

Лекция № 12

Тема: Изучение растительного покрова, его состояния и продуктивности

Цель: проанализировать дистанционные методы в изучении растительного покрова, его состояния и продуктивности

1. Инвентаризация лесов
2. Оценки нарушенности лесов
3. Травяной покров
4. Метод вегетационных индексов

Растительность в первую очередь отображается на космических снимках, она хорошо определяется по прямым признакам, практически на всех снимках четко различаются лесные и безлесные территории. По космическим снимкам можно проследить границы растительных сообществ или переходные зоны, распределение внутри сообществ растений разных видов, смену растительности при движении с севера на юг или от равнин к горам.

Растительный покров часто является индикатором для дешифрирования подстилающих пород, почв и т. п. Методы цифровой обработки космических снимков позволяют проводить картографирование растительного покрова, а также изучать его состояние, динамику, нарушенность и т. п.

Исследование лесных массивов проводится с целью развития методов их рационального использования, включая задачи их охраны и контроля воспроизводства, для чего с успехом используется геоинформационный анализ космических снимков на базе современного программного обеспечения, что позволяет существенно повысить оперативность и точность лесоустроительных работ и изучение антропогенной нагрузки на лесные массивы. Геоинформационные методы обработки космических снимков основаны на анализе их спектральной отражательной способности.

Спектральная отражательная способность лесных насаждений и кустарников изменяется в зависимости от времени года и фазы вегетации. Все многообразие кривых отражения лесных насаждений и кустарников можно свести к четырем основным типам (рис 5.1).

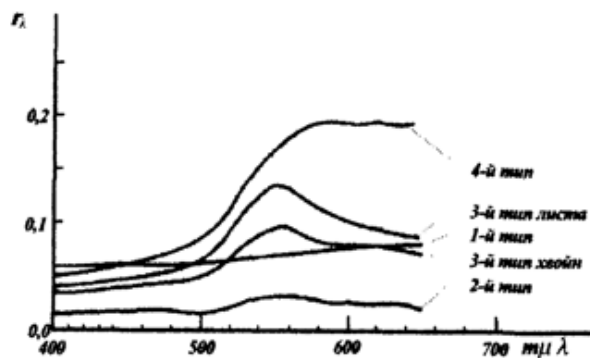


Рис. 5.1. Типичные спектральные кривые отражения лесных насаждений [73]

Тип 1 характеризует отражательную способность лиственных пород леса в зимний период и соответствует почти нейтрально серому фону с чуть заметным желтоватым или буроватым оттенком. Наиболее темными являются береза и лиственница молодых древостоев. Более светлыми являются дуб молодого древостоя, далее — липа спелого древостоя и осина молодого древостоя. Самой светлой в этот период оказывается береза спелого древостоя. Кривая показывает, что отражательная способность постепенно и очень незначительно возрастает от фиолетового к красному концу спектра, оставаясь почти без изменений на всем протяжении ближней области ИК-спектра, и сохраняя тот уровень, которого она достигает на красном участке.

Тип 2 соответствует темно-зеленому малонасыщенному фону, характеризует отражательную способность хвойных пород лесов в зимний период (самой темной породой является сосна, у нее коэффициент яркости даже в максимуме (550 нм) равен лишь 0,021). У данных объектов отражательная способность во всей видимой области спектра остается на низком уровне, около длины волны 550 нм наблюдается слабый максимум. В ближней области ИК-спектра отражательная способность повышенная, однако, является невысокой для растительных образований.

Тип 3. К этому типу относятся древостой лиственных пород с молодой листвой и хвойные породы с молодой хвоей. По мере развития молодой листвы и хвои (фаза «полный лист») насаждения несколько темнеют. В фазе «поздняя зелень» отражательная способность лиственных пород снова становится высокой, и притом более высокой, чем в фазе «молодой лист», то есть лиственные леса светлеют, а хвойные породы наоборот становятся более темными, приближаясь к зимнему виду.

Кривая показывает, что отражательная способность в видимой области спектра для указанных объектов заметно выше, чем в предыдущем типе, максимум наблюдается в желто-зеленых лучах (550 нм), отражательная способность в ближней области ИК-спектра, начиная с 700 нм, резко возрастает и остается очень высокой на всем протяжении этой области. Отражательная способность лесов в ближней области ИК-спектра, начиная

с 700 нм, оказывается различной у разных пород. Самыми темными являются сосна и ель, более светлые — береза и осина.

