

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Роль леса в жизни нашей страны трудно переоценить. Леса дают людям чистый воздух, чистую воду, грибы, ягоды, служат местом отдыха, защищают прилегающие поля от засух и ветров. Лес — богатейший источник ресурсов для производства бумаги, строительных материалов, продуктов лесохимии, мебели и лекарств. В задачи лесного хозяйства как важнейшей отрасли экономики входят учет лесных ресурсов, сохранение всех полезных свойств леса, рациональная эксплуатация, охрана и восстановление лесов. Выполнение этих задач невозможно без получения полной и объективной информации о состоянии лесных массивов на разных уровнях управления лесами — от лесничества до федерального органа управления лесным хозяйством.

Использование космических снимков при учете лесного фонда, для целей лесоустройства и мониторинга

Одной из важнейших задач лесного хозяйства является государственный учет лесов. Данные такого учета используются при организации и ведении работ на лесных участках, при переводе земель лесного фонда в земли других категорий, при регистрации прав на лесные участки. Во всех указанных случаях потребители информации требуют предоставления объективных и самых последних данных об объектах лесного фонда, тогда как лесоустройство в лесах России ранее проводилось с интервалом 10–20 лет (сейчас оно во многих районах все больше отстает от этих сроков). В сложившихся обстоятельствах наиболее эффективным способом обновления данных о состоянии лесов является космическая съемка.

Основные преимущества космической съемки перед традиционной аэрофотосъемкой лесов заключаются в следующем:

- возможность оперативного получения информации в течение нескольких дней (или даже часов). Такая оперативность необходима, в частности, при контроле за очагами развития лесных вредителей для своевременного проведения истребительных мероприятий;
- доступность снимков на разные даты в течение нескольких лет, что обеспечивается автоматическим непрерывным «сбросом» снимков со спутников и их хранением в базе данных. Особую ценность при дешифрировании представляют зимние, летние и осенние цветные снимки одной и той же лесной территории;
- доступность снимков разного масштаба и разного пространственного разрешения сразу в цифровом формате, геопривязанных и приведенных к стандартной картографической проекции. Такие характеристики позволяют быстро «подключать» снимки к лесохозяйственным ГИС и базам данных;
- возможность бесплатного получения обзорных снимков низкого разрешения и невысокий уровень цен на снимки высокого разрешения вплоть до масштаба 1:25 000.

В последнее время рынок космических снимков выгодно отличают снижение цен, обеспечение доступа к снимкам среднего и высокого разрешения сразу с нескольких спутников и несекретность, тогда как высокая стоимость аэрофотосъемки вынуждает лесоустройство заказывать снимки масштаба 1:40 000 (и даже 1:60 000) вместо необходимых снимков масштаба 1:10 000.

Действующая Инструкция по проведению лесоустройства в лесном фонде России (1994 г.) предусматривает применение космических снимков при решении широкого круга задач, особенно при устройстве малоосвоенных лесов северных и восточных регионов России. За прошедшие 10 лет существенно возросли как технические возможности съемочной аппаратуры, так и возможности дешифрирования в автоматическом или полуавтоматическом режиме. Все это позволяет эффективно использовать данные съемок из космоса — в том числе при организации непрерывного лесоустройства с ежегодным внесением изменений в данные государственного учета лесов.

Наибольший эффект применение космических снимков дает при решении таких задач, как:

- определение площадей и территориального размещения лесных массивов;
- определение породного состава лесов;
- выявление спелых и перестойных насаждений;
- контроль за лесовозобновлением на вырубленных участках, на гарях и ветровалах;
- контроль за состоянием полезащитных лесных полос в южных регионах;
- мониторинг очагов усыхания от вредителей и болезней.

