

NATO, NASA, UNEP (Global Resources Information Database), WCMC, EIONET та ін. Перевагою України є те, що вона постійно узагальнює інформацію про надра і ліси, що може надалі дати новий ефект у контексті збереження біоресурсів. Її інформацію про біоресурси постійно можна знайти в розділах міжнародних звітів про біорізноманіття і ландшафти, ветланди, ліси, рибне господарство. З іншого боку, видно також, що зовсім новим для України був би розділ стосовно інформації та комунікації (як пропонувалось колись у рамках IUCN). Останній напрям пов'язаний із інформаційними технологіями, розвитком Інтернет і створенням кооперативних ГІС. Прикладом такої найпростішої шкільної кооперативної ГІС сьогодні є програма GLOBE, де дані із 35 шкіл в поточному режимі поступають на сайт в Інтернет. Тобто, на рівні шкіл ГІС-технології теж набирають силу. (Мережева інфраструктура Інтернет в Україні сформована сьогодні в основному крупними провайдерами: «Глобал Юкрейн», «Інфоком», «Укртелеком», «Лакінет», «Релком—Україна» та ін. Не є новиною, що цей ринок розвивається безвідносно до справжнього ринку екологічної інформації, оскільки такий іще тільки формується.)

Питання, яке також заслуговує на велику увагу, і яке ми не піднімали в даній роботі — це оперування метаданими. В сучасних ГІС (особливо міжнародного рівня) це є киснем інформаційної систе-

ми, яка будується у наближенні до досить жорстких стандартів. Багато хто вже помітив, як важко буває знайти метадані в Україні, особливо якщо вони стосуються комплексного питання — заповідних об'єктів і їхнього оточення. Не виключено, що ГІС-рух усе активніше впливатиме і на цю формальну сторону справи.

Залишається сподіватись, що і у справі екомережбудування напрям із застосування інформаційних технологій (ГІС-аналізу, дистанційного зондування, Інтернет) і далі набиратиме оберти, і з розряду екзотичних ця справа перейде в розряд практично необхідних.

1. Збереження і моніторинг біологічного та ландшафтного різноманіття в Україні. — К.: Національний екологічний центр України, 2000.—244 с.
2. Пархісенко Я. В., Придатко В. І., Ишук О. А. та ін. Досвід УЦМЗР з актуалізації тематичних карт із застосуванням зображень, отриманих із супутників «Landsat 4», «Landsat 7» та «Spot» // Матер. міжнар. науково-практичної конф. «ГІС-форум 2001» (Київ, 18—20 грудня 2001 р.). — С. 166—174.
3. Придатко В. І., Ишук А. А., Потапенко Л. С., Штепа Ю. Н. Результати виконання проекту по створенню пилот-ГІС для цілей моніторингу екосистем и сохранения биоразнообразия в Азово-Причерноморье (версия 2) // Матер. IV Междунар. конф. «Геоинформационные технологии в управлении территориальным развитием», Ялта, 28 мая—1 июня, 2001.—CD: ECOMM.
4. Розбудова екомережі України // Програма розвитку ООН (UNDP). Проект «Екомережі». — К., 1999.—127 с.

Деякі тенденції в дистанційному зондуванні Землі (за зарубіжними матеріалами)

В. С. Готинян, І. С. Дронова

Державний науково-виробничий центр «Природа» НКА України, Київ

В ДНВЦ «Природа» був проведений аналіз зарубіжних матеріалів з метою визначення сучасних тенденцій в розвитку дистанційного зондування Землі. Використані наступні матеріали:

1. Матеріали Міжнародної конференції користувачів ESRI (Сан Дієго, Каліфорнія, США) 2001 р.
2. Матеріали щорічних доповідей CEOS.
3. Веб-сторінки агентств і організацій з ДЗЗ — Orbimage, Infoterra, Space Imaging Eurasia, Landsat, Spot Imaging, Radarsat International, ESA, NASA, NASDA, CNES та ін.
4. Матеріали міжнародного Конгресу з фотографіметрії (Амстердам).