Тип 4 соответствует оранжево-красному фону и осенней раскраске всех лиственных лесов. Отражательная способность остается в диапазоне 400 — 500 нм такой же, как и в предыдущем типе, однако возрастает в красном и ближнем участке ИК-спектра.

Инвентаризация лесов

Традиционно аэро- и космоснимки применяются для инвентаризации лесов и охраны их от пожаров, болезней, вредителей.

Считается целесообразным при картографировании лесного фонда выделять две зоны. Первая зона — это территория, которая активно используется в народном хозяйстве. На ней проводят лесоустроительные работы, в основном по материалам наземных исследований. Второй вид — это территория лесного фонда, которую не планируется в ближайшее время вовлекать в активную хозяйственную деятельность. Здесь осуществляют лесоинвентаризацию на основе аэро- и космоснимков.

При проведении инвентаризации используются фотостатистический и картографический методы. Фотостатистическая инвентаризация подразумевает сплошное дешифрирование космических снимков. По ним осуществляется стратификация территории (разделение ее на выделы-страты). Затем по аэроснимкам масштабов 1:5000— 1:10000 осуществляют выборочное дешифрирование фотопроб площадью около 1 га для определения средних таксационных характеристик (высота, диаметр кроны, сомкнутость полога) и для контроля правильности дешифрирования космоснимков. Часть фотопроб обследуется на местности. По проведенным исследованиям составляются планы лесонасаждений и карты лесхозов в масштабе 1:50 000 — 1:100 000.

Картографическая инвентаризация проводится без определения таксационных показателей и основана также на дешифрировании космических снимков, которое сопровождается выборочным дешифрированием аэроснимков и наземным обследованием. В результате составляются карты лесов в масштабе 1:100 000 — 1:200 000.

Оценки нарушенности лесов

Космические снимки позволяют проводить слежение за состоянием лесов и выделять территории, нарушенные в результате хозяйственной деятельности или по естественным причинам.

Для изучения нарушенности лесов используются в основном следующие материалы:

- *Космические снимки среднего разрешения* спутника «Ресурс» (МСУ—СК) применяют для дешифрирования крупных нарушений, вызванных хозяйственной деятельностью человека (сельскохозяйственные территории, массивы сплошных вырубок и молодых вторичных лесов). Их использование позволяет исключить

из дальнейшего анализа более дорогостоящие снимки высокой разрешенности. •

- *Космические снимки высокого разрешения* (Landsat ETM+, Ресурс МСУ-Э, SPOT HRV) применяют для детального выявления участков, нарушенных хозяйственной деятельностью человека, и коррекции границ малонарушенных лесных территорий.

Использованием только космических снимков среднего разрешения (МСУ—СК) является недостаточным для выявления ряда объектов, значимых с точки зрения антропогенной нарушенности ландшафтов. По этим снимкам не могут быть выявлены многие линейные объекты (большинство лесовозных и иных хозяйственных дорог), мелкие вырубki и участки сельскохозяйственных угодий, участки вторичных лесов на их месте, мелкие карьеры и т. д. Наиболее затруднено выявление по этим снимкам небольших по площади антропогеннонарушенных территорий в условиях горных и предгорных ландшафтов с мелкомасштабной мозаикой различных типов экосистем.

Использование исключительно космических снимков высокого разрешения затруднено по погодным (отсутствие безоблачных дней летом) и финансовым причинам.

Оценка нарушенное лесов основана на анализе спектральной отражательной способности лесных насаждений и кустарников. В настоящее время разработаны цифровые методы обработки космоснимков с целью расчета площадей лесов, учета вырубok, дешифрирования типов лесов, расчета объемов сгоревшего леса и площадей гарей и т. п.

Например, контроль рубки лесов может быть осуществлен путем кластерного анализа и дешифровки по спектральным кривым вырубok различной степени давности на основе специального программного обеспечения. Вырубki разделяют на свежие и старые. Анализ снимков позволяет определить), площадь территории, на которой вырублены *леса* в различные промежутки времени, а также, используя более ранние снимки, определить чины растительности, росшей на этих местах и их площади.

