

Л. Бабій, Н. Грицьків
Національний університет "Львівська політехніка"

КОСМІЧНІ МЕТОДИ ДЗЗ У ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА

@ Бабій Л., Грицьків Н., 2007

Рассмотрены вопросы использования космических данных дистанционного зондирования Земли для применения в области лесоводства. Анализируются преимущества и возможности применения космических изображений для решения задач лесного хозяйства.

There are considered questions of using remote sensing data in field of forestry. Advantages and possibilities of space images application for decision-making in forestry are analyzed.

Постановка проблеми і зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. На сьогодні зацікавленість в даних космічного знімання лісів зростає через включення лісових ресурсів до світової економіки, а також через активізацію діяльності міжнародних та українських організацій по захисту природи.

В основному всі нагальні проблеми лісового сектору (розвиток орендних відносин, сертифікація, таксація, захист вікових лісів, контроль за нелегальними вирубками) вимагають для свого вирішення актуальної та незалежної інформації про ліси. В матеріалах лісовпорядкування представлена обмежена інформація про поточний приріст насаджень, структуру та біологічне різноманіття лісів. Технології, які застосовуються для такого аналізу ґрунтуються переважно на окомірних оцінках та вимірюваннях, здійснених за допомогою інструментів, розроблених ще на початку минулого століття. Тому нові вимоги до інформаційної підтримки лісогосподарського управління передбачають внесення істотних змін до існуючої в лісовому господарстві системи збору, обробки та аналізу інформації.[1]. Існує не так багато джерел такої інформації. Топографічні карти оновлюються з недостатньою частотою вони майже не містять детальних даних про ліси. Дані по інвентаризації лісів в багатьох регіонах є дуже застарілими. В той самий час нові дані по інвентаризації лісів (у випадку недавнього виконання) не є доступними для користувачів: підприємств, що працюють з лісом, місцевих влад, наукових організацій та організацій по захисту навколишнього середовища. Типовим є те, що навіть лісові адміністративні організації мають проблеми з отриманням даних про облік лісів, особливо в електронному виді. В цій ситуації космічні зображення є найбільш актуальним та доступним видом даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями науково-методичних принципів і технологій застосування космічного зондування для моніторингу лісів застосування лазерних, супутникових технологій і польових комп'ютерів для оцінки лісівничо-таксаційних та екологічних параметрів лісових насаджень займалися науковці Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації (УкрНДЛГА) та чеського Інституту дослідження лісових екосистем впродовж спільного чесько-українського проекту ТехІнЛіс 2004-2006р. [2]

ДНВЦ "Природа" займався спостереженнями за лісовими масивами на основі матеріалів дистанційного зондування Землі на території Північного Полісся (Рівненщини) Проведені дослідження показали високу ефективність використання даних ДЗЗ для порівняння динаміки лісових масивів, на основі чого були створені векторні шари лісового покриву Північного Полісся.[3]

За останні роки значно зросла кількість публікацій присвячених цим питанням в розвинутих країнах світу і тих країнах, що розвиваються [4, 5, 6, 7, 8]

Постановка завдання. Метою даної роботи є вивчення переваг та можливостей використання космічних зображень для розв'язання задач лісового господарства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Постійно зростаючі вимоги до інформації викликають необхідність удосконалення методів і технологій збору даних у лісовому господарстві, охороні природи та ландшафтознавстві. Стрімкий розвиток сучасних засобів ДЗЗ значно розширив можливості отримання різнобічної інформації про лісові об'єкти. Використання сучасних передових технологій та космічних зображень може істотно покращити ефективність і точність робіт зі збору інформації про стан лісових ландшафтів і об'єктів. Передові технології дозволяють ефективно вирішувати завдання, пов'язані з отриманням якісно нової інформації, яка необхідна для сталого управління лісами та виконання міжнародних зобов'язань в галузі лісового господарства і охорони природи. Поєднання нової інформації із традиційними лісовпорядними даними дозволяє значно розширити спектр користувачів лісогосподарської інформації, а також надає можливості істотно поліпшити рівень їх інформаційного забезпечення з урахуванням сучасних вимог щодо сталого управління лісами.

Які ж характеристики визначають переваги космічних зображень?

