

ОСОБЕННОСТИ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПО МАТЕРИАЛАМ МНОГОЗОНАЛЬНОЙ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

В настоящее время совершенно очевидна низкая эффективность традиционных методов при изучении лесной растительности, особенно труднодоступных и заболоченных территорий. В связи с этим интерес представляет многозональная съемка, которая позволяет получать в шести узких спектральных диапазонах принципиально новую информацию о растительности, выражающуюся в различиях воспроизведения ее видового и типологического состава в зависимости от отражательных свойств, что отображается на снимках в каждом диапазоне как тональные разности широкой амплитуды. Этот эффект невозможно получить при штатной съемке, выполненной по всей видимой области электромагнитного спектра.

Наши исследования проводились на ключевом участке в Белорусском Полесье на территории Старобинского лесхоза. Лесорастительный комплекс относится к подзоне грабовых дубрав (широколиственно-сосновые леса). [1]. Изучались материалы многозональной аэрофотосъемки масштаба 1:50000 (негативы, диапозитивы, контактная печать), а также отпечатки, увеличенные до масштаба 1 : 10000, различных по сезонам аэросъемки (июнь, октябрь). Аэросъемка выполнена с помощью камеры МКФ-6 в шести узких диапазонах спектра (0,48; 0,54; 0,60; 0,60; 0,72; 0,84 мкм). Многозональные аэроснимки подвергались визуально-инструментальному дешифрированию и оптико-фотографической обработке на многозональном проекторе МСП-4.

При дешифрировании типов леса мы использовали ландшафтный подход к дешифрированию аэроснимков: все объекты, изобразившиеся на аэроснимках, рассматриваются как взаимосвязанные компоненты ландшафта (лесная растительность, рельеф, почва и др.).

Основными дешифровочными признаками лесной растительности являются тон и рисунок изображения, по ним определяются состав древостоя и типы леса, а также положение растительности в рельефе.

Для лесных сообществ и других объектов, покрытых зеленой растительностью (луг, вырубки), кривая отражения обладает выраженным максимумом в желто-зеленых лучах спектра (0,52—0,58 мкм), минимумом— в красных (0,50—0,08 мкм), резким подъемом и общей высокой отражательной способностью в инфракрасной области спектра. По мере старения яркость молодой листвы и хвои снижается (у лиственных пород быстрее). Разница в спектральной яркости молодой и старой хвоп сохраняется до глубокой осени [2].

Для изучения лесной растительности, а также оценки степени информативности многозональных аэроснимков были выбраны снимки, выполненные в узких диапазонах спектра с эффективными длинами волн: зеленой (0,54 мкм), красной (0,06 мкм) и инфракрасной (0,84 мкм), обладающие наиболее значительными контрастами изображения лесной растительности.

В инфракрасной зоне спектра (0,84 мкм) на аэроснимках летнего залета контрастно дешифрируются лиственные и хвойные породы. Участки леса с преобладанием лиственных пород отличаются ярко-светлым, близким к белому, топом изображения, хвойные — различными оттенками темного тона со значительной потерей отдельных деталей. На фоне хвойного леса очень хорошо дешифрируется примесь лиственных пород, что позволяет легко определять на снимках масштаба 1 : 10000 даже количество крон. В условиях Белорусского Полесья при относительно однородных почвообразующих породах лиственные породы являются хорошим индикатором степени увлажненности территории.

Высокий оптический контраст хвойных и лиственных пород на аэро- снимках объясняется наличием в листьях губчатой паренхимы, которая сильно отражает инфракрасные лучи, выходящие затем через хлоропласты полисадной паренхимы и верхнюю поверхность листа. В иглах хвойных пород губчатый мезофилл отсутствует [3]. При дешифрировании типов леса с преобладанием сосновых насаждений наибольшую трудность вызывает разделение сосняков вересковых и мшистых, особенно граничащих между собой. Это связано с тем, что указанные типы леса формируются на слабоконтрастных дерново-подзолистых почвах (автоморфных и оглеенных внизу). Если сосняки мшистые и вересковые соседствуют с сосняками черничными, долгомошниками или багульниковыми, границы их выражены четко. Характерным дешифровочным признаком для сосняков вересковых и мшистых является невысокое проективное покрытие растительности и приуроченность к повышенным элементам рельефа (платообразные повышения, пологие склоны), а также незначительная примесь лиственных. Состав древостоя колеблется от 7СЗБ до ЮС.