5. A Guide To Using Earth Observation Data for decision Makers, 1999.

6. GIS Development — Remote Environmentsb /July 2001. Vol. 5, Issue 7

7. Spot Magazine, N 32/2000.

8. Веб-сайти організацій і установ, а також пов'язаних з ними закладів зі списку на www.vtt.fi/tte/research/tte1/tte14/virtual

Комітет із супутників спостереження Землі (CEOS) був створений в 1984 р. Його метою є координація спостережень і оптимізація користі від використання ДЗЗ різними країнами, сприяння міжнародному співробітництву в галузі ДЗЗ, обмін

досвідом управління, інформацією, створення глобальних банків даних та ін. До членів CEOS входять різні державні космічні агенції, центри космічних досліджень країн Європи, Сполучених Штатів, Канади, Індії, Японії, Китаю, в тому числі й Національне космічне агентство України. Секретаріат Комітету включає Європейське космічне Агентство (ESA), Національну організацію США з дослідження космосу (NASA), а також Агентство з науки та технології (STA) разом із Національним агентством з розвитку космічних досліджень Японії (NASDA). Різні агенції і робочі групи комітету займаються окремим аспектами розвитку ДЗЗ в світі, причому велика увага приділяється питанням глобального спостереження і моніторингу екологічної ситуації.

Якщо розглянути основні питання пленарних засідань CEOS за весь час існування Комітету, можна побачити, як змінювались головні завдання і пріоритети із усвідомленням людством проблем, які до того не поставали так гостро. Від питань про організацію будь-яких спостережень земної поверхні та налагодження надання різних даних і послуг користувачам даних ДЗЗ в 1980-ті роки CEOS перейшов до таких актуальних питань, як створення нових центрів супутникової інформації, розробка ефективних стратегій дослідження глобальних змін клімату, моніторингу стихійних явищ, розвиток партнерства з найбільшими установами і агенціями світу та ін. Надзвичайно велике значення надається міжнародному співробітництву та допомозі країнам, що розвиваються.

Хоча і не всі держави світу інтенсивно використовують дистанційне зондування, географічні межі розповсюдження технологій та засобів ДЗ постійно розширюються. Крім вищезазначених організацій, у світі працюють також Австралійський центр ДЗЗ (ACRES), Національне агентство з дистанційного зондування в Індії, Таїландський центр дистанційного зондування, Центри ДЗЗ при національних університетах Сінгапура і Тайваня, Alado Imagens de Satelite e Informatica Ltda в Бразилії та ін. Декілька центрів, які в різних напрямках використовують інформацію супутників та технології ДЗЗ, працюють в Африці: Africover Project, відділ CEOS в Найробі, Кенія; Південноафриканський кооперативний центр дистанційного зондування, а також програма екологічних досліджень і роботи з інформацією про довкілля EIS-SSA.

Важливою тенденцією використання інформації ДЗЗ на сьогодні є пов'язана з нею комерційна діяльність: поширення даних зображень, надання послуг з інтерпретації і різних видів обробки інформації, торгівля програмним забезпеченням та ін. В США законодавство, яке дозволяло використовувати інформацію ДЗЗ в комерційних інтересах, поча-

ло розроблятися ще в 1980-ті роки, а в жовтні 1992 р. Конгресом США був прийнятий Акт про політику з дистанційного зондування Землі. Цей закон звернувся до рішення 1984 р. про комерціалізацію системи «Landsat» і визнав корисність «дистанційного зондування Землі з космосу» для науки, національної безпеки, економічних та соціальних аспектів. На додаток, Акт дозволив створення приватних космічних систем дистанційного зондування, при цьому не передбачалися обмеження на просторову роздільну здатність зображень.

Рішення, прийняті в 1992 і 1994 рр., вплинули на активність приватного сектору і розвиток торговельних відносин стосовно інформації та матеріалів ДЗЗ. На сьогодні в світі працюють такі організації, як «Orbimage», «Space Imaging International», «Spot Image», «Actrium» (Infoterra), «Radarsat International», «European Space Imaging», відділи NASA та багато інших, які займаються збором космічної інформації та даних ДЗЗ, їхнім розповсюдженням на передбачених міжнародним законодавством засадах. Для полегшення комерційної діяльності і підвищення надійності великі компанії намагаються вводити спеціальні умови ліцензування користувачів, створювати невеликі представництва для роботи з клієнтами на місцях, випускати щорічні звіти, каталоги і т. ін.

