

УДК 528.8

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ЛІСІВ ПРИКАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ

Х. Бурштинська, Б. Поліщук, О. Садовська

Національний університет "Львівська політехніка"

Ключові слова: космічний літальний апарат, космічний знімок, лісовий масив, кластерний аналіз, спектральна відстань, класифікація зображень.

Постановка проблеми та її зв'язок з науковими та практичними завданнями

З усіх природних ресурсів, що становлять скарбницю нашої країни, ліси займають особливе місце. На території України вони розміщені нерівномірно. Так, на Поліссі площа їх становить 37 %, у лісостепу – 30,2 %, Карпатах – 22,8 %, степу – 5,8 % і Криму – 4,2 % до загальної площі цих зон. Ліси змінюються під впливом як природних процесів, так і антропогенних чинників. Важлива екологічна роль належить лісам в захисті ґрунтів від ерозії, особливо в гірських умовах, регулюванні клімату, створенні умов для оздоровлення і відпочинку людей.

Шкода, заподіяна лісам надмірними вирубками чи неефективним господарюванням, може призвести до дуже істотних, непорівнянних із вигодами від продажу деревини негативних наслідків і навіть до екологічної катастрофи.

Важливим показником стану лісів, з погляду довгострокової перспективи їх використання, є вікова структура лісів – розподіл площ лісів за групами віку. В українському господарстві зберігся поділ лісів на молодняки (вік до 40 років), середньовікові (40–60 років), пристигаючі (60–80 років) і стиглі та перестійні (понад 80 років). Іншою важливою ознакою є бонітет, який визначається низкою характеристик, зокрема середньою висотою дерев залежно від віку.

Міжвідомча аналітично-консультативна рада з питань розвитку продуктивних сил та виробничих відносин (МАКР) вивчала стан українських лісів. Дослідження показало, що ліси України зріджені, низькоповнотні. Недостатній догляд у молодих лісах та надмірні вирубування у пристигаючих та стиглих лісостанах призводять до зниження як продуктивності, так і біологічної стійкості українських лісів.

У пристигаючих лісостанах відхилення від норми становить 20–40 %, у стиглих – 30–50 %. Тому в Україні прийнято низку законодавчих актів щодо захисту лісів та ведення лісового господарства.

Зокрема, у зв'язку з ухваленням Закону України "Про мораторій на проведення суцільних рубок на гірських схилах в ялицево-букових лісах Карпатського регіону" (2000), починаючи з 2001 року і впродовж десяти років у ялицевих і букових лісах на стрімких схилах не здійснюють суцільних вирубок головного користування, а лише вибірково та поступово. Закон також вимагає здійснювати заготівлю та вивезення деревини в гірських лісах, починаючи з 2005 року, тільки з використанням колісних тракторів, коней, по-

вітряно-тренувальних установок, відновлення системи вузькоколієк та оптимізації мережі лісових доріг.

У 2002 р. Уряд України прийняв Державну програму "Ліси України на 2002–2015". Пріоритетні напрями Національної лісової стратегії такі: 1) природоохоронне значення лісів та необхідність раціонального використання лісових ресурсів; 2) підвищення продуктивності та покращення породного складу лісових насаджень; 3) підвищення стійкості лісових екосистем до негативних чинників, спричинених антропогенними порушеннями та глобальними змінами клімату.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми, постановка завдання проблеми

Розв'язання вагомих завдань державного значення стосовно дослідження стану лісів можливе за використання аерокосмічної інформації, яка стає пріоритетною для вдосконалення лісового моніторингу, методів прогнозу змін та забезпечення ефективного лісокористування [1, 2, 10].

У практиці лісового господарства тривалий час використовують матеріали дистанційних досліджень Землі, ефективні для інвентаризації лісів, фенологічних спостережень, моніторингу екологічних порушень та навколишнього середовища.

Зокрема, у світовій практиці моніторингу лісів для визначення вікових характеристик, породного складу, захворюваності застосовують багато- та гіперспектральні знімальні системи [3].