1. **Об'єктивність.** Кожен космічний знімок - це документ, який відображає актуальний (дійсний) стан території на час знімання. Наприклад, розмір та напрямки площ лісозаготівельних робіт не залежать від матеріалів відводів лісового господарства. Фальсифікація є практично неможливою, тому що на одну територію виконуються знімання з різних супутників і підроблені знімки можна легко виявити. Тому використання космічних зображень дає можливість незалежного та перехресного контролю лісового сектору різними національними та міжнародними організаціями.

2. **Актуальність.** Космічні дані можна отримати для зображень на різні дати. Отримати космічне зображення на замовлення з середньою чи високою роздільною здатністю можна впродовж декількох тижнів.

3. **Масштабність.** В загальному сучасне космічне знімання дає можливість отримати зображення значних територій з необхідною деталізацією.

4. **Екстериторіальність.** Площі, що знімаються не є обмежені державними чи адміністративними кордонами, немає потреби отримувати дозволи на знімання. Все це дозволяє отримати уніфіковані дані про стан лісів в різних лісових господарствах, адміністративних одиницях, орендованих територіях.

5. **Доступність.** Це одна з найбільш вагомих причин активного використання космічних зображень. На сьогодні всі дані по космічних знімках з роздільною здатністю 2 м та менше є доступними і їх можна купити. Процедура замовлення та отримання таких зображень є проста і описана на сайтах Інтернет провайдерів [7, 12].

Використання даних дистанційного зондування Землі для різних цілей є дуже широким. Але ці напрямки об'єднані єдиним теоретично-методологічним підходом при обробці матеріалів ДЗЗ, який полягає у вимірюванні та тематичній інтерпретації спектральних характеристик об'єктів та процесів, що досліджуються.

ДЗЗ виконують супутники багатьох країн - США (LANDSAT, EOS, NOAA, QUICKBIRD, GOES, IKONOS), Канади (RADARSAT), Бразилії (MESB), Франції (SPOT), Японії (ADEOS, GMS), Індії (INSAT, IRS), Росії (ПРИРОДА, МЕТЕОР, РЕСУРС), України (СІЧ-1М, ОКЕАН-О). Вони обладнані багатоспектральною скануючою апаратурою, яка дозволяє виконувати панхроматичні, спектральнозональні і радіолокаційні знімання в різних діапазонах електромагнітного випромінювання.

За показником роздільної здатності камер, що встановлені на супутниках можна виділити чотири категорії інформації, яка може використовуватись для розв'язання різних задач, в тому числі і лісогосподарських, та для різних користувачів.

- матеріали космічного знімання низької роздільної здатності – роздільна здатність від декількох сотень метрів до декількох кілометрів;
- інформація малої роздільної здатності – від 20 до 50 метрів;
- космічні знімки середньої роздільної здатності – в межах 3-5 метрів;
- зображення з високою роздільною здатністю – біля 1 метра.

Дані ДЗЗ низької та малої роздільної здатності є доступними для відкритого використання і застосовуються головним чином для гідрометеорологічних цілей, відслідковування змін природного середовища на великих територіях, складання та оновлення карт дрібних масштабів.

Інформація середньої роздільної здатності має найбільше використання, займає широкий спектр ринку і виробляється абсолютною більшістю ШСЗ. Матеріали ДЗЗ середньої роздільної здатності отримують в результаті космічного знімання фотографічними оптико-електронними та радіолокаційними методами.

Дані ДЗЗ з високою роздільною здатністю застосовуються для вирішення локальних задач. Ширина полоси знімання не перевищує 17 км, що обмежує оглядовість та отримання одномоментної зйомки великих територій.

Кожна категорія космічного знімання може використовуватись для розв'язання тих чи інших задач лісового господарства в залежності від напрямків діяльності та конкретних поставлених задач.

Для кожного виду і діапазону знімання є розроблені відповідні системи збору даних ДЗЗ.

Фотографічні системи відрізняються природною для людини формою представлення відеоінформації, а також можливістю багатозонального знімання, що дозволяє підвищити якість і достовірність дешифрування. Для розв'язання лісгосподарських задач їх можна використовувати для виявлення границь рослинності, захворювання рослинності тощо. До недоліків таких систем відносяться: неможливість виконання фотознімання в нічний час та при несприятливих метеорологічних умовах; чутливість фотоматеріалів до проникаючої радіації, необхідність доставки фотоматеріалів на Землю.