Однією з найвідоміших в світі є організація Space Imaging International та її філії в різних частинах світу, які займаються інформацією ДЗЗ з супутника IKONOS. Спектр сфер застосування цих даних є надзвичайно широким — від картографії, пошуку природних ресурсів та аналізу екологічної ситуації до телекомунікації, планування, управління і національної безпеки держав.

Ліцензування інформації ДЗЗ є надзвичайно важливим на сьогодні аспектом комерційної діяльності в цій сфері. Процедура і умови оголошуються в спеціальних правилах кожної організації. Керівні органи агентств Space Imaging Eurasia і «Spot Image Corporation» зазначають, що хоча з одного боку світові організації роблять все можливе, щоб відкрити якомога більше інформації користувачам, з іншого виникають спроби нелегально продавати інформацію, яка є на Веб-сайтах тощо. Для цього вводяться такі заходи, як платне користування певними Веб-каталогами, спеціальні стягнення і штрафи за порушення умови «кінцевого споживача» (наприклад, замовник інформації у Space Imaging Eurasia, згідно з умовами ліцензування, не має права надавати і поширювати цю інформацію далі без погодження агентства, яке її надало). Нещодавно «Spot Image Corporation» заключило договір з Національним агентством зніmkів і картування в США (NIMA) про включення в спеціальний Веб-сайт останнього більше 5000 архівних

зображень з КА «Spot».

Цінова політика торгівлі матеріалами ДЗЗ залежить від того, яка організація надає інформацію, з якого джерела-супутника, замовляються нові чи архівні матеріали, прості знімки чи ортотрансформовані і т. д. Так, ціни на знімки з Ikonos (агентство Space Imaging Eurasia) з роздільною здатністю 1 м (панхроматичні) та 4 м (багатозональні) коштують від 35–40 дол. США за км² території на зображенні, в DigitalGlobe (супутник «QuickBird») — від 30–80 дол. США за км², але ціна може змінюватись в залежності від кількості замовленої інформації. Архівні знімки коштують значно дешевше, ніж нові. Деякі агентства, як, наприклад, ACRES, RADARSAT International, Orbimage (Orbview-1, -2) призначають ціну за конкретні знімки. В залежності від роздільної здатності ціна за знімок 100×100 км² варіює від 900–3000 дол. США і вище, архівні знімки можуть в різних агентствах коштувати від 500–600 і вище. Цінові тенденції спрямовані на полегшення доступу користувачів до інформації, тому багато організацій («Spot Image Corporation», DigitalGlobe, Space Imaging Eurasia) впроваджують різні системи знижок на продукцію, особливо більш давню, яка теж широко використовується для вирішення різних проблем.

Технологія отримання даних ДЗЗ, їх подальшої інтерпретації та обробки теж постійно розвивається і змінюється в залежності від завдань сьогодення. Велику увагу приділяють такому параметру, як просторова роздільна здатність зображення. Знімки деяких сучасних супутникових систем мають роздільну здатність краще ніж 1 м, а процес первинної обробки на новітньому обладнанні може займати всього декілька хвилин і навіть секунд. Space Imaging Eurasia досягає високої якості зображень завдяки фіксації камер на супутнику (в процесі зйомки рухаються не камери, а вся система разом, що дозволяє уникнути небажаних зсувів зображень при гальмуванні супутника або відключенні системи).

«Spot Image Corporation» займається розробкою нової програми Patchwork, яка дозволяє отримувати зображення майже без хмарного покриття (менше 10 %) навіть в тих регіонах, де хмари заважають оптичним спостереженням практично протягом цілого року. До того ж, технологія Patchwork оснащена різними можливостями обробки інформації, комбінування зображень і т. д.