Доцільність використання супутникових знімків для досліджень лісових ресурсів Землі визначається їх перевагою над традиційними методами, а наявність каналів інфрачервоного діапазону сучасних знімальних систем підвищує їхню інформативність [4, 7, 8].

Моніторинг лісів з використанням аерокосмічних даних передбачає [1, 9]:

- отримання, нагромадження і попередню обробку видової космічної інформації;
- одержання і нагромадження наземної завіркової інформації, яка містить лісотехнічні параметри;
- сумісну обробку космічної та наземної інформації із застосуванням ГІС-технологій та програмних продуктів типу ERDAS Imagine;
- комп'ютерне моделювання в геосистемах для прогнозування інтенсивності проходження екологічних процесів;
- прийняття управлінських рішень та розроблення заходів щодо створення оптимальних умов природокористування.

Періодичність знімання під час моніторингу змінюється, залежно від завдань досліджень, від кількох років до кількох годин.

До важливих завдань лісового господарства належать [1]:

- уточнення видового складу лісової рослинності;
- визначення санітарного стану лісів;
- моніторинг лісових пожеж та оцінка пожежо-небезпечності лісових масивів;
- визначення площ, зайнятих лісовою рослинністю, і контроль за вирубкою і відновленням лісів;
- вивчення біофізичних процесів, що відбуваються в лісах.

Рослинний покрив є одним із найважливіших компонентів ландшафту і відіграє провідну роль у функціонуванні екосистем. Спектральна зона поглинання променевої енергії рослинами простягається від УФ-до ІЧ-інтервалу. УФ-випромінювання з довжиною хвиль 0,24...0,38 мкм практично повністю поглинається клітинними оболонками, ферментами і різними пігментами. ІЧ-випромінювання переважно поглинається водою, що міститься у тканинах листка.

Основними рослинними пігментами, що беруть участь у формуванні спектральних характеристик рослин, є хлорофіли, які зумовлюють зелене забарвлення.

За довжини хвиль понад 0,7 мкм пігменти зелених рослин, які відповідають за їхні оптичні властивості, практично не поглинають світла. На ділянках 0,7...1,3 мкм спостерігаємо достатньо високе відбиття, пов'язане з явищем багаторазового відбиття світла на внутрішніх структурах листка. У видимому діапазоні спектр поглинання сонячної радіації листком характеризується двома максимумами: в оранжево-червоній (0,66...0,68 мкм) і синьо-фіолетовій (0,46...0,49 мкм) ділянках і зумовлений наявністю і функціонуванням рослинних пігментів.

Відповідно до сучасних уявлень, можна виділити два типи розсіювання світла листками: частково дзеркальне розсіювання на поверхні верхнього шару і багаторазове внутрішнє відбиття на оптично неоднорідних структурах листка, що має дифузійний характер [7].

Спектральний відгук рослинного об'єкта можна зобразити у вигляді типової кривої (рис. 1) [4]. Як видно, відбивна здатність рослинного об'єкта у видимому діапазоні є мінімальною через високе поглинання світла різними пігментами. Мінімуми на кривій відбиття збігаються з двома основними смугами поглинання хлорофілу.

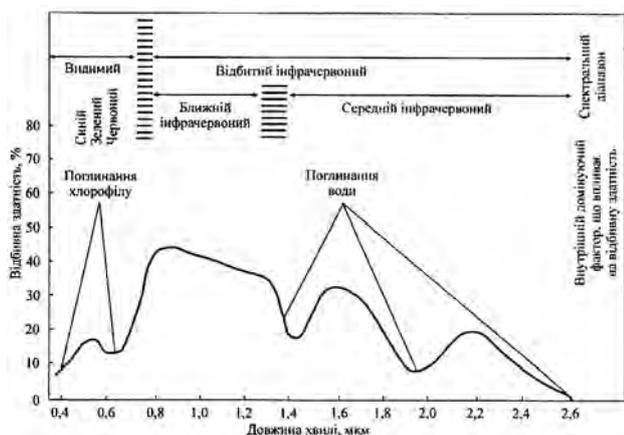


Рис. 1. Спектральний відгук рослинного об'єкта

У публікаціях [5, 6] зазначено, що зростання вмісту хлорофілу призводить до істотного зменшення коефіцієнта спектральної яскравості листя у видимому діапазоні (особливо у ділянці поглинання хлорофілу), доки його концентрація не перевищує межі.

