

УДК 528.7

ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ СТВОРЕННЯ АКТУАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОННИХ РЕСУРСІВ

О. Барладін, Л. Миколенко

Інститут передових технологій

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, космічні знімки, веб-картографія, геопортал.

Постановка проблеми

Відповідно до вимог сучасного постіндустріального суспільства сьогодні істотно зростають можливості супутникових систем дистанційного зондування Землі. Збільшується кількість космічних апаратів, розширюється номенклатура та інформаційні можливості апаратури дистанційного зондування, підвищується оперативність доставки інформації користувачам. Розвиток інтернет-технологій дає змогу користувачам використовувати нові засоби отримання просторової інформації. За допомогою інформації ДЗЗ можна оперативно оцінювати достовірність та оновлювати планово-картографічну інформацію. Задачі оперативного супутникового контролю природних та антропогенних ресурсів, дослідження динаміки перебігу процесів та явищ, аналізу причин та прогнозування можливих наслідків на сучасному етапі є невід'ємним атрибутом методології збирання інформації про стан території, необхідної для прийняття своєчасних управлінських рішень.

Останні роки характеризуються зростанням інтересу до веб-картографії та її можливостей, кількості сервісів, що використовують картографічні технології. Особливу увагу привертає галузь створення геопорталів та електронних ресурсів для забезпечення доставки даних кінцевому користувачеві. Як середовища можуть використовуватись будь-які мережі, зокрема Інтернет, та цифрові носії інформації. Основними функціями веб-картографії є: візуалізація інформації, її подання, оптимізація роботи з просторовою інформацією в мережі, розв'язання задач складного пошуку, вимірювання відстаней, прокладання маршрутів, забезпечення редакторських опцій тощо.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

Найважливішими тенденціями в зарубіжних публікаціях, що стосуються використання даних дистанційного зондування Землі для веб-картографії та електронних ресурсів, є: кількісне збільшення проектів, що реалізують концепцію подання даних, зростання можливостей персоналізації сервісів, інтеграція власних даних в наявні сервіси, глобальність ресурсів та зростання їх ролі в повсякденному житті [6, 7, 10].

Ранні (до 2000 року) етапи становлення веб-картографічних сервісів характеризувалися локальністю, вузькою тематичною спрямованістю та невисокою функціональністю, що значно обмежувало коло їхніх потенційних користувачів. Фактично усвідомлення можливостей просторових технологій пов'язане

з появою на ринку глобальних картографічних сервісів Google Earth та Google Maps у 2005 році. На практиці був застосований принципово новий підхід до організації сервісу, що передбачає попередню підготовку та генерацію всіх даних та дає змогу досягти неабиякої швидкості під час роботи з картами та навігації [1]. Сьогодні власні національні веб-картографічні ресурси мають США, Канада, Австралія, Росія, Фінляндія, Іспанія, Франція, інші європейські країни. Питання функціонування зарубіжних національних, регіональних та локальних геопорталів та веб-картографічних ресурсів детально висвітлено в роботах [1, 7, 10]. Окремо відзначимо геопортал Роскосмосу [11], офіційно запущений 21 грудня 2010 року, що характеризується щоденним оновленням бази геоданих та космічних знімків з супутників "Ресурс-ДК1", "Метеор-М" та зарубіжних знімальних апаратів – Terra (США), Alos (Японія), Spot (Франція), QuickBird (США), LandSat (США).