Актуализация лесных карт и выявление очагов усыхания

Результат обновления (актуализации) лесных карт с применением космических снимков показан на примере Костомукшского леспромхоза (Карелия). На рисунках (стр. 37) представлены: фрагмент плана лесонасаждений по данным лесоустройства 1990 г., космический снимок 2002 г. и актуальная карта 2002 г., полученная в результате дешифрирования. В работе применялись снимки с пространственным разрешением 23 м со спутника IRS-1D. На первом этапе границы лесопокрытой площади уточнялись по зимним снимкам, где сенокосы и вырубки, покрытые снегом, легко отделяются от лесных насаждений. На втором этапе по летним многозональным снимкам с использованием инфракрасного канала выделялись болота, дороги и гари. На третьем этапе по летним и осенним снимкам выделялись участки леса с различным породным и возрастным составом. В качестве эталонных участков для обучения брались характерные выделы с таксационной карты 1990 г. В результате автоматизированного дешифрирования космического снимка была получена актуальная карта лесонасаждений Костомукшского леспромхоза по состоянию на 2002 г.

Наилучшие результаты при ведении непрерывного лесоустройства с помощью ГИС дает совместное применение данных базового лесоустройства, актуальных космических снимков и материалов лесхозов по текущей хозяйственной деятельности.

Выявление очагов усыхания от вредителей и болезней показано на примере очагов короеда типографа в зоне смешанных лесов центра Русской равнины (стр. 41). Катастрофическая по своим масштабам вспышка численности короеда (1999–2003 гг.) только в Московской области привела к гибели около 5 тыс. га спелых и перестойных ельников. В настоящее время во многих водоохранных и рекреационных лесах региона достаточно остро стоит вопрос о проведении санитарных и лесовосстановительных рубок с минимальным ущербом для целевых функций этих лесов.

Контроль за соблюдением правил рубок леса

Контроль сплошных рубок на официально разрабатываемых участках

Основным видом рубок в России (примерно три четверти от общего объема) являются сплошные рубки. Правила проведения рубок подробно регламентированы с учетом лесоводственных свойств древесных пород, лесохозяйственных районов и деления лесов на группы. Максимальный размер лесосек, установленный в настоящее время, составляет от 2,5 га (в семенных дубравах южной части страны) до 50 га (в хвойных лесах северных регионов).

При проведении рубок должно обеспечиваться своевременное возобновление леса. Для этого новые лесосеки можно располагать сторонами вплотную к вырубленным участкам лишь через несколько лет (от 2 до 8 – так называемый срок примыкания), но допускается касание лесосек своими углами в один и тот же год. Поэтому в местах массовых рубок лесосеки часто располагаются подобно клеточкам шахматной доски.

Применение снимков из космоса позволяет быстро и эффективно контролировать виды рубок (выборочные, постепенные, сплошные), площади вырубок, размещение лесовозных дорог, волоков и погрузочных площадок в соответствии с технологической картой разработки лесосеки, выявлять недорубы и перерубы. Участки крупных сплошных вырубок надежно выявляются на космических снимках с разрешением 30–45 м (TM, ETM+, MСУ-Э). Магистральные волоки, погрузочные площадки, а также участки выборочных рубок видны на снимках с разрешением 6–15 м (IRS, ASTER). «Подключение» снимков к лесохозяйственным ГИС дает возможность в полуавтоматическом режиме выявлять нарушения размеров и направления лесосек, правил примыкания делянок.

При необходимости оперативную информацию о ходе и соблюдении правил рубок могут одновременно (и независимо) получать:

- руководство компаний-лесозаготовителей;
- ответственные лесхозы;
- органы управления лесным хозяйством субъектов РФ;
- федеральный орган по управлению лесным хозяйством;
- контрольные органы Министерства по природным ресурсам;
- общественные природоохранные организации.

Обнаружение незаконных рубок

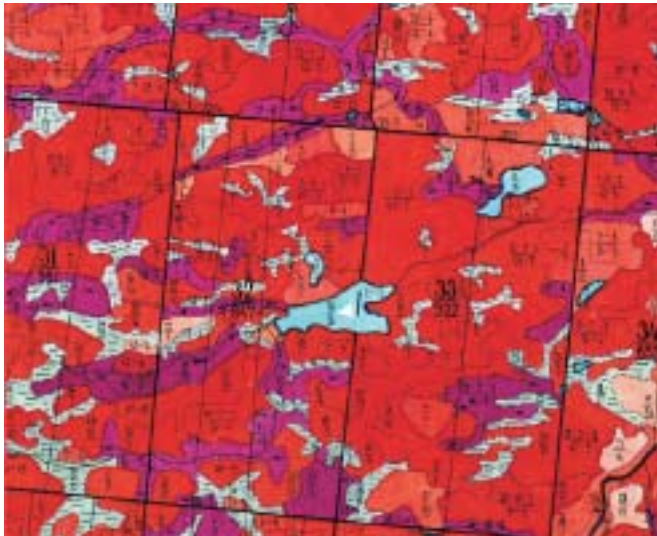
Огромный ущерб лесам и экономике России причиняется незаконными порубками леса. По официальным данным, ущерб, причиненный лесному фонду незаконными порубками, составил в 2002 г. 5,5 млрд. руб. В последнее время незаконная заготовка древесины стала осуществляться мобильными группами лесонарушителей, оснащенными современной лесозаготовительной техникой, радиосвязью и оружием.

