

ДЕШИФРИРОВАНИЕ ЛЕСОВ БЕЛАРУСИ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

The decoding attributes of various objects of selective classes in high resolution space images are described. Also different directions as well as possibilities of using of space images are specified.

Лесному хозяйству нужна точная и своевременная информация о пространственном распределении и состоянии лесных ресурсов в каждом таксационном выделе для умелого и оперативно-управления в условиях нарастающего воздействия на лес различных факторов среды и хозяйственной деятельности (вредители, повреждения ураганом и бурями, промышленные выбросы, пожары, рубки, нарушение гидрологического режима, чрезмерная рекреация и т. п.).

В последующие годы в интересах лесоведения и лесного хозяйства в научных и практических целях используется информация с различных космических систем нового поколения («Ресурс-Ф», «Ресурс-О», «Метеор-3М», «Terra-Aster», «Landsat TM и 7 ETM⁺», SPOT, NOAA, JERS, RADARSAT и др.), самолетные сканерные, телевизионные, радиолокационные (радарные) снимки.

В последние годы ведутся работы по исследованию информационных свойств и более широкому практическому применению космических фото- и сканерных снимков высокого разрешения, материалов радиолокационной и микроволновой съемки, получают развитие самолетные цифровые, в том числе TV-съемки и т. п. [1, 3].

Одна из главных характеристик космического снимка – его детальность, или так называемое геометрическое разрешение – физическая площадь прямоугольного (чаще квадратного) участка местности, который на снимке отображается самой мельчайшей точкой (пикселом).

На снимке из Космоса земные объекты могут быть совершенно непохожими на свои реальные образы. Поэтому, дешифрируя космические снимки, обязательно необходимо знать механизм изучаемых явлений, местоположение и природно-хозяйственные условия опорных наземных объектов. Очень часто пользуются методом аналогий, при котором основную роль играют такие характеристики снимков, как цвет, яркость, геометрия, размер, текстура.

Все снимки из Космоса выполняются в трех основных диапазонах электромагнитных излучений: видимом, тепловом и микроволновом. Снимки в тепловом и микроволновом диапазонах дают человеку возможность увидеть такие явления, которые он никогда бы не увидел собственными глазами.

Многоканальное синтезированное изображение (RGB-синтез) дает возможность выде-

лить множество объектов на снимке, т. к. каждый оттенок какого-либо цвета передает то или иное свойство объекта, по которому его можно дешифрировать.

При выполнении работ использовались снимки с российского спутника Метеор-3М, а также Landsat 7 ETM⁺ и Terra (системы Aster). Снимки со спутника Метеор-3М имеют 3 спектральных диапазона (2 в видимой и 1 в ближнем ИК-диапазоне), с разрешением 34–37 м, полосой съемки 70 км. Снимки со спутника Landsat 7 ETM⁺ характеризуются наличием 8 спектральных каналов (3 в видимой части спектра, 1 – ближнем и 2 – среднем инфракрасном спектре с разрешением 30 м, 1 – дальнем ИК-диапазоне с разрешением 60 м, а также панхроматическом – с разрешением 15 м), размер кадра 185×185 км. Снимки Terra-Aster имеют 14 спектральных каналов с пространственным разрешением 15 м в видимой и ближней инфракрасной части спектра, 30 м в среднем и 90 м в дальнем (тепловом) инфракрасном диапазоне.

Так, на снимке Метеор-3М с комбинацией каналов 1, 3, 2 лесные массивы хорошо дешифрируются от земель сельскохозяйственного назначения и, как правило, представлены более темными цветами. Хвойные леса (сосна, ель) представлены на снимке коричневым цветом изображения, различные оттенки которого определяют возрастную структуру насаждений. Более светлый тон с зеленоватым оттенком соответствует насаждениям молодого возраста, темный коричневый цвет определяет чистые сосновые или еловые насаждения старших классов возраста. На снимке хорошо разделены насаждения лиственных пород, которые выделяются по различным оттенкам зеленого цвета. Темно-коричневый цвет с зеленоватым оттенком представляет дубравные насаждения. Различная структура цвета изображения на снимке зеленого и коричневого характеризует насаждения смешанного породного состава.

Прямые линии, ограничивающие контуры внутри лесного массива, говорят о том, что это результат деятельности человека, а именно массовые рубки хвойных пород. Свежие вырубki определяются светло-красным цветом, сходным с цветом пахотных земель сельхозугодий. Вырубki прошлых лет представляются светло-зеленым цветом за счет возобновления, как правило, лиственной поросли (березы, осины).

Точность определения границ и площадей сплошных вырубок по различным данным дистанционного зондирования

Название снимков	Отклонения, % (от измеренной площади в натуре)
Метеор-3М	+/- 10-20
Landsat 7 ETM ⁺	+/- 8-16
Terra системы Aster	+/- 7-12

В таблице представлена достоверность определения границ и площадей вырубок по разным космическим снимкам.

Сельхозугодия, представленные пахотными землями, как уже отмечалось, имеют светло-красный цвет, а земли с посевами сельскохозяйственных культур – светло-зеленый цвет.

На снимке можно точно определить реки, которые изображаются в виде извилистых линий в светло-зеленом оттенке цвета, что характеризует наличие кустарниковой растительности по берегам рек. На снимке также можно видеть сеть дорог в виде прямых ломаных линий, которые образуют множество ветвлений в различных направлениях в местах их пересечений. Населенные пункты представлены красным цветом, к которым примыкает множество линий дорожной сети. Размеры структуры изображения населенного пункта на снимке определяют городские или деревенские застройки.

Озера и крупные водохранилища представляются фиолетовым оттенком.