Тимчасом як у світі спостерігаються тенденції до формування розвиненої системи геопорталів, що подають та об'єднують геоінформаційні системи різного рівня та просторового огляду, різної предметної спеціалізації: від універсальних до спеціальних, в Україні до сьогодні конкретні роботи зі створення та наповнення національного та регіональних картографічних веб-ресурсів не проводились. У 2007 р. схвалено Концепцію проекту Закону України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" [12]. Відповідно до наказу "Про проведення дослідних випробувань програмного забезпечення геопорталу каталогу метаданих геоінформаційних ресурсів України "ПЗ Геопортал" від 21 липня 2010 року [13] затверджено програму і методику випробувань програмного забезпечення геопорталу каталогу метаданих геоінформаційних ресурсів України. Надзвичайно гострим залишається питання залучення базових та профільних наборів геопросторових даних національного, регіонального, локального та місцевого рівнів, покриття всієї території України актуальними космічними знімками середнього та високого просторового розрізнення, приведеними до єдиної системи координат. Разом з тим для ефективного застосування супутникових даних на практиці треба, щоб потенційні користувачі розуміли інформаційні можливості сучасних даних ДЗЗ для актуалізації картматеріалів, завдань транспорту (автодороги, залізниці), сільського господарства, земельного кадастру, лісокористування тощо. У вітчизняних публікаціях ця тематика висвітлюється [2, 3, 4, 8]. Втім, на наш погляд, така актуальна проблематика потребує глибошого науково-дослідного опрацювання.

Постановка завдання проблеми

Метою дослідження є висвітлення та аналіз основних особливостей використання даних дистанційного зондування Землі високого та середнього просторового розрізнення для актуалізації та створення веб-сервісів і електронних ресурсів.

Виклад основного матеріалу проблеми

Космічні знімки високого та середнього просторового розрізнення, інтегровані у бази даних ГІС, сьогодні допомагають ефективно виконувати найважливіші завдання цифрової картографії. Для земельно-кадастрових систем та міського планування у масштабі до 1:10 000 доцільно використовувати космічні знімки з КА Quickbird, WorldView-2 та GeoEye, для вирішення питань актуалізації планово-картографічної інформації масштабів 1:25 000 та дрібніше, лісового, сільськогосподарського, екологічного моніторингу – знімки з КА IRS, Spot, Alos.

ЗАТ “Інститут передових технологій” працює над створенням комплексної растрово-векторної основи набору геопросторових даних території України для електронних та мережевих ресурсів в єдиній географічній системі координат, основними компонентами якої є:

- цифрові топографічні карти в растровому форматі масштабів 1: 10 000 – 1: 100 000;
- мозаїка орторектифікованих космічних знімків середнього просторового розрізнення IRS (5,8 м) всієї території України;
- ортофотоплани і космічні знімки високого просторового розрізнення QuickBird та WorldView (0,6 та 0,5 м) на територію обласних центрів України, великих міст, промислових та туристичних осередків;
- набір геопросторових даних у векторному форматі (межі адміністративно-територіальних утворень, об’єкти гідрографії, населені пункти, автомобільні дороги, залізниці; інженерні комунікації; межі кадастрових об’єктів, межі територій структурно-планувальних елементів населених пунктів тощо);
- цифрові моделі рельєфу.

Для створення растрової основи покриття території України космічними знімками вибрано архівні матеріали космічного знімання апарата IRS (за 2008–2009 рр.) Індійської організації космічних досліджень, отримані через компанію “СканЕкс” [14]. Вибір пояснюється такими особливостями знімальної системи:

- позиціонування апаратури з високою точністю;
- доволі високе просторове розрізнення зображень у своєму класі, що відповідає масштабу створених та оновлюваних карт 1:25 000;
- досягнення компромісу між просторовим розрізненням панхроматичного зображення, мульти-спектральними можливостями та площею покриття із смугою огляду 23 та 70 км;
- оптимальне співвідношення “ціна–якість” отриманих даних.

Основні технічні характеристики супутника IRS-P6 (Resourcesat-1) наведено в табл. 1.