Програмне забезпечення обробки матеріалів ДЗЗ розробляється окремими компаніями для інформації з конкретних супутників. Провідними серед них на сьогодні є «ERDAS Imagine», Multi-Sensor Software (Orbimage), TELIMAGO (Gael, Франція), Geo Ortho Kit (Space Imaging) та ін. Серед ор-

ганізацій, які також займаються технологіями ДЗЗ — ESRI, Speck Systems Ltd, Z/I Imaging's ImageStation OrthoPro™, PCI Geomatics', Geomatica™, OrthoEngine та багато інших.

На сьогодні використання інформації дистанційного зондування Землі тісно пов'язане з розвитком геоінформаційних систем та технологій (ГІС). Це включає і створення баз даних, і розробку програмного забезпечення (як загальних програм, так і призначених для конкретних проблем в окремих регіонах). Часто знімки, ортотрансформовані зображення та інші дані ДЗЗ слугують основою банків даних та розробки ГІС або допомагають у вирішенні конкретних завдань. На основі даних ДЗЗ, наприклад, Інженерний відділ Міністерства оборони США розробляє ГІС-моделі для аналізу рослинного покриття і покриття земель на різних військових базах, особливостей утворення тіні та ін. з метою розробки спеціальних карт і класифікацій земельного покриття.

Аналіз доповідей останніх світових конференцій з дистанційного зондування та ГІС та близько 150 Веб-сайтів світових організацій і агентств з ДЗЗ свідчить про те, що тенденція інтеграції даних ДЗЗ та ГІС-технологій набуває все ширшого масштабу. Головні прикладні аспекти використання матеріалів ДЗЗ та ГІС-картографування, телекомунікації, планування транспортних мереж, розвідування покладів корисних копалин, ландшафтний і просторовий аналіз природних систем. Звичайно, це не заважає розвитку традиційних напрямків застосування засобів та інформації ДЗЗ. Картографування різних територій, зокрема створення тематичних карт, дослідження характеру і причин зміни земної поверхні в часі та під дією різних чинників залишаються важливими сферами використання матеріалів дистанційної зйомки. Таблиця та рисунок ілюструють застосування дистанційного зондування в різних сферах.

Отже, спектр застосування інформації дистанційного зондування Землі є надзвичайно широким. Однак можна побачити, що головні тенденції сьогодення витікають із найбільш актуальних проблем та завдань. В першу чергу це питання екологічного характеру — спостереження за станом природних територій, управління екологічною ситуацією, яке включає глобальні зміни клімату, стан природних ресурсів суходолу й Світового океану.

Використання матеріалів ДЗЗ дозволяє слідкувати за станом лісового покриття та виявляти темпи скорочення природних територій в світі, спостерігати за тенденціями зміни промислово цінних популяцій креветок, риби в морях та океанах (за матеріалами Європейського космічного агентства). Багато екологічних відділів при світових агентствах з ДЗЗ займаються спостереженням за змінами озо-

