

УДК 504.06;626/628:528.574

В. І. Мокрий к. ф.-м. н.;

В. П. Кучерявий, д. с.-г. н., проф.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ЕКОСИСТЕМ ШАЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

Проаналізовано інформаційні технології отримання та застосування матеріалів космічних зйомок з глобальної мережі Internet. За результатами виконаних досліджень запропоновано технологію формування тематичного фонду космічних знімків для вирішення практичних завдань моніторингу екосистем Шацького національного природного парку.

Ефективність сучасних систем управління охороною навколишнього середовища, екологічною безпекою, та ресурсокористування регіонального та об'єктового рівня визначається інформативністю матеріалів тематичного дешифрування використовуваних космоснімків відповідних територій [1]. Для забезпечення достатнього рівня якості таких матеріалів є доцільним використання сучасних інформаційних технологій, що дозволяють заздалегідь виконати значні обсяги попередньої роботи, яка полягає у визначенні оптимальних параметрів залучених знімків. При цьому необхідно знайти компроміси в багатовимірному просторі ознак, найсуттєвішими з яких такі параметри космоснімків як просторове розділення, вартість та частота повторюваності сеансів зйомок.

Шацький національний природний парк являє собою озерні, лісові та болотні екосистеми західнополіського типу [2]. Надзвичайно великі потенційні можливості рекреаційного використання Шацького національного природного парку (НПП), завдяки його флористичним, фітоценотичним і геоморфологічним особливостям. Особливо важливого значення в плані рекреації, екосистеми парку набули в останні роки. Проте, величезний вплив рекреантів спричиняє негативні зміни всього ландшафту парку. Зокрема, найпомітніший і найбільш відчутний вплив рекреації на такі компоненти природних екосистем як рослинність, а також ґрунтовий покрив в його приповерхневій частині.

Проте, варто відмітити, що негативно впливають на природно-територіальні комплекси парку не тільки рекреанти. Зокрема, негативно вплинули на функціонування Шацького НПП невдала осушувальна меліорація, яка була проведена в 60—70-х рр. (Копайвська і Верхньоприп'ятська меліоративні системи), піщані кар'єри, колишні склади міндобрив і ядохімікатів, а також транспортні магістралі, що проходять через територію парку.

На даний час всесвітній ринок матеріалів космічних зйомок Землі достатньо розвинутий. Тому для вирішення практичних завдань моніторингу екосистем Шацького НПП є необхідним залучення можливостей і потенціалу сучасних технологій отримання космічних знімків з глобальної мережі Інтернет.

Методика застосування інформаційних технологій починається з пошуку потрібної інформації при взаємодії користувача із сервером геоінформації. При запиті показати зображення місця на матеріалах космоснімка визначаються координати вказаної місцевості, перетворюються в растровий формат і надходять до клієнта.

Користувачу пропонується узагальнена карта, за допомогою якої він може обрати ділянку для подальшої деталізації. Так само на сторінці сервера пропонується набір функцій для пошуку інформації за атрибутивною ознакою. Це може бути як список вулиць, міст, так і поля для введення критеріїв пошуку. Після задання необхідних даних для атрибутивного пошуку, перед користувачем з'являється або об'єкт в графічній формі, або список знайдених об'єктів. Вибираючи об'єкти, користувач одержує їх картографічне зображення. Також є додаткова можливість вибору графічного об'єкта і всієї атрибутивної інформації, приєднаної до нього. При цьому складова інформаційних технологій, яка забезпечує взаємодію з базою даних, є найкритичнішою з погляду швидкодії геоінформаційного WEB-сервера. Реалізація даних можливостей заснована на новітніх технологіях публікації баз даних в Інтернеті, а також науково-методичних аспектах отримання геоінформації з цієї мережі для космічного моніторингу та екобезпеки регіонів [3].

За останні роки в мережі INTERNET створені технології накопичення і систематизації матеріалів космічних зйомок Землі та забезпечення користувачів, зацікавлених в їх практичному застосуванні. Існують каталоги, які дають можливість безкоштовно отримати інформацію про наявність знімків певного типу на дану територію, оцінити їх якість за зменшеним переглядовим зображенням (quick look). Основну увагу при аналізі різних каталогів і серверів аерокосмічних знімків необхідно звернути на тих виробників, які надають безкоштовні первинні знімки з глобальним охопленням території. До цікавих і достатньо розвинутих у цьому відношенні аерокосмічних ресурсів відносяться такі найвідоміші сервери аерокосмічних даних як Digital Globe, Eurimage, Совзонд та Совинформспутник. Кожен з серверів має свої особливості, але загальна структура у всіх єдина. Власне знімки, як правило, знаходяться в архівах, каталогах або бібліотеках зображень.