Високе пропускання листком оптичного випромінювання у близькому ІЧ-діапазоні в природних умовах призводить до того, що відбиття у цьому діапазоні від рослини і рослинного покриву загалом може досягати 85 %.

В оптичні характеристики лісу істотний внесок робить лісова підстилка, відбивні властивості якої визначаються співвідношенням проективного покриття рослинності, оголеного ґрунту й опалого листя, їхньою яскравістю та кольором [6]. Характер спектральної кривої змінюється залежно від випадкової орієнтації листків і багаторазового перепоглинання ними і перевідбиття від них ІЧ-променів у межах крони.

Отже, спектральна крива відбиття у видимому й ІЧ-діапазонах містить пряму й опосередковану інформацію про стан як окремого листка, так і усього рослинного покриву.

Істотно відрізняється відбивна здатність рослинності в осінній період знімання, коли крива відбивної здатності об'єктів у панхроматичній ділянці спектра значно вирівнюється.

Вивчення особливостей відбивної здатності рослинного покриву має істотне значення у створенні синтезованого зображення багатоспектральних знімальних систем, які використовують для вивчення стану лісів. Базуючись на теоретико-експериментальних дослідженнях, слід використовувати ті канали багатоспектральних зображень, комбінація яких сприятиме максимально ефективній їх інтерпретації.

Постановка завдання проблеми

Одним із завдань було порівняння змін лісового масиву, здійснене на підставі зображень, отриманих з космічних літальних апаратів Landsat 3 і Landsat 7 з інтервалом понад 20 років, для чого виконано кластеризацію об'єктів лісових масивів аналізованої ділянки з використанням програмного середовища ERDAS Imagine.

Для дослідження стану лісів вибрано ділянку лісового масиву, що розташована поблизу села Тершів Львівської області Старосамбірського району. Це типовий прикарпатський регіон.

Значне територіальне охоплення і достатня розрізнавальна здатність знімків поверхні Землі із космосу є методологічною основою для вивчення змін лісових масивів.

Для досліджень використано такі космічні та картографічні матеріали:

1. Космічні знімки, отримані з космічного літального апарата Landsat 3 (оптико-механічний багатоспектральний сканер MSS, 1979 р.).
2. Космічні знімки, одержані з апарата Landsat 7 (оптико-механічний багатоспектральний сканер ETM+, 2000 р.).
3. Топографічна карта масштабу 1:10000 (1985).
4. Топографічна карта масштабу 1:10000, створена за результатами аерофотознімання (2007).

Виклад основного матеріалу проблеми

Відомо, що із супутника "Landsat 7" (апаратура ETM+) можна отримати доступні і доволі якісні космічні знімки [14]. Початковий комплект файлів містить дев'ять файлів у форматі TIFF. Зображення подано в градаціях сірого кольору. Канали відрізняються спектральними діапазонами фотографування і розрізненням. Перший, другий і третій канали відповідають видимій ділянці спектра і мають просторове розрізнення 30 м. Знімки решти каналів (з 4-го по 8-й) зроблено в інфрачервоній ділянці спектра. Розрізнення четвертого, п'ятого і шостого каналів – 30 м, шостого (завичай з двома підканалами) – 60 м. Восьмий панхроматичний канал охоплює широкий діапазон спектра (від 0,52 до 0,90 мкм) і має високе просторове розрізнення – 15 м. Перший етап роботи – коректування рівнів фотознімків по каналах.

На засадах спектрального відбиття рослинних об'єктів (рис. 1), для оцінки стану природного середовища встановлено, що оптимальними каналами для дослідження лісів є зображення із 4-го, 5-го і 3-го каналів у відповідній комбінації RGB (знімок виконано восени).