В борьбе с незаконными рубками решающее значение имеет их оперативное обнаружение. Многие незаконные сплошные рубки могут быть выявлены при сравнении материалов отводов с данными космической съемки, сделанной за год до рубки и к моменту проверки. При этом для выявления большинства рубок и грубой оценки их площади достаточно снимков с разрешением даже 250 м (Terra MODIS). Таким образом, оперативная информация, получаемая с космических спутников, позволяет вовремя выявить случаи нарушений без привлечения дорогостоящих вертолетных облетов.

Рубки в местах, запрещенных законодательством

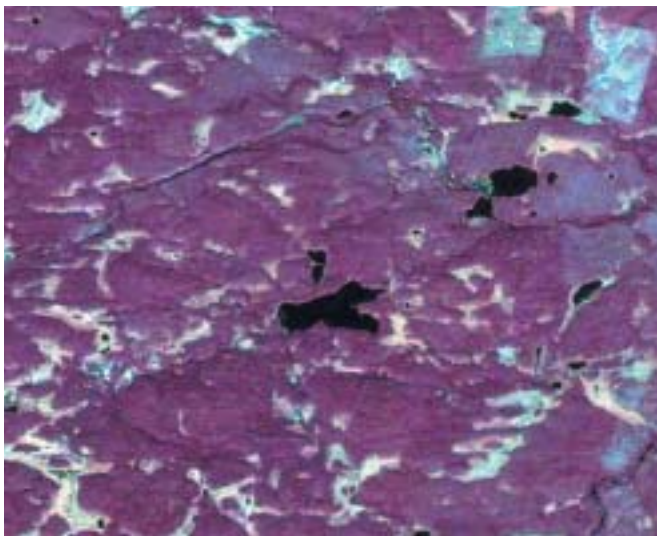
Наличие официальных разрешительных документов на проведение рубки не всегда означает законность рубки как таковой. Примерами такого рода рубок являются многие сплошные рубки в водоохранной зоне рек и озер, а также на охраняемых природных территориях (государственные природные заповедники, национальные парки, заповедные лесные участки, заказники со строгим режимом). Использование космических снимков позволяет органам охраны природы и общественным природоохранным организациям контролировать соблюдение установленных границ водоохранных зон, а также выявлять незаконные порубки на особо охраняемых природных территориях.

Обновление карт лесной таксации



Фрагмент плана лесонасаждений Ладвозерского лесничества Костомукшского комплексного леспромхоза (Карелия). Лесоустройство 1990 г.

- спелые и перестойные ельники
- спелые и перестойные сосняки
- приспевающие сосняки
- средневозрастные сосняки
- сосновые молодняки

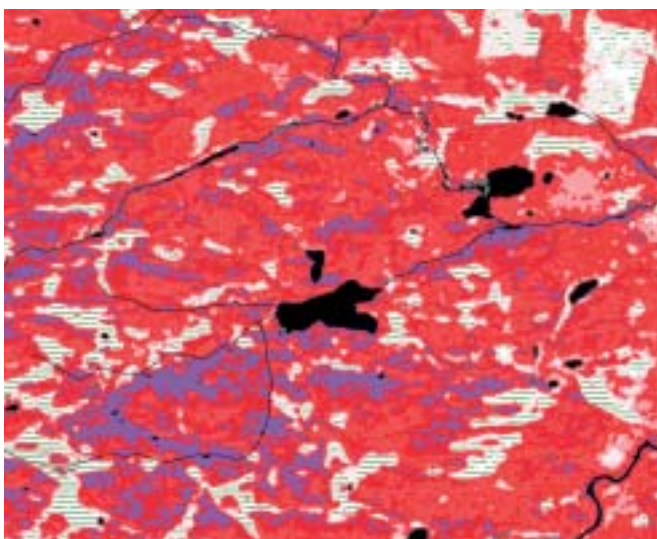


Фрагмент космического снимка IRS-1D LISS, синтез RGB 3:2:1.