Объекты дешифрирования на космических снимках Landsat 7 ETM⁺ и Terra-Aster при использовании сходных спектральных каналов со снимками Метеор-3М имеют практически одинаковые дешифровочные признаки, а более высокое пространственное разрешение дает возможность точнее определить дешифрируемый объект и его контуры и тем самым увеличить число выделяемых классов на снимке. Также этому способствует наличие спектральных каналов в среднем и дальнем инфракрасном диапазоне.

По настоящему широкие перспективы открылись перед дистанционным зондированием только с развитием компьютерных технологий, переносом всех основных операций по обработке и использованию данных съемок на компьютеры, особенно в связи с появлением и широким распространением геоинформационных технологий (ГИС). В развитии программного обеспечения – специализированные пакеты для работы с данными дистанционного зондирования, такие, как ERDAS Imagine, приобретают все более развитые функции ГИС, а классические ГИС, в основном рассчитанные на работу с векторными данными, такие, как ARC/INFO и

ArcView GIS, активно развивают средства для работы с растровой моделью данных.

Если мы имеем материалы многозональной съемки, то, в отличие от цветной съемки в естественных цветах или в искусственных цветах (спектрозональной), можем синтезировать из нескольких спектральных зон не один, а множество вариантов цветного изображения, причем с помощью компьютера это выполняется моментально. Каждый вариант такого цветного изображения (вариант синтеза) содержит несколько отличную информацию о снятых объектах. На одном лучше выделяются дороги и сооружения, на другом – водные объекты, на третьем – лучше видны особенности распределения растительности. Современные компьютерные технологии позволяют производить такой синтез многократно и «на лету», в процессе просмотра изображения. Это далеко превосходит возможности работы только с твердой копией изображения на бумаге.

Современная вычислительная техника позволяет использовать для распознавания множество спектральных диапазонов и соответственно строить многомерное пространство откликов, что улучшает распознавание.

Нами были построены тематические карты с выделением различных классов лесной и нелесной растительности. Для этого применяли автоматизированный метод классификации изображения с помощью программных пакетов ENVI и ERDAS Imagine, в которых использовали обучающие выборки выделяемых классов и их описание, полученное в полевых исследованиях.

Таким образом, использование нескольких выборок, называемых обучающими, для определения границ решения в многомерном пространстве – основной метод, который стал базой количественного подхода к анализу данных дистанционного зондирования. При этом могут быть использованы не только спектральные, но и более сложные для анализа временные и пространственные измерения.

Отметим, что главным фактором дешифрирования, обеспечивающим распознавание на космическом изображении тех или иных объектов, является соотнесение космического изображения и представлений об образе, т. е. зна-

ния о том, как выглядит, изображается объект на космических снимках.

Самый хороший способ выявления соответствия объектов дешифрирования и объектов на снимке – это полевая проверка материалов дешифрирования, которая необходима при обнаружении конкретных, не слишком крупных объектов [2].

На изображение влияют даже небольшие изменения изучаемой поверхности (сезонные, погодные, условия освещенности и пр.), а также технические условия измерения, передачи и регистрации данных. Поэтому причины (зачастую случайные), которые обуславливают формирование образа объекта при анализе одного космического снимка, могут отсутствовать при анализе другого. Дешифрирование предусматривает привлечение как можно более разнообразных материалов дистанционного зондирования.

Кроме того, тематическое дешифрирование является одним из важнейших этапов процесса картографирования, что позволяет относить его к области технологий. Основой тематического дешифрирования является комплексный подход, выражающийся в совместном изучении структуры искомого объекта, отраженной в виде признаков дешифрирования и системы факторов, оказывающих влияние на его строение.

Таким образом, на основании полевого дешифрирования космических снимков района нами была выявлена связь доминирующих древесных пород с преобладающими цветами на космическом снимке, показана перспективность использования космических снимков для наблюдения за ходом текущих изменений в лесном фонде.

В пределах лесных классов можно выделить классы с преобладанием хвойных и лиственных пород. Однако такое разделение основывается на различной сомкнутости хвойных и лиственных лесов. В некоторых случаях сомкнутые

осиновые и еловые леса неотличимы по спектральным яркостям. Различить же индивидуальный породный состав класса по его спектральным характеристикам вообще представляется сложным.

Полученные классы определяются спектральными каналами с распространением на всю область описания снимка. В результате всем элементарным территориальным единицам ставится в соответствие определенный класс растительности. Некоторые элементарные единицы в силу неоднозначности их спектральных свойств могут быть отнесены к нескольким классам.

В результате классификации получено несколько классов, полностью описывающих все варианты древостоя с вероятностью 91%. Дополнительно было набрано еще 6 классов растительных покровов: чистые сосновые леса, смешанные насаждения, поля, сенокосы, зарастающие поля и класс, полностью лишенный растительного покрова (населенные пункты и дороги). Каждому типу было сопоставлено 40–70 спектральных характеристик (пикселей съемки). В спектральном пространстве признаков 6 классов различаются на 88%. Меньше всего различаются поля, зарастающие поля и сенокосы (в среднем 77%). Трудно в спектральном пространстве различаются классы лесов (36,6–50%).

Литература

1. Книжников Ю.Ф. Основы аэрокосмических методов исследований. – МГУ, 1980. – 137 с.
2. Абрамова Т.И. Методические указания к учебной практике по полевым методам исследования растительности. – Ростов на Дону: РГУ, 1992. – 50 с.
3. Исаев А.С., Сухих В.И., Калашников Е.Н. и др. Аэрокосмический мониторинг лесов. – М.: Наука, 1991. – 240 с.