Для класифікації за знімками супутника Landsat 3 [15] використано зведене зображення із 3, 4 і 1 каналів відповідно. Оскільки розрізнення каналів Landsat 3 становить 60 м, то, щоб отримати точніші результати, для подальшої класифікації знімка змінено його розрізнення до 30 м. Для цього використано процедуру Pansharpened. Як панхроматичний шар взято 4-й канал системи Landsat 7.

Для класифікації об'єктів у дистанційному зондуванні Землі застосовують математичний апарат багатовимірної аналізу даних – кластерний аналіз. У ERDAS Imagine [11, 12, 13] використовують алгоритм ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique).

Стосовно обробки зображень, завдання кластерного аналізу полягає в тому, щоб на підставі даних розділити безліч пікселів G на m кластерів (підмножин, класів) Q_1, Q_2, \dots, Q_m , так, щоб кожен піксел G належав одному і лише одному класу.

Головна перевага кластерного аналізу полягає в тому, що можна розбити безліч об'єктів за певним набором ознак. У результаті кластерного аналізу чималий обсяг вихідної інформації можна подати стисло, компактно і наочно. На рис. 2 відображено процес побудови кластерів.

Недоліками й обмеженнями кластерного аналізу є те, що:

- склад і кількість кластерів залежать від вибраних критеріїв розбиття;
- під час зведення вихідного масиву даних до компактнішого вигляду можуть виникати певні спотворення, а також втрачатися індивідуальні риси окремих об'єктів через заміну їх характеристиками узагальнених значень параметрів кластера.

За методом ISODATA, який використовувався в дослідженні, класифікацію виконують за правилами мінімальних відстаней за допомогою ітераційних процедур.

За вирішальним правилом мінімальної відстані, який називають ще правилом спектральної відстані,

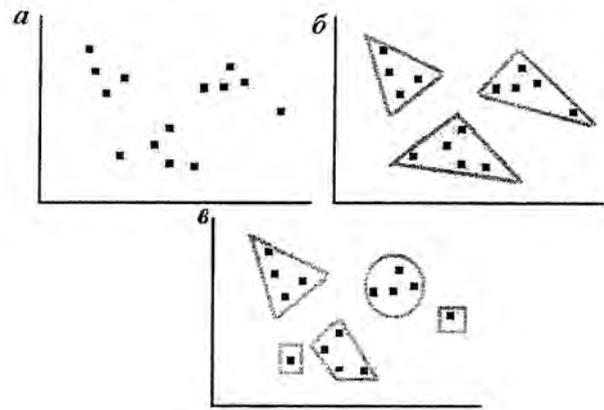


Рис. 2. Процес побудови кластерів:
а – вихідне зображення; б – об'єкти, згруповані в три кластери; в – альтернативне, менш компактне розбиття на п'ять кластерів з іншими кордонами класів

підраховують спектральну відстань між вектором значень яскравості пікселя-кандидата і вектором середніх значень яскравості сигнатури кожного класу. Спектральну відстань обчислюють за такою формулою [1]:

$$Sd_{xyc} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (\mu_{ck} - P_{xyk})^2},$$

де Sd_{xyc} – спектральна відстань від пікселя з координатами x, y до точки, що задає в просторі ознак середнє значення яскравості для сигнатури класу c ; n – кількість спектральних каналів (розмірність); k – поточний канал; c – поточний клас; P_{xyk} – вихідна складова яскравості пікселя з координатами x, y у спектральному каналі k ; μ_{ck} – середнє значення складової яскравості пікселя каналу k для сигнатури, що відповідає класу c .

Спектральна відстань розраховується для всіх можливих значень c (всіх можливих класів). Кандидат-піксел приписується тому класу, для якого відстань Sd мінімальна.

Щоб якісно виконати класифікацію космічних зображень лісів, потрібно знати фізичні особливості об'єктів, зокрема лісових рослинних угруповань, а також мати добре уявлення про природні процеси, які відбуваються за участю цих об'єктів.

