УДК 504.064.37+ 504.064.36:574

Д.С.КОРЕЛЬСКИЙ, *канд. техн. наук, ассистент, dnk1984@mail.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

D.S.KORELSKIY, *PhD in eng. sc., assistant lecturer, dnk1984@mail.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ОЦЕНКА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ, ИСПЫТЫВАЮЩИХ ТЕХНОГЕННУЮ НАГРУЗКУ, С ПРИМЕНЕНИЕМ КОСМОМОНИТОРИНГА

Описаны основные принципы применения космических снимков различного разрешения для оценки состояния природных почвенно-растительных сообществ, испытывающих значительную техногенную нагрузку, в первую очередь атмосферную. Основными признаками атмотехногенной нагрузки можно назвать накопление поллютантов на снежном покрове, изменение состояния почвенного покрова и сокращение проективного покрытия древесно-кустарниковой растительности по сравнению с фоновыми территориями с отрицательной многолетней динамикой.

***Ключевые слова*:** промышленность, растительные сообщества, почвы, космические снимки, атмосферные выпадения.

EVALUATION OF A BREAKING OF PLANT COMMUNITIES EXPOSED TO TECHNOGENIC LOAD WITH SPACE MONITORING METHOD

The basic principles on the use of satellite images of different resolution to asses s the state of natural soil and plant communities with severe human impacts, primarily atmospheric. The main features include load manmade the atmospheric accumulation of pollutants in the snowpack, changes in the state of soil and reduction of the projective cover of trees and shrubs as compared with background areas with negative long-term dynamics.

***Key words*:** Industry, plant communities, soils, satellite imagery and atmospheric deposition.

Задача оперативного мониторинга с применением космоснимков в настоящее время реализована только для динамичных процессов с яркими дешифровочными признаками (лесные пожары, паводки, движение снежных, водных и горных масс). Для индикации значительной негативной нагрузки на почвенно-растительные сообщества необходимо многолетнее и трудоемкое сопоставление натурных наземных исследований и космоснимков высокого разрешения. При этом достоверность данных полученных только по материалам дистанционного наблюдения остается очень низкой, поскольку имеется значительное число причин нетехногенного характера, дающих схожие изменения в состоянии почвенно-растительных сообществ, регистрируемых на аэро- и фотоснимках. В этой связи необходимо комплексное изучение снимков различных лет, сезонов года и их сопоставление с условно фоновыми территориями для фиксации негативной динамики в состоянии сообщества.

В настоящее время для применения в практике доступны космические фото и сканерные снимки высокого (1-2, 5-10, 15-40 м), среднего (150 м) и низкого (1 км) про-

странственного разрешения, получаемые в различных спектральных зонах. Для лесотаксационного дешифрирования обычно используют снимки высокого разрешения. На космических снимках видимого диапазона прямыми признаками дешифрирования являются цвет (тон), структура и текстура изображения, а основными косвенными – ландшафтные, основанные на приуроченности лесов и их отдельных типов к определенным формам рельефа и положенные в основу ландшафтного метода дешифрирования.

Основной применяемый в настоящее время ландшафтный метод дешифрирования предусматривает обязательное изучение и установление пространственных взаимосвязей между природно-территориальными комплексами, расположенными в непосредственном соседстве. Такие взаимосвязи, отраженные в текстуре изображения, дают возможность с достаточной полнотой охарактеризовать всю территорию.

Для выявления и установления внутри- и межландшафтных связей и индикаторов тех или иных компонентов, явлений и процессов разработаны специальные методики ландшафтно-индикационных исследований. При отсутствии выявленных индикаторов на подготовительном этапе к дешифрированию проводится анализ литературных и картографических материалов для установления взаимосвязей между трудно наблюдаемыми компонентами ландшафта и составляется рабочая таблица признаков дешифрирования: встречаемости групп типов лесорастительных условий и лесообразующих пород (для каждой из групп приуроченности их к высоте над уровнем моря, рельефу, экспозиции, крутизне склонов), производительности лесообразующих пород в пределах групп типов условий местопроизрастания.

Для целей картографирования лесов также представляют интерес следующие сопряженные карты:

• изученности лесов (лесоустроительные);

• топографические;

• геологические для выявления связи структурных форм с литогенной основой, структурной предопределенностью ландшафтов;

• структурно-геоморфологические, отражающие взаимосвязи форм рельефа со структурным планом строения территории;

• карты четвертичных отложений ддя выявления литогенной основы ландшафта;

• почвенные для выяснения типов почв, материнских пород и их взаимосвязей с другими компонентами;

• растительности для выявления зависимостей распределения растительного покрова от рельефа, почвенно-грунтовых и гидрологических условий, а также для установления влияния растительности на почвы, подземные воды, формирование микроформ рельефа;

• использования земель для установления антропогенного воздействия на природные комплексы.

Почвенный покров при дешифрировании космических снимков определяется на основе использования прямых и косвенных признаков. Для территорий, покрытых древесно-кустарниковой растительностью, характер почвенного покрова может быть установлен на основе косвенных признаков: по взаимосвязи его с характером растительного покрова (видовой состав, тип лесорастительных условий, класс бонитета) и приуроченности к определенным формам рельефа.