Пространственное разрешение 23 м.

Дата съемки: 15 мая 2002 г.

©ANTRIX, Space Imaging Inc., ИТЦ СканЭкс, 2004 г.



Результат автоматизированной обработки снимка IRS. Полученная карта распределения лесов по преобладающим породам и группам возраста может служить основой для обновления данных таксации.

- спелые и перестойные ельники
- спелые и перестойные сосняки
- приспевающие и средневозрастные сосняки
- сосновые молодняки



10 0 10 20 км

Мониторинг лесных площадей в районах интенсивных сплошных промышленных рубок

Рубки и восстановление леса. Пинежский район Архангельской области



Снимок Landsat 5 TM,
синтез RGB 3:2:1.
Пространственное разрешение 30 м.
Дата съемки: 04 июня 1986 г.

 свежие вырубki
 зарастающие вырубki

Снимок Landsat 7 ETM+,
синтез RGB 3:2:1.
Пространственное разрешение 30 м.
Дата съемки: 21 июня 2001 г.



Снимок Метеор-3М МСУ-Э,
синтез в «натуральных» цветах.
Пространственное разрешение 45 м.
Дата съемки: 02 августа 2003 г.

10 0 10 20 км



Рубки и восстановление леса. Холмогорский район Архангельской области



Снимок Landsat 5 TM, синтез RGB 3:2:1.
Пространственное разрешение 30 м.
Дата съемки: 04 июня 1986 г.



Снимок Landsat 4 TM, синтез RGB 3:2:1.
Пространственное разрешение 30 м.
Дата съемки: 08 июня 1988 г.



Снимок Ресурс 01 МСУ-Э, синтез в «натуральных» цветах.
Пространственное разрешение 45 м.
Дата съемки: 29 июня 1997 г.



Снимок Ресурс 01 МСУ-Э, синтез в «натуральных» цветах.
Пространственное разрешение 45 м.
Дата съемки: 02 августа 1999 г.



Снимок Landsat 7 ETM+, синтез RGB 3:2:1.
Пространственное разрешение 30 м.
Дата съемки: 21 июня 2001 г.

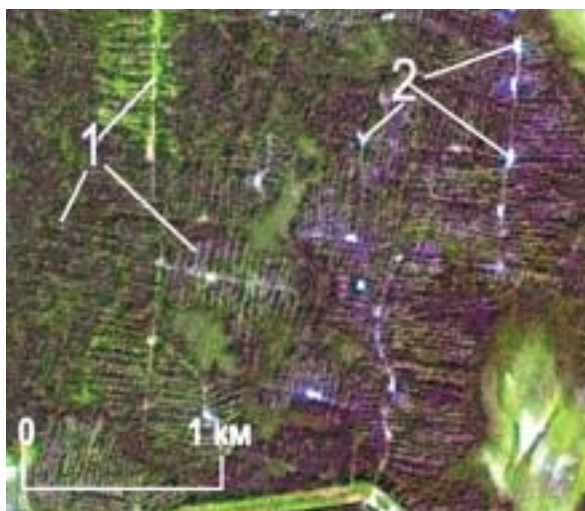


Снимок IRS-1D LISS, синтез в «натуральных» цветах.
Пространственное разрешение 23 м.
Дата съемки: 31 марта 2004 г.
©ANTRIX, Space Imaging Inc., ИТЦ СканЭкс, 2004 г.



Дешифрирование рубок по космическим снимкам

Выборочные рубки



Снимок IRS-1D LISS/PAN, синтез в «натуральных» цветах

©ANTRIX, Space Imaging Inc., ИТЦ СканЭкс, 2004 г.

Участок выборочных рубок. Хорошо просматриваются пасечные и магистральные волоки (1) и погрузочные площадки (2). Выборочные рубки можно увидеть только на снимках пространственного разрешения свыше 10–15 м.