Як один з вихідних параметрів алгоритму потрібно задати n – максимальну кількість створюваних кластерів. Після виконання чергової ітерації на підставі спектрального положення пікселів розраховують нові статистики – середнє значення скравостей кожного кластера. Згодом ці середні значення використовують для перевизначення кластерів. Процес продовжується, доки відмінності в кластерах на останньому і попередньому кроках ітерації не будуть менші від заданого критерію.

Для того щоб порівняти якість та наочність класифікації за методикою ISODATA, зображення класифіковано на 10 і 25 класів.

На рис. 3 і рис. 4 показано відкласифіковане зображення вибраної ділянки із КЛІА Landsat 7 на 10 і 25 класів відповідно.

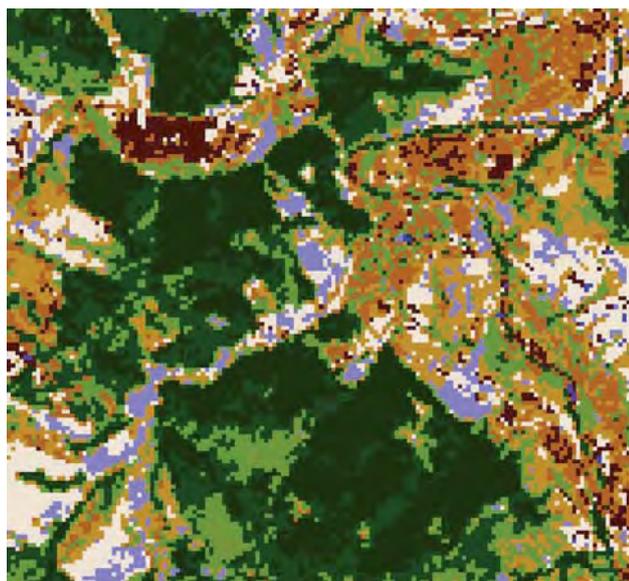


Рис. 3. Відкласифіковане зображення на 10 класів (Landsat 7)

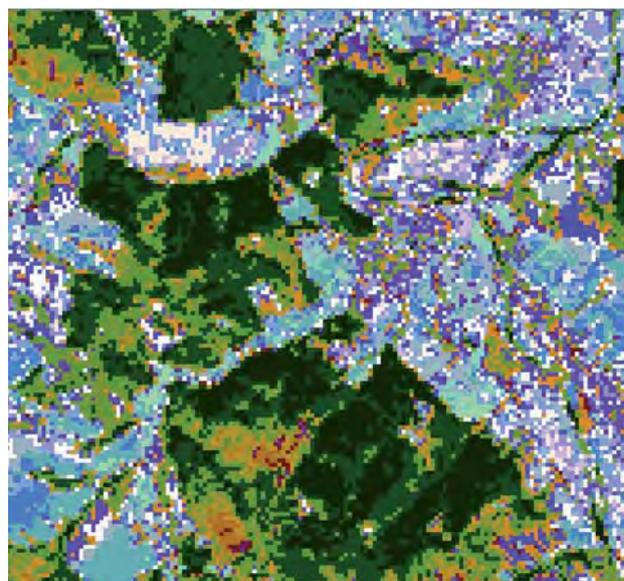
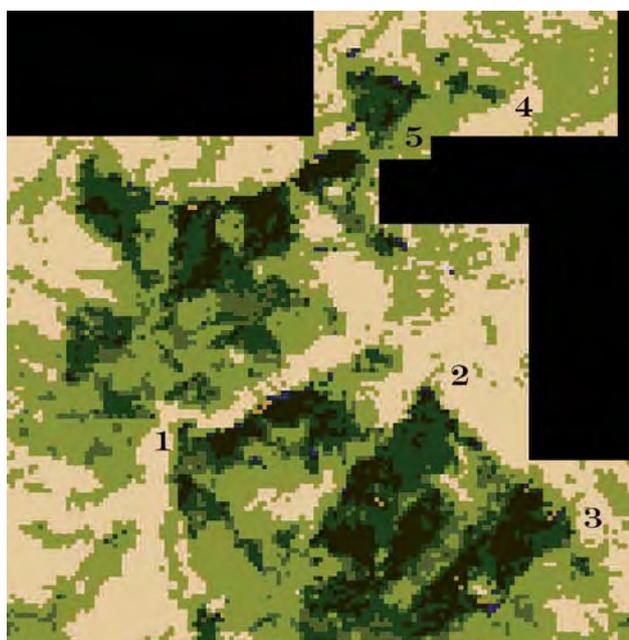
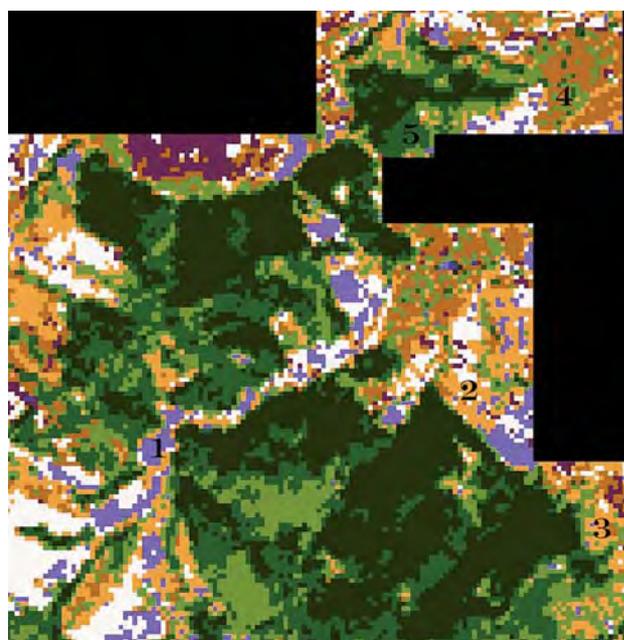