Для досліджень використано інформацію з сервера Digital Globe, як одного з основних джерел відкритих серверів геоінформації. Сайт сервера Digital Globe www.digitalglobe.com. Сторінка має досить просту навігацію по сайту. Вона містить посилання на всі рубрики сайту, які розподілені на розділи. Сайт тематично складається з 9 основних розділів, кожен з яких представляє свою тему: клієнти; посередники; партнери; галерея знімків; інформація про продукцію; про компанію; контакти; центр новин; застосування.

Переваги даного сервера — розвинута практика запитів і великий обсяг бази даних. Він дає можливість використання космічних зображень Землі майже безкоштовно (оплата за об'єм трафіка в INTERNET). Типи даних космічних знімків, які можна отримувати з сервера геоінформації Digital Globe, представлені у таблиці [2].

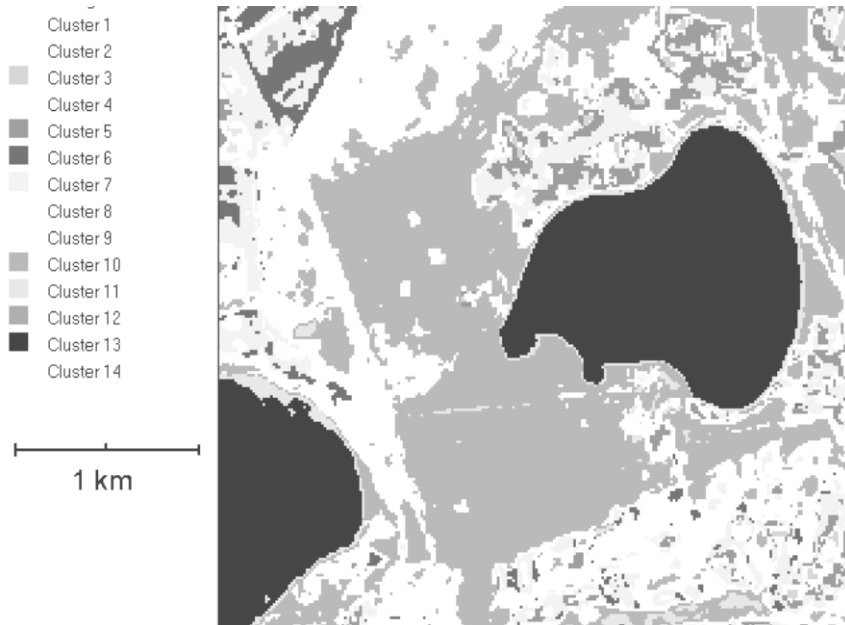
Типи космічних знімків з сервера Digital Globe

	Стандартні космічні знімки	Базові космічні знімки
	Середньоквадратична помилка позиціонування ± 14 метрів; Виконані радіометрична і геометрична корекції; Мінімальне замовлення: нових даних — 64 кв. км, архівних даних 25 кв. км	Середньоквадратична помилка позиціонування ± 14 метрів; Виконана тільки радіометрична корекція; Мінімальне замовлення: стандартна сцена 16,5×16,5 км
PAN	Панхроматичні дані, 0,61 метр/пікс	Панхроматичні дані, 0,61 метр/пікс
MSI	Мультиспектральні дані, 2,44 (2,88) метр/пікс, 4 канал	Мультиспектральні дані, 2,44 (2,88) метр/пікс, 4 канал
Bundle	PAN + MSI одночасно	PAN + MSI одночасно
PSM	Натуральний колір, 3 канал; Псевдоколір, 3 або 4 канали, 0,6 (0,7) метр/пікс	Не проводиться

Сервер автоматично визначає хмарність і дату знімка, що є визначальним при аналізі придатності його для тематичної обробки. За допомогою прив'язки до глобальних географічних координат, які дає сервер Digital Globe, визначаються координати та розміри різних об'єктів. Отримання знімків відбувається за допомогою електронної карти, на якій квадратами позначено ту територію землі, яка зондувалась.