Травяной покров

Дешифрирование различных видов травяного покрова и оценка его состояния основана на анализе его спектральной отражательной способности с использованием специальных геоинформационных технологий. Рассмотрим спектральную отражательную способность травяных покровов. По характеру средних кривых спектральной отражательной способности они могут быть подразделены на четыре типа (рис. 5.2).

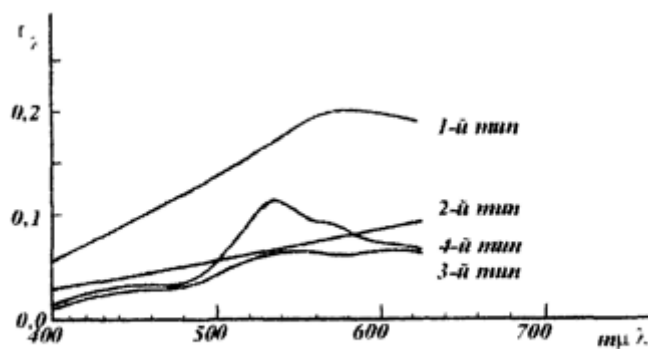


Рис. 5.2. Спектральные кривые отражения травяных покровов

Тип 1 характерен для высохших летних трав и пустынь, которые обладают песочно-желтой окраской. Кривая посылывает характерную для данных объектов высокую отражательную способность по всему спектру, она круто поднимается вверх от фиолетового к красному концу спектра. Около 600 нм наблюдается максимум. В ближней области ИК-спектра кривая продолжает подниматься.

Тип 2 характеризует старую прошлогоднюю (побуревшую) траву после таяния снега, заросли полыни и бурьяна в конце лета, когда они начинают засыхать.

Объекты, относящиеся к данному типу обладают серовато-буроватой окраской и меньшей яркостью по сравнению с первым типом. Кривая отражения данного типа расположена ниже предыдущей, имеет более пологий вид и постепенно поднимается вверх в направлении от фиолетового к красному участку спектра

Тип 3 характеризует суходольные луга, поймы рек и целинные степи в конце летнего периода. Указанные природные объекты имеют зеленоватую окраску. Кривая похожа на второй тип, но имеет максимум около длины волны 560 нм, что характерно для растительности. В ближней ИК-области спектра отражательная способность увеличивается (эффект Вуда).

Тип 4 характеризует травяные покровы с сочной густой растительностью, имеющие ярко-зеленую окраску. Кривая отражения имеет резко выраженный максимум в желто-зеленых лучах (около 550 нм). На ней хорошо прослеживается эффект Вуда — в ближней ИК-области растения обладают максимальной отражательной способностью, которая с увеличением длины волны снижается (начиная с длины волны 700 нм кривая круто поднимается вверх, и около 850 нм достигает максимума).

Таким образом, можно отметить сезонные изменения кривых отражательной способности травяной растительности. Весной молодая сочная зелень обладает кривой четвертого типа, затем, по мере увядания, кривая переходит в третий и второй типы.

Кривые спектральной отражательной способности цветущих лугов зависят от вида цветущих растений и их цвета. Полевые и огородные культуры сходны по отражательной способности с травяными покровами и имеют похожий сезонный ход кривых.

В некоторых случаях средние кривые спектральной отражательной способности различных природных объектов совпадают, в результате возникают затруднения с их дешифрированием.

Например, сравнение кривых отражения травяных покровов и лугов показывает, что кривая отражения травяных покровов четвертого типа в видимой области спектра совпадает с кривой отражения лиственных лесов третьего типа, а кривая травяных покровов третьего типа — с кривой лесных насаждений хвойных пород летнего периода. Это может вызвать затруднения при дешифрировании данных групп природных объектов.

Поздней осенью до появления снега и ранней весной после таяния снега средние кривые отражения обнажений и почв, травяных покровов второго типа и лесных насаждений первого типа очень сходны между собой, вследствие этого контраст ландшафта на снимках снижается и дешифрирование объектов не может быть выполнено.

Необходимо отметить, что описанные типы кривых спектральной отражательной способности являются усредненными. Вместе с тем каждый ландшафт характеризуется индивидуальными особенностями и уникальными взаимосвязями компонентов между собой. Следовательно для правильного распознавания и описания образов необходимо предварительное изучение отражательной способности объектов, характерных для данного типа ландшафта в различных условиях и состояниях.