Сосняки-черничники формируются в нижних частях пологих склонов, вдоль низинных болот и проточных ложбин. Сосняки-долгомошники и багульниковые приурочены к пониженным замкнутым западинам. По тону фотоизображения и проективному покрытию все эти типы леса различаются только рисунком фотоизображения. Для сосняков-черничников характерно более крупнозернистое изображение, контуры их вытянутые, для других — мелкозернистое, почти слитное, ровное с вытянутыми овальной формы контурами. Ельники-кисличники и крапивные дешифрируются по более темному тону и зернистому рисунку, здесь заметна примесь лиственных.

Лиственные леса контрастно выделяются на темном фоне хвойных. В зависимости от степени участия крон древостоев лиственных пород в формировании полога древостоя (светлый тон) можно безошибочно судить о его составе. Осинные и ольховые насаждения выделяются более светлым (близкий к белому) топом, чем дубравы и березовые. Хотя резкого контраста в изображении лиственных пород не наблюдается, однако по видовому составу они хорошо дешифрируются в зависимости от размера крон, сомкнутости, строения полога древостоя, что в совокупности формирует определенный рисунок. Контур дубрав уверенно дешифрируются по крупнозернистому рисунку, который создают кроны отдельных стоящих деревьев. Для дубрав черничных характерна примесь хвойных пород, что создает контрастное зернистое изображение.

Березовые насаждения выделяются светло-серым тоном, ровным мелкозернистым рисунком. Четко дешифрируется примесь березы к хвойным, ее количество хорошо коррелирует с формами рельефа. Для березняково-сфагновых участков, приуроченных к замкнутым элементам рельефа, характерна более высокая сомкнутость полога, чем для березняков осоково-травянистых, формирующихся по вытянутым проточным ложбинам.

Черноольховые леса сосредоточены в пониженных местах рельефа с достаточной проточностью (ложбины) поверхностных и грунтовых вод. Они отличаются несколько более светлым топом изображения по сравнению с другими лиственными породами, а также почти слитным пологом древостоя в результате высокой сомкнутости.

Аэроснимки инфракрасной зоны (0,84 мкм) осеннего залета (октябрь) по дешифровочным признакам растительности резко отличаются от аналогичных снимков летнего залета (июнь). К моменту аэросъемки полностью отпала листва у березы, частично — у ольхи и осины. Оставшаяся листва изменилась в окраске, что сказалось на особенностях их спектрального отражения, а вместе с этим и топе фотоизображения.

Наиболее контрастны (светлый топ на фоне серого) контуры дубрав; четко дешифрируются кроны отдельных деревьев. У чистых березо-

вых насаждений — серый тон фотоизображения с мелкой зернистостью и сетчатым рисунком, который создают оголенные кроны. Контуры березовых насаждений с примесью хвойных и других лиственных пород имеют зернистый рисунок.

Сосновые насаждения, как и антропогенные объекты (ровный серый тон), различаются лишь по морфологическому строению полога и рисунку растительности. Наиболее труднодешифрируемы, особенно если граничат между собой, сосняки вересковые и мшистые.

Ельники крапивные и кисличные представлены более темным топом, на фоне которого хорошо заметна примесь лиственных. Граница между контурами этих типов леса, а также дубрав и березняков кисличных достаточно контрастна.

В отличие от изображений в инфракрасном диапазоне качество аэроснимков, выполненных в видимой области спектра, в значительной мере зависит от погодных условий. В первую очередь следует отметить влияние воздушной дымки, создающей дополнительную яркость при съемке и снижающей контраст в изображении природных объектов. Это подтверждают аэроснимки июньского залета всех четырех зон видимого диапазона: невысокая контрастность тона для всех лесообразующих пород. Дешифрирование лесной растительности затруднено и может проводиться только по структуре и текстуре рисунка изображения.