Рис. 4. Відкласифіковане зображення на 25 класів (Landsat 7)



а



б

Рис. 5. Вирізані зображення лісового масиву для знаходження площі: а – космоснімок 1979 р.; б – космоснімок 2000 р.



а

б

в

г

Рис. 6. Фрагменти зображень лісового масиву за різні роки: а – космоснімок 1979 р.; б – топокарта 1985 р.; в – космоснімок 2000 р.; г – топокарта 2007 р.

Як бачимо, деталізація з використанням 25 класів є виправданою, якщо використовувати завіркову наземну інформацію. Відкласифіковане зображення дає змогу точніше виділити породи дерев, їх вікові характеристики, врахувати бонітет.

У нашому ж випадку завіркова інформація відсутня, а оскільки завданням дослідження був загальний аналіз стану лісових обшарів, то для подальших порівняльних досліджень вибрано 10 класів.

Для детальнішого аналізу змін лісових масивів використано вирізані зображення п'яти ділянок із супутників Landsat 3 та Landsat 7 (рис. 5). Навіть візуальний аналіз зображень свідчить про значне збільшення площі території заліснення.

Для прикладу подамо фрагмент зображень лісового масиву на космознімках та топографічних картах за різні роки (рис. 6).

Порівнюючи зображення лісових масивів на космічних знімках за 1979 і 2000 роки та на двох картах (1985 і 2007 років), бачимо, що майже за 30-річний період відбулись доволі суттєві зміни, площа території заліснення значно збільшилась.

На рис. 7 подано діалогові вікна з атрибутивними даними, відкласифікованими за зображеннями із супутників Landsat 3 і Landsat 7 відповідно.

З використанням методу ISODATA на підставі отриманих атрибутивних даних встановлено, що площа лісу, визначена за вирізаними зображеннями знімка 1979 р., становить близько 804,37 га, а за 2000 р. – 882,59 га. Отже, площа лісового масиву зросла на 78,22 га.