Для изучения состояния растительного покрова используют методы основанные на линейных комбинациях спектральных каналов или вегетационные индексы.

Метод вегетационных индексов позволяет получать количественные оценки проективного покрытия растительностью. Для определения фитомассы используется коэффициент простого зонального отношения q или вегетационный индекс, основанный на отношении каналов ближнего ИК и красного, определяется делением коэффициента яркости в ближней части ИК-спектра p_1 на коэффициент яркости в красной p_2 :

$$q = p_1/p_2.$$

Отношение каналов позволяет убрать многие факторы, затрудняющие дистанционное определение фитомассы. Выбор каналов красного и ближнего ИК при этом подходе объясняется спектральными свойствами зеленой растительности.

Отношение каналов позволяет убрать многие факторы, затрудняющие дистанционное определение фитомассы. Выбор каналов

красного и ближнего ИК при этом подходе объясняется спектральными свойствами зеленой растительности.

Для оценки зеленой фитомассы предлагается несколько отношений:

$$R_{45} = CH4 / CH5$$

$$R_{46} = CH4 / CH6 \text{ и т. д.,}$$

где $CH4$, $CH5$, $CH6$, $CH7$ — яркость, в диапазоне длин волн соответственно 0,5 — 0,6 мкм, 0,6 — 0,7 мкм, 0,7 — 0,8 мкм и 0,8 — 1,1 мкм, отвечающих 4, 5, 6 и 7 каналу MSS Ландсат.

Используется также коэффициент сложного зонального отношения Q , в котором разность зональных коэффициентов яркости нормализуется к их сумме:

$$Q = (p_1 - p_2) / (p_1 + p_2).$$

где p_1 — коэффициент яркости в ближней ИК и p_2 — красной части спектра (Виноградов).

В американской литературе этот индекс называют вегетационным индексом нормализованной разности и обозначают NDVI

$$NDVI = (CH7 - CH5) / (CH7 + CH5).$$

Для аппаратуры Ландсат:

$$ND6 = (CH6 - CH5) / (CH6 + CH5);$$

$$ND7 = (CH7 - CH5) / (CH7 + CH5).$$

Вегетационный индекс подчеркивает контраст зеленой растительности с другими природными объектами, например, с почвами и сухой растительностью.

Применяют также трансформированный вегетационный индекс, который обозначается TVI или TQ (Виноградов):

$$TQ = (Q + 0,5)^{1/2};$$

$$TVI6 = (ND6 + 0,5)^{1/2};$$

$$TVI7 = (ND7 + 0,5)^{1/2}.$$

Трансформированный вегетационный индекс вводится для того, чтобы избежать отрицательных значений NDVI при малых значениях яркости почвы.

Методы цифровой обработки изображений, и, в частности, вегетационные индексы используют для контроля динамики растительного покрова, оценок фитомассы, продуктивности и состояния растительного покрова.

Вопросы:

1. Какие аэро- и космические снимки можно использовать для оценки состояния лесов.
2. Охарактеризуйте спектральную отражательную способность различных природных и антропогенных объектов.
3. Метод вегетационных индексов.
4. Спектральная отражательная способность травяных покровов.

Литература:

1. Трифонова Т. А., Мищенко Н. В., Краснощеков А. Н. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. — Академический Проект, 2005. — 352 с.
2. Краснощёков А.Н., Трифонова Т.А., Мищенко Н.В. Геоинформационные системы в экологии: Учеб. пособие / Владим. гос. ун-т. Владимир, 2004. – 152с.
3. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О.С. Токарева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - 148 с.
4. А. Н. Шихов, А. П. Герасимов, А. И. Пономарчук, Е. С. Перминова Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения. Пермь, 2020. – 191 б. (http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie_posobiya/shikhov-gerasimov-ponomarchuk-permiнова-tematicheskoe-de-shifirovaniye-i-inte-rpre-tasiya-kosmicheskikh-snimkov.pdf.)
5. Савиных В.П., Малинников, В.А., Сладкопечев С.А., Цыпина Э.М. География из космоса. – М.:, Изд-во Моск. гос. ун-та геодезии и картографии', 2000. – 224 с.