Телевізійні системи по зрівнянню з фотографічними мають більшу оперативність і автономність роботи, що дозволяє використовувати їх для постійного спостереження за різними явищами. До недоліків телевізійних систем можна віднести гіршу в порівнянні з фотографічними системами роздільну здатність, більші геометричні та радіометричні спотворення, обмежений погодними умовами і освітленістю часовий діапазон спостережень.

Радіолокаційні системи мають такі переваги: незалежність від метеоумов і часу доби, незалежність роздільної здатності на місцевості від віддалі до різних елементів на поверхні, яка знімається, можливість передачі інформації по каналах зв'язку на великі відстані. Головний недолік – низька роздільна здатність. Їх можна використовувати для визначення типу, границь та висоти рослинності, визначення складу ґрунтів.

Скануючі системи сприймають теплові або світлові сигнали, які перетворюються в електричні за допомогою ПЗЗ-лінійки чи ПЗЗ-матриці та кодуються у цифрову форму в пристрої реєстрації. Якщо при цьому зніманні застосовувати спеціальні фільтри, то можна отримати спектральні сигнали в дуже вузькому (до нанометрів) діапазоні, що дає можливість отримувати зображення для заданих параметрів тих чи інших характеристик рослинності і лісу.

Лазерні системи мають такі переваги: маленька розбіжність пучка, яка визначає кутову роздільну здатність системи, висока енергетична потужність пучка, когерентність та вузький спектральний діапазон випромінювання, знімання можна виконувати в будь-який час доби. Роздільна здатність при лазерному зніманні залежить від товщини лазерного променя.

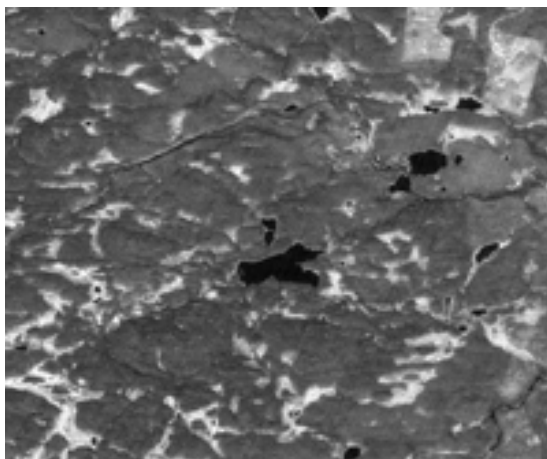
Фізичною основою всіх дистанційних методів зондування є реєстрація на борту космічного носія спектральних яскравостей різних природних утворень, об'єктів і фонів за допомогою відповідних знімальних систем. Різні типи покриву земної поверхні відбивають електромагнітну енергію (наприклад, видиме світло, інфрачервоні промені, мікрохвилі) по різному в залежності від характеристик їх поверхні (світлофільтруючий пігмент, нерівність поверхні, вологість тощо).

В таблиці 1 наведена специфікація спектральних інтервалів даних ДЗЗ для розв'язання задач пов'язаних з лісівництвом.[10, 11], а на рис.1 наведено приклад застосування даних ДЗЗ для оновлення даних таксації [12].

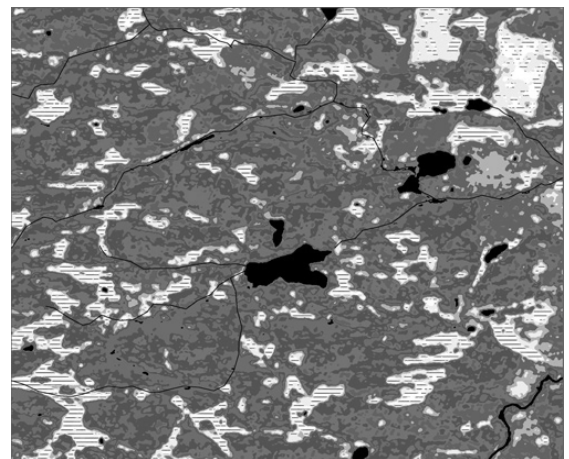
Таблиця 1

**Специфікація застосування спектральних інтервалів даних ДЗЗ
для розв'язання задач пов'язаних з лісівництвом**

Спектральний інтервал (мкм)	Отримання даних
0,30-0,40	Концентрація озону та вуглекислого газу в атмосфері
0.42-0.405, 0.448-0.438, 0.493-0.483, 0.536-0.526	Наявність хлорофілу
0.479-0.459	Розподіл ґрунту та рослинності
0.565-0.545	Зелена рослинність
0.59-0.67, 0.73–0.78	Зелена і суха рослинність
0.64-0.70, 0.78-0.84	Здорова і хвора рослинність
1.25-1.23	Листяний покрив
3.989-3.929, 12.270-11.770	Лісові пожежі