По тону и рисунку изображения при отсутствии древесно-кустарниковой растительности на снимках выделяются контуры комплексов или сочетаний почв, имеющих четко выраженные границы (сочетания гидроморфных почв с различным засолением или сочетания различно эродированных почв и др.). Установление зональных типов почв, их сочетаний и комплексов осуществляется по косвенным дешифровочным признакам. Выявленные взаимосвязи почвенного покрова с фотофизиономичными компонентами ландшафта и закономерности распределения самих почв и почвообразующих факторов позволяют раскрыть генетическую сущность почвенного покрова и его структуру. Использование косвенных дешифровочных признаков позволяет в пределах ландшафтов выделять почвенный покров включительно до разновидностей.

По дешифровочным признакам возможно выявление отдельных характеристик

(свойств) почвенного покрова: его механический состав, засоление, режим увлажнения и др. Наиболее четко выделяются почвы с экстремальными свойствами: очень легкого механического состава (пески), очень сильного засоления (солончаки), очень сильного переувлажнения, гидроморфные (луговые, болотные и заболачивающиеся).

Древесная растительность опознается на космических снимках всех масштабов по прямым дешифровочным признакам, кустарниково-травянистая – почти исключительно по косвенным признакам. Отграничение участков, занятых древесной растительностью, от незаселенных территорий проводится по тону (цвету) и рисунку. Более детальное разделение территории на страты или таксационные выделы по преобладающим породам или группам пород производится на спектрозональных или многоспектральных изображениях. На снимках высокого разрешения (10 м и лучше) древесная растительность подразделяется по преобладающим породам или их группам (сосна, лиственница, темнохвойные, мягколиственные), укрупненным группам типов лесорастительных условий, группам возраста, полноты и запаса.

Преобладающие породы или их группы и группы состава насаждений дешифрируют в основном по цвету, микроструктуре и приуроченности к определенным типам лесорастительных условий. Полноту и группы возраста определяют (по снимкам высокого разрешения) на основе микроструктуры полога насаждений и их статистических характеристик, остальные таксационные показатели – расчетным путем на основе их взаимосвязей.

По космическим снимкам с разрешением на местности 10 м и лучше после определения преобладающей и составляющих пород, типа леса или группы типов леса и класса бонитета, дешифрируют группу или класс возраста преобладающей породы. Для их определения используют главным образом морфологические признаки дешифрирования: контурную структуру и текстуру изображения, просматриваемость полога в глубину и др. Завершающим дешифрируемым показателем является относительная полнота, которую определяют визуально стереоскопическим способом на основе приобретенного во время дешифровочных тренировок опыта или инструментально путем измерения сомкнутости непосредственно по сильно увеличенному снимку или его изображению на экране компьютера. При определении учитывают, что сомкнутость полога на космических снимках чаще всего совпадает с полнотой. При тренировке и дешифрировании относительной полноты основными признаками ее являются просматриваемость полога в глубину, величина промежутков между кронами, общая сомкнутость полога. Кроме того, при ее определении учитывают преобладающую и сопутствующие породы, тип леса, группу возраста, рельеф местности*.

На космических снимках высокого разрешения (1-2 м) по измеренным диаметрам проекций крон (площадям проекций крон) может быть определен средний диаметр деревьев в насаждениях на высоте 1,3 м, а также высота и сомкнутость полога насаждения. Данные снимки позволяют использовать морфологические признаки при дешифрировании состава насаждений, условий местопроизрастания, с большей точностью производить измерения и определять таксационные характеристики насаждений.

Снег также является хорошим индикатором распространения загрязнений вокруг крупных городов и промышленных агломераций. Загрязняющие вещества выпадают из атмосферы в сухом виде и с осадками и накапливаются в снежном покрове на больших расстояниях от источников. Загрязнение снега влияет на яркость изображения на космических снимках, что дает возможность с учетом результатов обработки проб снега картографировать площади и интенсивность загрязняющих воздействий. Наиболее ощутимы различия в характеристиках снежного покрова загрязненных территорий и на фо-

* *Лабутина И.А.* Дешифрирование аэрокосмических снимков: Учеб. пособие. М., 2004, 184 с.

Labutina I.A. Deciphering aerospace imagery; Textbook. Moscow, 2004, 184 p.

новых территориях весной, хотя закладываются они еще зимой. При снеготаянии эти контрасты становятся более выраженными за счет накопления загрязняющих веществ, вытаивающих из снега*.

Мировая практика свидетельствует, что космические системы гражданского назначения нового поколения обеспечивают получение изображений с разрешением 1-5 м, хотя преимущественно без соответствующих продольных перекрытий, которые позволяли бы получать стереоизображения. В России также ведутся работы по созданию космических съемочных систем высокого разрешения, как в оптическом, так и в радиодиапазонах. Поэтому можно полагать, что в перспективе космическая съемка позволяет получать значительно больший объем достоверной информации о лесных экосистемах и протекающих в них процессах.

Работа выполнена в Центре коллективного пользования научным оборудованием Горного университета при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.

* Изображения Земли из космоса: примеры применения: Научно-популярное издание. М., 2005. 100 с. Images of Earth from space: examples of application: Research and popular edition. Moscow, 2005. 100 p.