За технологією, детально описаною в роботі [3], здійснено радіометричну, геометричну, спектральну

корекцію та орторектифікацію космічних зображень і створено мозаїку знімків. Вперше отримано єдине покриття космічними знімками просторового розрізнення 5,8 м за період 2007–2009 рр. території України, загальна площа якої понад 605 тис. км² (рис. 1). Дані залучені в геоінформаційне середовище, спроектовані до географічної системи координат і відкривають надзвичайно широкі можливості для розв’язання задач кадастрового картографування, оновлення планово-картографічних матеріалів масштабів 1:25 000 – 1:50 000, лісового господарства, сільськогосподарського, транспортного та екологічного моніторингу тощо.

На основі створеної мозаїки космічних знімків IRS з використанням програмної оболонки ППТ-ГІС та ППТ-ГІС (pro) видано електронний космоатлас Київської області та інших областей, що входять до космоатласу України. Програма містить також векторні тематичні шари та забезпечує багаторівневе масштабування, швидке переміщення, визначення відстані між будь-якою кількістю заданих точок, пошук населених пунктів та адміністративних районів (рис. 2), можливість створення точкових об’єктів (міток), прокладання оптимального маршруту та одночасне відображення космічних знімків, топографічної основи і векторних шарів (функція “гібрид”), що забезпечується опцією напівпрозорості. Функція “pro” дає змогу створювати власні векторні об’єкти: полігони, лінії, проставляти графічні знаки та змінювати їхні властивості із подальшим їх збереженням у різних шарах карти. Реалізовано також опцію побудови профілю місцевості, розрахунку його видимості та отримання висоти кожної точки на карті. Програма підтримує експорт та імпорт власних растрових та векторних файлів у форматі *shp, *tiff, *bmp, *csv, *gpx.

На основі цього підходу в Інституті передових технологій готується до видання Космоатлас України, який складатиметься з атласів окремих областей, об’єднаних у єдиний проект.

Таблиця 1

Технічні характеристики супутника IRS-P6 (Resourcesat-1)

Режими	LISS-4		LISS-3	AWiFS
	PAN	MSS		
Спектральний діапазон, мкм	0,62–0,68	0,52–0,59 0,62–0,68 0,77–0,86	0,52–0,59 0,62–0,68 0,77–0,86 1,55–1,70	0,52–0,59 0,62–0,68 0,77–0,86 1,55–1,70
Просторове розрізнення	5,8 м	5,8 м	23,5 м	50–70 м
Ширина смуги огляду	70 км	23 км	140 км	740 км
Періодичність знімання	5 днів	5 днів	24 дні	5 днів
Радіометричне розрізнення	10 біт	10 біт	7 біт	10 біт
Термін виконання замовлення	7–14 днів для архівних даних			



Рис. 1. Покриття території України космічними знімками IRS

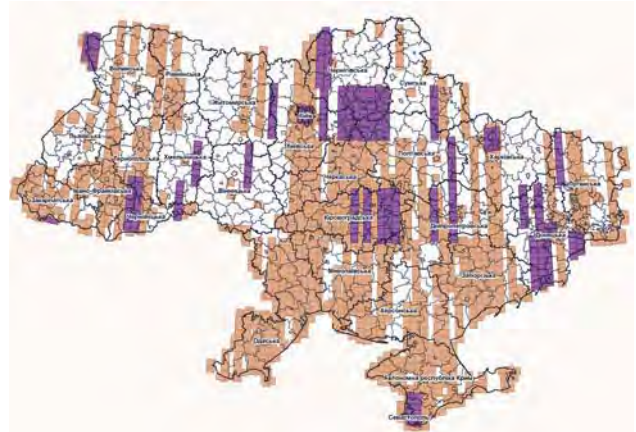


Рис. 3. Схема покриття території України космічними матеріалами високого просторового розрізнення (сервіс ImageConnect). Рожевим кольором показано дані 2010 р.