Row	Class Names	Area	Color	Class Names	Area	Area	Area	Area
0	Unclassified	0		Unclassified	0	0	0	0
1	ґрунти	0		ґрунти	0	0	0	0
2	Кущі	0.89		Кущі	0.48	0.16	0	0
3	Різном'яв'я	4.06		Різном'яв'я	1.67	0.48	1.13	0
4	Ялиця,сосна	95.80		Ялиця,сосна	32.00	2.68	2.92	0
5	Ялиця,ялина	94.38		Ялиця,ялина	41.34	5.27	9.82	0.08
6	Ялина	69.60		Ялина	19.49	2.11	3.08	0.40
7	Молодняк	127.76		Молодняк	19.98	7.96	16.48	2.43
8	Молоді ґрунти	195.70		Молоді ґрунти	40.63	25.34	58.80	1.29
9	Ліски,ґрунти	213.05		Ліски,ґрунти	83.41	29.24	50.27	0.24
				Різном'яв'я	0.08			

а

Row	Class Names	Area	Color	Area	Area	Area	Area
0	Unclassified	0		0	0	0	0
1	Ялиця	197.94		86.42	12.34	19.65	0.08
2	Ял.бук,явір	168.37		32.97	13.07	17.38	3.08
3	Молодняк	91.70		21.60	13.56	21.60	0.32
4	Молодняк,кущ	19.00		6.66	4.46	4.22	0.56
5	Різном'яв'я	75.29		34.35	16.89	20.79	0.16
6	Різном'яв'я	34.60		24.53	5.36	30.37	0.08
7	Глина	21.60		4.06	2.84	5.36	0
8	Ліски,ґрунти	70.66		15.02	3.24	16.16	0
9	Ліски	41.91		13.15	1.46	6.92	0.16
10	Ґрунти	0.16		0.32			

б

Рис. 7. Діалогові вікна з атрибутивними даними за зображеннями: а – із супутника Landsat 3; б – із супутника Landsat 7

Як бачимо, масових вирубок лісу не здійснювали, навпаки, спостерігалась тенденція появи і росту молодняка. Деякі ділянки всередині лісу, позначені світлішими відтінками, що відображали галявини чи молодняк, помітно зменшились чи взагалі зникли. Порівняння атрибутивних даних із відкласифікованого зображення із супутників Landsat 3 та Landsat 7 і топографічних карт свідчить не тільки про кількісні, а й про якісні зміни лісового масиву: так, на карті 2007 р. відсутня така порода хвойних, як сосна, хоч на карті 1985 р. така порода ще трапляється. Порівняння зображень рис. 5, 6, а також карти 2007 р. вказує на значні зміни видів та вікового стану лісових масивів. Відзначено приблизний характер атрибутики лісу на топографічних картах.

Висновки

1. Ефективність аналізу стану лісів за космічними знімками підтверджено експериментальними дослідженнями. Моніторинг лісів з використанням космічних знімків дає змогу виділяти лісові об'єкти за віковими чи видовими ознаками, сприяє вивченню динаміки розвитку лісових масивів. Процедура класифікації дає змогу отримати детальну картину просторового розподілу лісів та обґрунтувати виконання лісотехнічних робіт.

2. Ідентифікація лісових масивів залежить від синтезації зображень, одержаних у різних спектральних діапазонах. Найінформативнішими є синтезовані зображення із каналів ортохроматичної та інфрачервоної ділянок спектра.

3. Встановлено, що для досліджуваного лісового масиву оптимальною кількістю класів для проведення класифікації з використанням програмного продукту ERDAS Imagine є 10 класів.

4. Аналіз класифікації за космічними зображеннями із КЛІА Landsat 3 і Landsat 7 з часовим інтервалом понад 20 років вказує на виявлені значні зміни як вікового характеру, так і видового складу лісових об'єктів.

Література

- Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / За ред. В.І. Лялько, М.О. Попова. – К.: Наукова думка, 2006. – 300 с.
- Барталев С.А. Разработка методов оценки состояния и динамики лесов на основе данных спутниковых наблюдений // Авт. дисс... докт. техн. наук. – М. – 2007. – 48 с.
- Бурштинська Х.В. Аерокосмічні знімальні системи: навч. посіб. / Х.В. Бурштинська, С.А. Станкевич. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2010. – 292 с.
- Дистанционное зондирование / Под ред. Ф. Свейна и Ш. Дейвиса. Пер. с англ. – М.: Недра, 1983. – 396 с.
- Жуков Б.С. Физические основы дистанционного зондирования // Итоги науки и техники. Сер. Исследования Земли из космоса. —1987. – 1. – С. 6–78.

