики, методика дешифрирования, перспективы использования // Вестник Московского государственного университета леса -Лесной вестник, № 1(64), 2009, с. 163-173
6. [↑](#) Атлас лесов СССР. М.: ГУГК при СМ СССР, 1973. 222 с.
7. [↑](#) Владимирова Н.А., Есипова Е.С. Использование данных космической съемки Landsat для создания общедоступных карт лесов севера европейской России // "Земля из космоса - наиболее эффективные решения", пятая международная конференция 29 ноября - 1 декабря 2011 г. / Сборник тезисов. - М.: Инженерно-технологический Центр СканЭкс, НП "Прозрачный мир", Издательство Бином, 2011 - 416 с. С. 61-64
8. [↑](#) Владимирова Н.А., Есипова Е.С. Крылов А.М. Использование данных космической съемки Landsat для создания общедоступной карты лесов Архангельской области и выявления изменений в лесном покрове с середины 70-х гг. XX века // АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСОВЕДЕНИИ И ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ: Доклады V Всероссийской конференции, посвященной памяти выдающихся ученых-лесоводов В.И. Сухих и Г.Н. Коровина (Москва, 22-24 апреля 2013 г.) - М.: ЦЭПЛ РАН, 2013 г. 348 с. с. 106-108

[Обсудить в форуме](#) Комментариев — 32

Последнее обновление: 2014-10-07 23:08

Дата создания: 14.05.2014

Автор(ы): [Владимирова Н.А.](#)