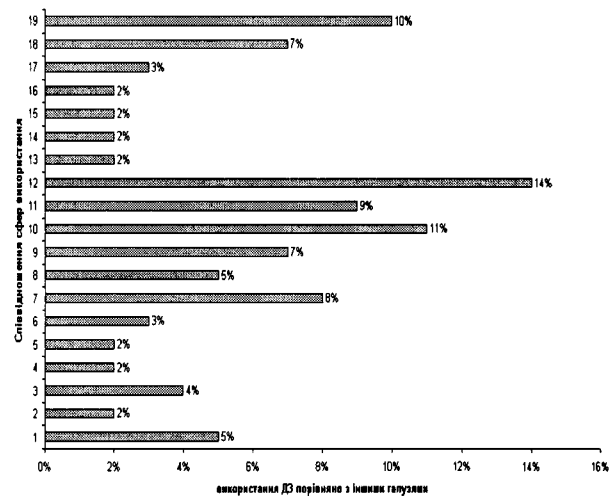
Сфери застосування інформації ДЗЗ

1. Сільське господарство	5 %
2. Економічні дослідження	2 %
3. Картографування	4 %
4. Клімат і погода	2 %
5. Створення баз даних і автоматизація управління	2 %
6. Глобальні системи пошуку	3 %
7. Екологія, археологія, збереження пам'яток	8 %
8. Вивчення і розвідування природних ресурсів	5 %
9. Пожежі, стихійні явища, природні катастрофи	7 %
10. Управління екологічною ситуацією	11 %
11. Застосування в державному управлінні	9 %
12. Лісова і заповідна справа і рибне господарство	14 %
13. Географічні дослідження	2 %
14. Здоров'я населення, дослідження епідеміологічної ситуації	2 %
15. Міжнародне співробітництво	2 %
16. Системи пошуку місцезнаходжень об'єктів	2 %
17. Вивчення Світового океану	3 %
18. Використання ДЗ для розвитку ГІС-технологій	7 %
19. Водокористування і дослідження стану водних ресурсів	10 %

нового шару планети, розповсюдженням забруднень в навколишньому середовищі і виявленням негативних ефектів антропогенної діяльності. Серед таких організацій — EARS (Центр екологічних досліджень та дистанційного зондування, Нідерланди), Відділ Геофізичних та екологічних досліджень (GER) в Нью-Йорку, Національна Організація з досліджень океану та атмосфери (NOAA) при NASA в США, Центр глобальних екологічних досліджень при NASDA в Японії, велика кількість центрів екологічних досліджень за допомогою дистанційного зондування при університетах багатьох держав.

Засоби ДЗЗ є надзвичайно зручними для організації різних видів екологічного моніторингу — від ландшафтного в окремих регіонах до, наприклад, моніторингу глобального потепління. Тому цими інструментами користуються Інститут всесвітнього спостереження (Worldwatch Institute, www.worldwatch.org) та інші екологічні установи при ООН, а також в окремих державах. Дослідниками Terrestrial Remote Sensing Flagstaff Field Center (Арізона, США) було проведено обстеження декількох зон коралових рифів Світового океану, стан яких, як відомо, є індикатором глобальних змін клімату. Висновки цих досліджень можуть стати основою прогнозування і розробки природоохоронних заходів (terraweb.wr.usgs.gov). Дослідники Центру екологічного дистанційного зондування в Японії (CEReS) досліджували динаміку опустелювання в глобальному масштабі в 2000—2001 р. (GIS Development — Remote Environments.—July

Використання ДЗЗ в різних галузях



Застосування ДЗ в різних сферах

2001.—5, Issue 7). Результати цієї роботи зробили суттєвий внесок в розвиток екологічного картографування, а з іншого боку — виявили деякі закономірності процесу деградації природних земель і переходу в пустельні території, головні фактори (соціальні, економічні, кліматичні й фізичні), які на цей процес впливають.

Не менш важливим напрямком спостережень ДЗЗ є аналіз лісових пожеж, природних катастроф та стихійних явищ з подальшим прогнозуванням подібних ситуацій в майбутньому. Практично при кожній державній та світовій організації або установі з ДЗЗ є відділи, які збирають інформацію, створюють бази і банки даних, роблять відповідні дослідження і прогнози щодо таких явищ і надзвичайних ситуацій. Глобальний центр моніторингу лісових пожеж (GFMC) при ООН займається спостереженням за ситуацією в цій сфері по всьому світові, використовуючи дані дистанційної зйомки, та створює бази даних і допомагає координувати моніторингові заходи в окремих регіонах планети.

Важливою сферою використання дистанційних методів зйомки залишається сільське господарство, тому що воно пов'язано із продовольчим забезпеченням населення світу. Аспекти, до яких мають відношення матеріали ДЗЗ, надзвичайно різноманітні — аналіз сільськогосподарських угідь та пасовищ, спостереження за змінами рослинних культур через різні причини (засуха, шкідники, хвороби), планування комерційних і торгових мереж сільського господарства, створення відповідних баз даних. Серед інших стратегічних напрямків можна виділити питання національної безпеки, економічне та соціальне планування, розробку стратегій

регіонального управління. Досить цікавими є нові дослідження компанії «Spot Image Corporation». По-перше, на борту супутника «Spot-4» (запущений в 1998 р.) встановлений спеціальний прилад VEGETATION, за допомогою інформації з якого виявляють стан угідь, планують іригаційні системи, своєчасно встановлюють наявність шкідників на полях (зокрема саранчі) та попереджують збитки від комах, хвороб, забруднень тощо. По-друге, різні ефективні моніторингові системи, які розробляються на основі даних компанії, допомагають окремим фермерським господарствам постійно слідкувати за станом сільськогосподарських територій, приймати відповідні рішення стосовно управління землями і діяльністю на них. Компанія заключила ще в грудні 1999 р. договір з організаціями CNES, Scot, INRA, Astrium, Aventis Cropscience щодо розробки технологій для забезпечення більш правильної сільськогосподарської діяльності в світі (Spot Magazine, N 32/2000).