Пошук за допомогою інтерактивної карти виконується шляхом вибору курсором потрібної ділянки земної поверхні з подальшим збільшенням і уточненням її до відповідності параметрам запиту. Після цього вибирають, власне, знімок ділянки. Для проведення пошуку за допомогою центральної точки і радіуса, а також координат верхнього і нижнього кутів необхідно на головній сторінці Архів (Digital Globe Archive) внести потрібні координати у відповідні діалогові вікна. Після цього буде представлена ділянка карти з координатами вибраної ділянки поверхні Землі та кількість наявних знімків.

Розміщення на кожному знімку географічних координат допомагає кращій прив'язці до топографічної карти знімка. Точна дата і час зйомки дає змогу краще орієнтуватися, в яку пору року проводилося зондування, що допомагає при дешифруванні. Для прикладу покажемо знімки території Шацького НПП, отримані з сервера Digital Globe з додатковою інформацією (рис. 1—3).



Результати аналізу [4] космознімків території Шацького НПП (району озера Пісочне) та наземних спостережень вказують на високу ефективність виконаних досліджень. Наземна прив'язка кластерів служить для ідентифікації об'єктів, зображених на космічному знімку. З сервера Digital Globe отримано космічний знімок згідно з даними супутника «Landsat-7» (серпень, 2003 р.) території, прилеглих до озера Пісочне, з додатковою інформацією.

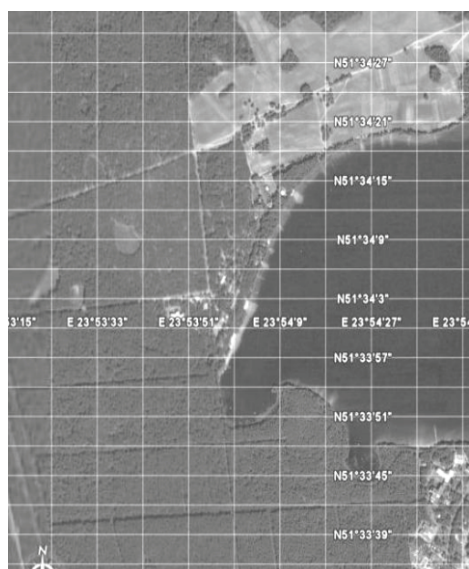


Рис. 2. Космознімок о. Пісочне з накладеною координатною сіткою (Шацький НПП)

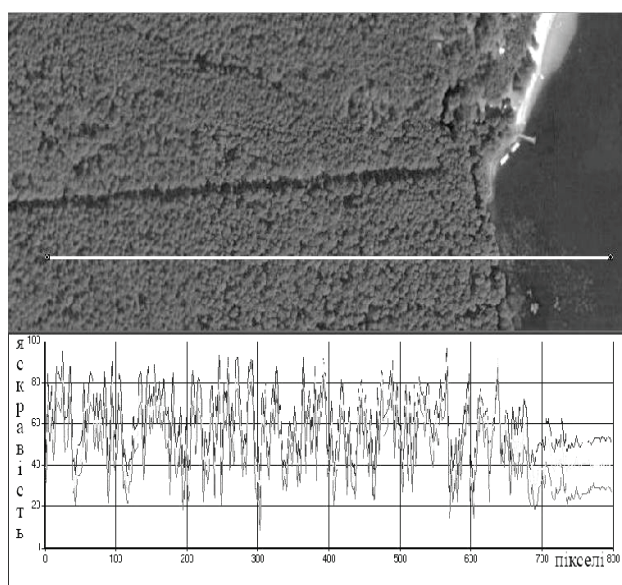


Рис. 3. Профіль на ділянці лісу біля о. Пісочне (Шацький НПП)

Матеріал опрацьовано за допомогою алгоритмів виділення кластерів, в межах яких відрізняються об'єкти дослідження. За різницею яскравостей проаналізовані спектральні характеристики і виділені окремі кластери (в кольорі) (рис. 2).

Космознімок Internet Google Earth, роздільної здатності 0,3 м/пікс у форматі jpeg, є доступним для користування і обробки, що дає змогу більш детальної ідентифікації досліджуваних об'єктів. Разом зі знімками надається додаткова інформація що є корисною для дешифрування. Це порядковий номер знімка у каталозі галереї, дата та час зйомки, широта і довгота в географічних координатах, надир у градусах, азимут цілі, хмарність та якість знімка.