Снимок IRS-1D LISS/PAN, синтез в «натуральных» цветах

©ANTRIX, Space Imaging Inc., ИТЦ СканЭкс, 2004 г.

Участки выборочных рубок. У дороги видны трелевочные волоки (1) и погрузочные площадки (2). Хорошо выделяются сплошная вырубка в водоохранной зоне (3) и гарь (4).

Рубки в водоохранной зоне



Снимок Landsat 7 ETM+, синтез RGB 3:2:1

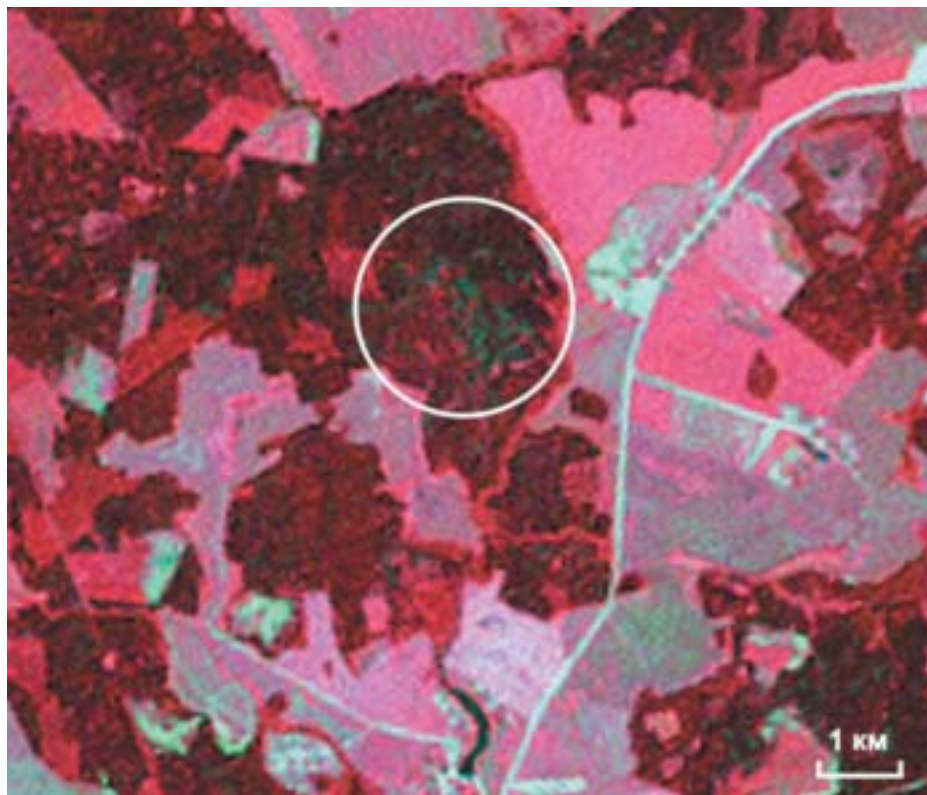
Пример недопустимых сплошных рубок в водоохранной зоне (1). В водоохранных зонах вдоль рек, озер и водохранилищ вводятся существенные ограничения на лесохозяйственную деятельность. Здесь разрешаются только санитарные рубки и рубки ухода.



Снимок Landsat 7 ETM+, синтез RGB 3:2:1

Пример недопустимых сплошных рубок в водоохранной зоне (1). Минимальная ширина водоохранной зоны устанавливается для участков рек протяженностью от их истока: от 10 до 50 км – 100 м; от 50 до 100 км – 200 м; от 100 до 200 км – 300 м; от 200 до 500 км – 400 м; от 500 км и более – 500 м.

Выявление очагов усыхания ельников



Фрагмент снимка Landsat 7 (ETM+), синтез RGB 4:3:3. Пространственное разрешение 30 м. Дата съемки: 21 июля 2001 г. Очаги усыхания ельников в результате вспышки размножения короеда типографа (Рузский район Московской области).

Очаги усыхания в данном синтезе выявляются по серо-зеленому цвету.



Участок погибшего елового леса после вспышки короеда типографа.

Фото А. Маслова, 2002 г.