6. Кондратьев К.Я. Аэрокосмические исследования почв и растительности / К.Я. Кондратьев, В.В. Козодеров, П.П. Федченко. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 229 с.
7. Кочубей С.Н. Спектральные свойства растений как основа методов дистанционной диагностики / С.Н. Кочубей, Н.И. Кобец, Т.М. Шадчина. – К.: Наук. думка, 1990. – 136 с.
8. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли. Основы и методы дистанционных исследований в геологии / П. Кронберг. – М.: Мир, 1988. – 349 с.
9. Контроль стану лісових масивів за даними аерокосмічних спектрометричних зйомок / В.І. Лялько, О.І. Сахацький, А.Я. Ходоровський та ін. // Інформатизація аерокосмічного землевпорядкування. – К.: Наук. думка, 2001. – С. 399–411.
10. Поліщук Б.В. Сучасні досягнення і проблеми в дослідженнях розвитку та стану лісів / Б.В. Поліщук // Геодезія, картографія і аерофотознімання, 2008. – Вип. 70. – С. 38–45.
11. ERDAS IMAGINE. Практическое руководство Tour Guides. Geospatial Imaging, LLC. Norcross, Georgia 2005.
12. http://en.wikipedia.org/wiki/ERDAS_IMAGINE
13. http://www.erdas.com.ua/modules_dzz.htm
14. <http://www.innoter.com/satellites/Landsat/>
15. <http://landsat.gsfc.nasa.gov/about/landsat3.html>

**Методика дослідження стану лісів
Прикарпатського регіону**

з використанням космічних знімків

Х. Бурштинська, Б. Поліщук, О. Садовська

Розглянуто принципи здійснення моніторингу лісових масивів на підставі космічних зображень. Визначено основні спектральні діапазони космічних знімків для ефективної ідентифікації лісових масивів.

Класифікацію здійснено за космічними знімками супутників Landsat 3 і Landsat 7 згідно з процедурою ISODATA програмного продукту ERDAS Imagine. Встановлено оптимальну кількість класів. Результат класифікації свідчить про значні зміни вікових та видових класових характеристик лісових об'єктів.

**Методика исследования состояния лесов
Прикарпатского региона**

с использованием космических снимков

К. Бурштынская, Б. Полищук, О. Садовская

Рассмотрено принципы проведения мониторинга лесных массивов с использованием космических изображений. Определены основные спектральные диапазоны космических снимков для эффективной идентификации лесных массивов. Классификация осуществлена по космическим снимкам супутников Landsat 3 и Landsat 7 по процедуре ISODATA программного продукта ERDAS Imagine. Определено оптимальное количество классов. Результат классификации свидетельствует о значительных изменениях вековых и видовых характеристик лесных объектов.

**Methods of researching conditions of the forest areas
in the PreCarpathion region using space images**

Kh. Burshtynska, B. Polishchuk, O. Sadovska

The principles of the forest areas monitoring on a base of satellite images are considered in the paper. The main spectral bands for the effective identification of forests are defined. The classification is based on space images of the satellites Landsat 3 and Landsat 7 according to the procedure ISODATA of ERDAS Imagine software. An optimal number of classes is established. The result of classification indicates about significant changes in the age and class characteristics of the forest objects.



INTERGEO®

Kongress und Fachmesse für Geodäsie,
Geoinformation und Landmanagement
Nürnberg, 27. – 29. September 2011

INTERGEO – 2011

**27–29 вересня
м. Нюрнберг, Німеччина**

INTERGEO є найбільшою подією і комунікаційною платформою у світі для геодезії, геоінформатики та землевпорядкування. Виставки та конференції охоплюють усі важливі тенденції, що розвиваються: від збирання геоінформації до її широкого використання.

NürnbergMesse є однією з 20 найбільших виставкових компаній світу і десяти найбільших у Європі.