На рис. 2 показано загальний вигляд озера Пісочне і території, яка до нього прилягає, що є об'єктом досліджень. Використовуючи сучасні комп'ютерні програми обробки космічних знімків побудовано профільні діаграми. На їх основі проведено профільно-діаграмний аналіз з метою ідентифікації рослинного покриву за профілем (рис. 3).

Основним завданням, яке ставилось для побудови профілів в межах території Шацького національного природного парку була ідентифікація наземного покриву даної ділянки території з її координатною прив'язкою. Метод профільно-діаграмного аналізу космознімків дає можливість ідентифікувати за профілем кожен характерний пік діаграми на місцевості. Це стало можливим завдяки наяв-

ності космічних знімків роздільної здатності 0,3 м/пікс, що дає нам змогу ідентифікувати крони окремих дерев за профілем. Точна ідентифікація місцезнаходження профілю на місцевості визначається завдяки наявним координатам у програмі Internet Google Earth., а на місцевості координати отримуються завдяки GPS Intel PXA272 ASUS MyPal A632, PN: MP632, SN 5AA0AG003078. Користуючись компасом, було визначено напрямок прокладеного профілю по космознімку, відповідно на топографічній карті і місцевості. На визначеній лінії профілю здійснювалась наземна прив'язка (ідентифікація рослинного покриву). Визначено тип лісорослинних умов (за характером і типом рослинного покриву, багатством ґрунту і описано трав'яний покрив, який характеризує дані умови місцезростання).

Проведені дослідження дають підстави говорити про лісорослинні умови місцезростання В3 (вологі субори). Даний тип умов місцезростання не є оптимальним для сосни звичайної – основної породи лісоутворення в регіоні. Згідно з [5] для сосни звичайної оптимальними є умови В2 — свіжі субори, які формуються на піщаних ґрунтах, з глибиною ґрунтових води 2—4 м, або на суглинистих, де ґрунтові води на глибині 4 м. Цим може бути обумовлена низька продуктивність приросту по діаметру сосни звичайної з даної місцевості, виявлена попередніми дослідженнями.

Отже, наявність достатньо розвинутих інформаційних технологій отримання різних геопросторових даних, дають змогу реалізувати широкий клас актуальних предметно-орієнтованих завдань екологічного моніторингу. За допомогою прив'язки до глобальних географічних координат, які дає сервер Digital Globe, визначено координати та розміри об'єктів. Прикладом автоматизованої обробки зображень може бути процес виділення певних ділянок (озер, водно-болотних комплексів, лісових угруповань, урбанізованих територій) з наступною їх періодичною інвентаризацією. Переваги використання сервера Digital Globe для отримання геоінформації, полягають в можливості точного вибору космознімка певної території, наявності достатньої кількості даних у додатках до знімка, а також пошук території кількома способами – за інтерактивною картою, центральною точкою і радіусом, а також за допомогою координат верхнього лівого та нижнього правого кутів знімка). Загалом, ефективність застосування інформаційних технологій для моніторингу екосистем Шацького НПП, визначається планово-тематичним формуванням фонду космічних знімків відповідної території та індивідуальними характеристиками кожного з них стосовно можливостей забезпечення вимог користувача.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Стойко С. М., Ященко П. Т., Жижин М. П. Шацький природний національний парк. — Львів: Каменярь, 1986. — 48 с.
2. Красовский Г. Я., Петросов В. А. Введение в методы космического мониторинга окружающей среды. — Харьков: ХАИ, 1999. — 206 с.
3. Красовський Г. Я., Андреев С. М., Бутенко О. С., Крета Д. Л., Отримання геоінформації з мережі Інтернет для завдань космічного моніторингу екологічної безпеки регіонів // «Екологія і ресурси»: Збірник наукових праць.— К.: ПНБ, 2005. — № 12. — С. 100—142.
4. Піць Н. А., Цегельник О. В., Мокрий В. І., Федорів Р. Ф. Використання космознімків для вивчення лісонасаджень у Шацькому національному природному парку // Пр. VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство». — Київ: НТУУ «КПІ», 2005. — С. 32—33.
5. Українська енциклопедія лісівництва / Під ред. С. А. Генсірука та ін. — Львів: Національна академія наук України, НТШ, 1999. — Т. 1. — 464 с.

Кучерявий Володимир Панасович — завідувач кафедри ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства та урбоекології, **Мокрий Володимир Іванович** — доцент кафедри екології.

Національний лісотехнічний університет України