

О. А. Атрощенко, профессор; М. А. Ильючик, нач. отдела РУП «Белгослес»; А. А. Пушкин, ассистент; А. Р. Понтус, вед. науч. сотрудник НП РУП «Космоаэрогеология»; В. Р. Понтус, науч. сотрудник НП РУП «Космоаэрогеология»

МОНИТОРИНГ СПЛОШНЫХ РУБОК ЛЕСА ПО ДАННЫМ ТЕМАТИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ РАЗНОВРЕМЕННЫХ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

The modern direction of monitoring clean cutting of woods with use data thematic decoding occurring at different times of space images in integration with GIS-technologies is considered. Works on improvement of the technology monitoring of forest cabins are executed.

Одним из условий повышения эффективности управления лесными ресурсами, ведения лесного хозяйства и лесопользования является обеспечение достоверной информацией о состоянии лесного фонда и его динамике.

Основным источником получения информации о лесном фонде являются материалы лесоустройства. Традиционные технологии лесоустройства имеют периодический характер, продолжительность между инвентаризациями составляет 10 лет. За это время часть данных устаревает и требует обновления для поддержания актуализированной информации о лесных ресурсах, которую получают при проведении непрерывного лесоустройства. Однако в настоящее время планируется поддержание и актуализация баз данных о состоянии лесного фонда на основании предоставляемых в Министерство лесного хозяйства и передаваемых в Лесостроительное республиканское унитарное предприятие «Белгослес» данных хозяйственной деятельности лесхозов.

Получение информации о лесах относительно нетрудоемкими методами при снижении точности информации, но обеспечении ее достоверности, оперативности и сопоставимости возможно при использовании данных дистанционного зондирования земли и в первую очередь при автоматизации обработки аэрокосмических снимков.

В последнее время начинают эффективно использоваться методы лазерного сканирования лесов для мониторинга лесных территорий. Особенно интересна интеграция лазерной трехмерной геометрии, радарной информации интенсивности обратного рассеивания и цифровых аэро- и космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения [1]. Однако новые технологии не могут заменить или вытеснить таксационные измерения в полевых условиях.

Современные тенденции исследований лесов связаны с разработкой методов интегрированного анализа дистанционных данных в сочетании с данными наземного обследования, картографической, лесоустроительной и другой информацией [2].

Положительной особенностью современных спутниковых данных является то, что они сразу поступают в цифровом виде, это позволяет непосредственно использовать для их обработки информационные технологии.

Выполнение работ по разработке технологии мониторинга сплошных рубок леса по результатам тематического дешифрирования данных дистанционного зондирования (ДДЗ) лесов основывалось на интегрированном использовании материалов космической съемки лесов и картографической цифровой основы, сформированной в ГИС-технологиях.

Объектами исследования по мониторингу сплошных рубок были выбраны лесные массивы части Осиповичского опытного, Толочинского и Оршанского лесхозов.

Мониторинг рубок по данным дешифрирования разновременных космических снимков основывался на выполнении ряда технологических операций: подбор космических снимков за разный период съемки территории лесхоза, обработка снимков, увязка с цифровыми лесными картами, дешифрирование космических изображений, внесение текущих изменений в лесном фонде в картографические и атрибутивные базы данных и как результат выполненных работ – получение тематических карт сплошных рубок леса.

Технологическую схему по мониторингу сплошных рубок можно представить в следующем виде (рисунок).

На начальном этапе определяется территория обследования, в качестве которой могут выступать площади лесного фонда конкретного лесничества или лесхоза.

На втором этапе выполняется прием космической информации на территорию обследования с различных спутниковых систем высокого разрешения, обеспечивающих необходимое качество изображения на снимке (наличие облачности не более 5%, выполнение спектральной съемки в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне), позволяющих оценить современное состояние лесного фонда лесничества (лесхоза).