а)



б)






-  *стигли і перестиглі смерекові ліси*
-  *стигли і перестиглі соснові ліси*
-  *пристигаючі соснові ліси*
-  *середньовікові соснові ліси*
- в)  *соснові молоді ліси*

Рис.1. Фрагменти космічного знімка і опрацьованих даних

а) фрагмент космічного знімка IRS-1D LISS, синтез RGB 3:2:1. Просторова роздільна здатність 23 м. Дата знімання 15 травня 2002. ©ANTRIX, Space Imaging Inc., ИТЦ СканЭкс, 2004 р;

б) результат автоматизованого опрацювання знімка IRS – карта даних таксації;

в) легенда отриманої карти розподілу лісів за переважаючими породами і віковими групами

Статистичний аналіз, цифрові технології та програмне забезпечення по обробці зображень використовуються для того, щоб за допомогою комп'ютера розпізнати отримані різні спектральні сигнали та таким чином визначити типи і межі рослинного покриву поверхні. [9].

Висновки. Використання даних ДЗЗ дозволяє оперативно отримувати інформацію та розв'язувати проблеми лісогосподарського комплексу. Ці дані можуть використовуватись для виконання обліку і інвентаризації лісів, створення карт, отримання таксаційних характеристик. Незаперечні переваги космічних методів ДЗЗ є при веденні лісового моніторингу та відслідковуванні можливостей виникнення та наявностей лісових пожеж.

При виконанні оцінки фізичних параметрів лісів за матеріалами дистанційного зондування важливо детально проаналізувати задачі, для яких планується використовувати матеріали ДЗЗ з метою визначення необхідних характеристик даних: роздільної здатності зображення, ширини полоси знімання, спектральних діапазонів тощо.

*1. Букиа И.Ф., Черны М. Возможности использования передовой технологии "Field-Map" при решении задач дистанционного мониторинга и инвентаризации лесов // М-лы 3-й межрегионального совещания <Возможности космических технологий инвентаризации лесных и водных ресурсов западных областей Украины>, Львовская область, поселок Славск, 14-19 февраля 2005 р. 2. Грицьків Н.З., Фаргал А.М. Використання матеріалів космічного знімання з метою актуалізації картографічної інформації // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. - Зб. наук. праць. Львів: Ліга-Прес. - 2002. - С. 274-276. 3. Департамент комунікацій влади та громадськості Секретаріату Кабінету Міністрів України Урядовий портал <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/>. 4. ДНВЦ "Природа" Дослідно-методична робота з оцінки динаміки зміни лісистості Північного Полісся (Рівненщини) Інтернет сайт www.pryroda.gov.ua. 5. Маслов А. А., Космический мониторинг лесов России: современное состояние, проблемы и перспективы. «СканЭкс» Лесной бюлетень, №31, март, 2006, Розси. 6. Метод моніторингу пожег на ОПТ Узбекистана при помощи использования информационных ресурсов Интернета, Сайт: «Узбекского Механизма посредничества Конвенции о биологическом разнообразии» (<http://cbd.uz/>). 7. Gerard, F., Plummer, S., Wadsworth, R., Sanfeliu, A.F., Iliffe, L., Balzter, H., Wyatt, B., Forest fire scar detection in the boreal forest with multitemporal spot-vegetation data, *GeoRS(41)*, No. 11, November 2003, pp. 2575-2585. 8. Heikkonen, J., Varjo, J., Vehtari, A., Forest Change Detection via Landsat TM Difference Features, *SCIA99 (Remote Sensing)*. 9. Josiane Zerubia and Paul-Henry Cournède, *Image Processing for Forest Monitoring*. Inernet. 10. Kommers Nate, Mackie Paul, : From pixels to forests: The technology behind Global Forest Watch, NEWS RELEASE, WASHINGTON, DC, February 29, 2000 <http://www.globalforestwatch.org/>. 11. Song, C.[Conghe], Woodcock, C.E., Monitoring forest succession with multitemporal landsat images: Factors of Uncertainty, *GeoRS(41)*, No. 11, November 2003, pp. 2557-2567. 12. <http://www.scanex.ru/ru/monitoring>*