В красной зоне спектра, по данным исследований [4], несмотря на то, что изображение достаточно контрастно, отсутствуют тональные различия хвойных и лиственных пород. Наши исследования показывают, что это характерно только для аэроснимков летних залетов, когда спектральные различия древесных пород менее значительны.

В красной зоне гораздо увереннее, чем в инфракрасной, дешифрируются по светло-серому тону и мелкозернистому рисунку контуры березовых насаждений. Тон фотоизображения создают изменившие окраску осоковые ассоциации, рисунок — кроны деревьев с опавшей листвой. Особенно хорошо дешифрируются контуры березняков осоково-сфагновых.

Черноольховые насаждения по тону изображения (серый) несколько ближе к соснякам мшистым и вересковым, однако четко различаются мелкозернистым, почти слитным рисунком.

Среди сосновых типов леса наиболее уверенно по ровному мелкозернистому рисунку дешифрируются темно-серого тона сосняки-долгомошники и багульниковые.

Контуры еловых насаждений отличаются более темным тоном изображения, на котором дешифрируются (серый тон) отдельные кроны деревьев. Границы более контрастны с лиственными породами.

Исследования показывают [5], что наиболее оптимальна для фотографирования антропогенных объектов четвертая зона спектра (0,66 мкм). На снимках этой зоны очень контрастно по светлому тону дешифрируются дорожная и квартальная сеть, вырубки и обнаженные грунты. Эти объекты являются важным косвенным дешифровочным признаком при оценке степени увлажненности территории, особенно при дешифрировании сосняков мшистых, вересковых и черничных.

В зеленой области спектра (0,54 мкм), в отличие от предыдущих изображений видимого диапазона спектральных зон, аэрофотоизображение лесной растительности на аэроснимках отличается слабым тонорасчленением. На летних аэроснимках лиственные породы четко выделяются более светлым однородным фототопом изображения, что объясняется более высокой спектральной яркостью лиственных пород.

Обработка материалов многозональной съемки, кроме визуального изучения, предусматривает и оптико-фотографическое синтезирование их на многозональном синтезирующем проекторе МСП-4. Задача синтезирования состоит в получении на результирующем изображении лесной растительности максимальных яркостных и цветовых контрастов.

Анализ различных вариантов оптико-электронной обработки на

МСП-4 показал, что наиболее оптимальным для целей дешифрирования лесной растительности оказалось сочетание второго, третьего, четвертого и шестого каналов МКФ-б с максимумом пропускания 0,54; 0,60; 0,66 и 0,84 мкм. При таком сочетании удалось дифференцировать лесную растительность не только по породному составу, но и выделить границы слабоконтрастных типов лесов (сосняки мшистые и вересковые). Этому способствует и возможность изменения цветонасыщенности любого из изображений, позволяющая вычленить интересующие исследователя контуры. В процессе работы установлены дешифровочные признаки лесной растительности на изображениях в различных спектральных диапазонах для территорий, сложенных флювиогляциальными отложениями. Наиболее информативны для дешифрирования лесных ценозов снимки, выполненные в инфракрасной и зеленой областях спектра летнего и красной области осеннего залета.

Таким образом, различия отражательных характеристик пород и типов лесной растительности в каждом из используемых узких диапазонов спектра могут служить важным дополнительным дешифровочным признаком при картографировании лесной растительности.

Список литературы

1. Юркевич И. Д., Гельтман В. С. География, типология и районирование лесной растительности, Мн., 1965.
2. Белов С. В., Арцыбашев Е. С. // Ботанический журн. 1957. № 4. С. 517.
3. Виноградова А. И. // Геогр. сб. М.; Л., 1955. Вып. 7. С. 59.
4. Шершукова Г. А. Дешифрирование почвенного покрова лесопокрываемых территорий по многозональным аэро- и космическим снимкам: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1984.
5. Гонин Г. Б., Королева В. П. // Многозональные аэрокосмические съемки Земли. М., 1981.