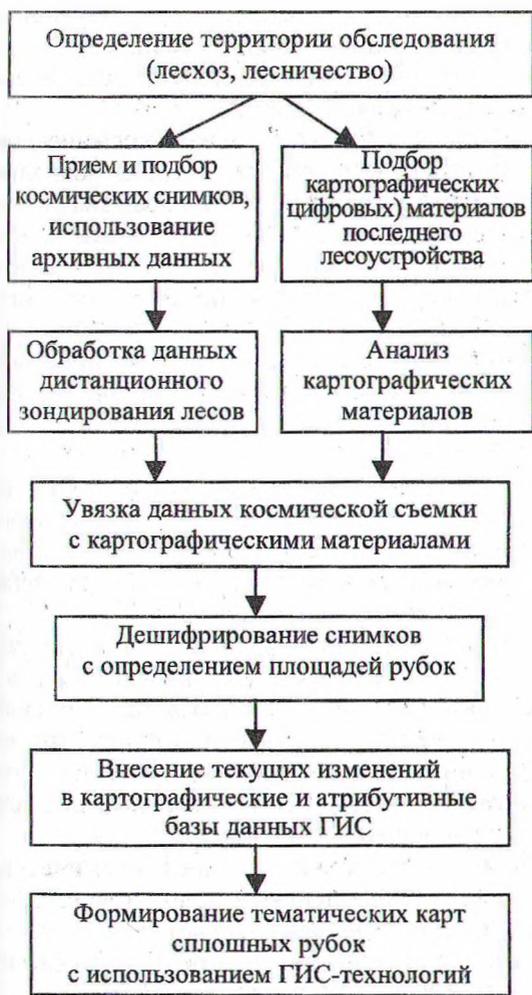


Рисунок. Технологическая схема мониторинга сплошных рубок леса с использованием данных космической съемки лесов

Используются также архивные данные космической съемки за максимально возможный период времени после проведения последнего лесоустройства. Требование к снимкам – спектрально-зональная съемка в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне; пространственное разрешение не хуже 15 м, что позволяет получать достоверную информацию (92–98%) о границах и площадях оцениваемых рубок. В настоящее время в качестве таких данных могут быть использованы материалы съемки с таких искусственных спутников земли, как Terra (Aster), разрешение 15 м; Landsat 7ETM⁺ (15, 30); Монитор (8, 20); IRS (5.8, 23); Spot-5 (2.5, 10); Ikonos (1, 1); Orbview-3 (1, 4); QuickBird (0.72, 2.5) и др. Параллельно на этом этапе производится подбор картографических материалов территории обследования. Желательно подбирать и использовать цифровые векторные карты.

В настоящее время на территории республики созданы ГИС «Лесные ресурсы» (Formar) по каждому лесхозу, цифровые карты которых могут быть использованы при мониторинге сплошных рубок с применением ДДЗ. Также

возможно использование цифровых карт, создаваемых с помощью программного комплекса (ПК) Formod в РУП «Белгослес».

После подбора космических снимков выполняется их обработка, которая включает в себя процедуры географической коррекции изображения с использованием опорных точек, кадрирование, при необходимости выполнение мозаики из двух и более снимков, синтезирование изображения из определенной комбинации спектральных каналов и сохранение в необходимом RGB-синтезе. Также выполняется анализ и подготовка картографических материалов для увязки с космическими снимками.

На следующем этапе проводится увязка космических снимков с цифровыми картами. Нужно отметить, что формируемые цифровые карты в ПК Formod имеют координатно-географическую основу, поэтому при увязке космических снимков с ними необходимо выполнить только географическую коррекцию снимка в определенной системе координат и проекции. При использовании цифровых карт из Formar необходимо выполнить комплекс операций по трансформированию векторных слоев с заданием координатной системы и проекции при помощи специальных программных средств.

После обработки снимков и увязки их с цифровыми картами выполняется дешифрирование изображений с выявлением границ и площадей сплошных вырубок, а также определяется год рубки. Для этого используется автоматизированное тематическое дешифрирование площадей рубок с применением методов классификации при помощи программных продуктов Erdas Imagine или Envi. В некоторых случаях при автоматизированном тематическом классифицировании возможно получение смешанных классов вырубок, проведенных в богатых лесорастительных условиях, и мягколиственных молодняков за счет возобновления подраста и подлеска на вырубке. Также возможно получение смешанных классов вырубки в бедных лесорастительных условиях и пашни из-за близких спектральных образов этих классов. Поэтому более достоверную информацию при определении вырубок можно получить при визуальном дешифрировании, основанном на сравнительном анализе разновременных космических снимков.