Медицинські дослідження і аналіз епідеміологічної ситуації на сьогодні також не обходяться без дистанційного зондування. При Всесвітній Організації охорони здоров'я створено спеціальний Центр використання ДЗ та ГІС для питань здоров'я населення. В Каліфорнійському Університеті (США), було проведено дослідження різної інформації супутників (здебільшого багатозональні та інфрачервоні знімки «Landsat-7 ETM» та «Landsat-5 TM»). Аналіз різних екологічних складових, що впливають на життєдіяльність і характер розповсюдження збудників хвороб, дозволяє просліджувати тенденції епідеміологічної ситуації (наприклад, коли йдеться про збудників, що народжуються в певному водному або ґрунтового середовищі). Матеріали дистанційної зйомки також дозволяють визначати ризик виникнення захворювань в людських поселеннях, населених пунктах, картографувати ризик. Ці дані, в свою чергу, є важливими при демографічному плануванні, прогнозуванні майбутніх міст тощо. Інформація, отримана з супутників ДЗ, є корисною для впровадження ефективного моніторингу.

Надзвичайно широким є спектр використання матеріалів ДЗЗ в державному управлінні. Можна виділити такі аспекти:

- національна безпека, військові цілі, кримінальна ситуація;
- створення різних спеціальних карт;
- кадастри і обліки земель;

— перепис населення.

Особливо ефективним тут є включення інформації ДЗЗ в ГІС-системи. Наприклад, в Денвері (США) проводилися дослідження, в яких цифрові ортотрансформовані зображення були основою ГІС-моделей планування міської зони і розробки кадастрів.

Слід також зазначити, що велика увага питанням ДЗЗ надається в освіті. Багато навчальних закладів не тільки впроваджують окремі курси чи навчальні програми з ДЗЗ, а й створюють свої центри з дистанційного зондування та його використання в різних видах теоретичних та прикладних досліджень — Центр ДЗ Бристольського університету, NERC Remote Sensing and GIS Unit (RAGU), Плімутський університет, Sheffield Centre for Earth Observation Science (SCEOS) в Шеффілдському університеті (Велика Британія), Центр дистанційних зображень, зондування і обробки (CRISP) при Національному університеті в Сінгапурі та багато інших. Філії міжнародних університетів (наприклад Міжнародний університет в Нідерландах) пропонують різноманітні коротко- та довгострокові курси, які дозволяють за певний термін отримати знання та навички в сфері технологій та засобів ДЗЗ, а також ознайомитися з сучасними напрямками розвитку ДЗ- та ГІС-технологій і важливими завданнями сьогодення.

Таким чином, дистанційне зондування Землі залишається надзвичайно важливим інструментом збору цінної інформації про різні сфери існування людства і планети Земля. Головні напрямки розвитку ДЗЗ визначаються першочерговими проблемами і пріоритетами сучасного технологічного розвитку. Тому матеріали ДЗЗ знаходять сьогодні широке застосування в галузях дослідження екологічної ситуації, природних ресурсів та стану території світу з одного боку, а з іншого — в створенні інформаційних систем та автоматизованих систем управління природокористуванням. Велику роль для ефективності вирішення проблем грає міжнародне співробітництво, взаємний обмін досвідом і технологіями між країнами та організаціями на засадах комерційної діяльності або допомоги. Постійний розвиток технологій і засобів ДЗЗ та підвищення ефективності використання їх у розв'язанні конкретних завдань дають підстави для оптимістичних прогнозів щодо майбутнього розвитку ДЗЗ.