При дешифрировании снимков с определением вырубок в картографические базы ГИС вносятся изменения границ и площадей рубок, а также корректируется атрибутивная база с описанием информации по рубке (площадь, год рубки, тип леса и др.).

На заключительном этапе на основе полученной и измененной информации проводится формирование тематических карт рубок леса по годам.

По вышеописанной технологии были выполнены работы на тестовых полигонах, в качестве которых выбраны Осиповичский, Толочинский и Оршанский лесхозы.

Были подобраны снимки территории Осиповичского лесхоза Landsat 7 ETM⁺ (дата съемки 05.06.2000 г.), Terra (Aster) (30.08.2002 г.) и IRS (12.07.2005 г.). Вышеуказанные данные космической съемки территории лесхоза позволили выполнить мониторинг сплошных рубок леса, а также отследить их динамику за 5-летний период на площадях лесного фонда тестовых лесничеств (Брицаловичского, Каранского, Татарковского). Были использованы снимки территории Толочинского лесхоза (Оболецкое и Озерецкое лесничества) Terra (Aster) (10.05.2002 г., 25.09.2003 г., 07.09.2005 г.) и Оршанского (Копысское лесничество) Terra (Aster) (25.09.2003 г., 07.09.2005 г.), а также космический снимок Landsat 7 ETM⁺ (дата съемки 27.04.2000 г.) территории обоих лесхозов. Также были обработаны и проанализированы снимки Landsat, Aster других дат съемок, но из-за облачности на территории тестовых полигонов они использовались лишь частично (свободные от облаков участки).

При обработке данных дистанционного зондирования лесов использовались программные продукты: ScanEx Image Processor, Erdas Imagine, Envi и др.

По тестовым лесничествам Осиповичского лесхоза были использованы цифровые карты, полученные системой Formod. По лесничествам Толочинского и Оршанского лесхозов – карты из ГИС «Лесные ресурсы», которые были экспортированы из внутреннего формата в формат dxf, а затем отконвертированы в формат shp. Для трансформации векторных слоев с привязкой их к космическим снимкам был использован программный пакет ArcView GIS. При трансформации вектора задавалась проекция UTM, сопоставимая с проекцией космического снимка.

Дешифрирование сплошных рубок по разновременным космическим снимкам выполнялось автоматизированным и визуальным методами в программных пакетах Erdas Imagine, Envi, ArcView GIS, где определялся выдел с рубкой насаждения, а затем данные о характе-

ристике вырубки вносились в атрибутивную базу. Если границы рубки не совпадали с границами выдела, то выполнялось редактирование векторного слоя карты.

Использование увязанного космического изображения с векторными картами позволяет более точно отдешифрировать границы вырубок и оценить их состояние, а также внести данные по текущим изменениям в лесном фонде в картографические и повыведельные базы данных ГИС.

На основании внесенных изменений сформированы тематические карты сплошных рубок леса по территории тестовых лесничеств за 5-летний период.

Выполнение работ по мониторингу сплошных рубок леса с использованием материалов дистанционного зондирования лесов позволяет поддерживать информацию о состоянии лесного фонда в актуализированном виде.

Результаты дешифрирования показали, что на различных космических снимках при использовании сходных спектральных каналов вырубки имеют практически одинаковые дешифровочные признаки, а более высокое пространственное разрешение дает возможность точнее определить их границы.

Таким образом, использование космических снимков для наблюдения за ходом текущих изменений в лесном фонде дает возможность контроля сплошных рубок в результате хозяйственной деятельности лесхозов.

Литература

1. Высокие технологии XXI века для аэрокосмического мониторинга и таксации лесов. Задачи исследований и перспективы использования / И. М. Данилин, Е. М. Медведев, Н. Абэ и др. // Лесная таксация и лесоустройство. – 2005. – № 1 (34). – С. 28–38.
2. Родин С. А. Интеграция дистанционных методов и информационных технологий – перспективное направление прикладных научных исследований // Информационные технологии в науке, образовании и промышленности: Материалы науч. Междунар. конф., Архангельск, 12–14 мая 2005 г. – Архангельск: Соломбальская типография, 2005. – С. 284–289.