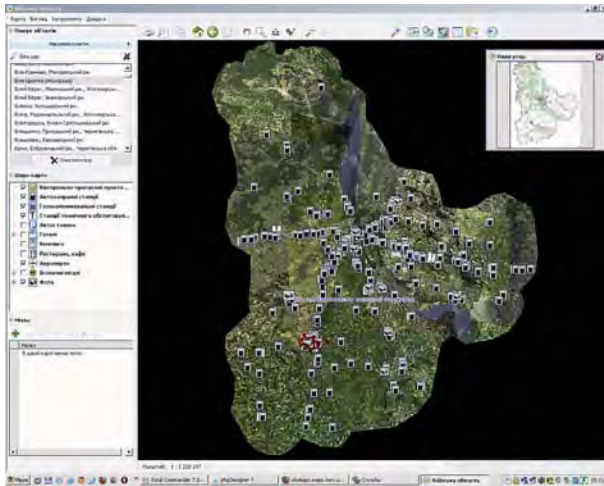


Рис. 2. Візуалізація даних та задачі пошуку в космоатласі Київської області на основі космічних знімків IRS

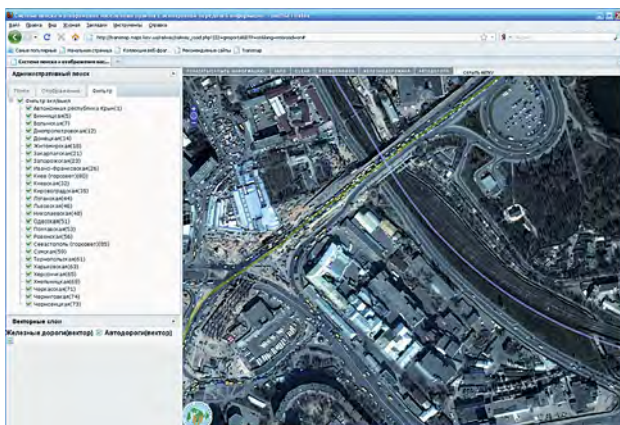
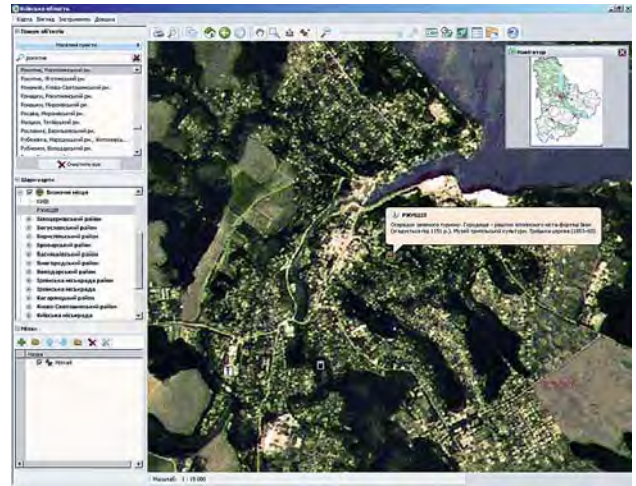


Рис. 4. Космічний знімок QuickBird (2010) на туристичному геопорталі України

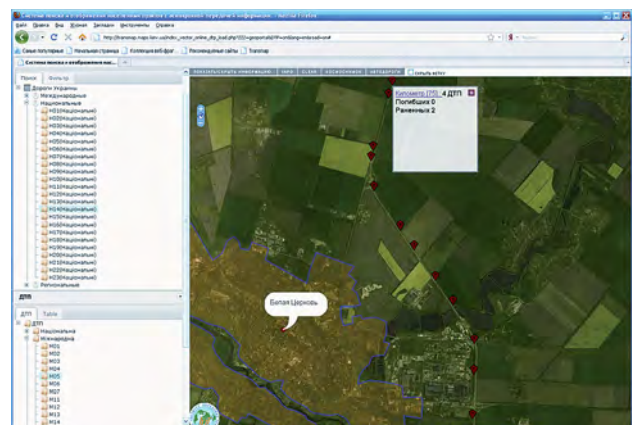
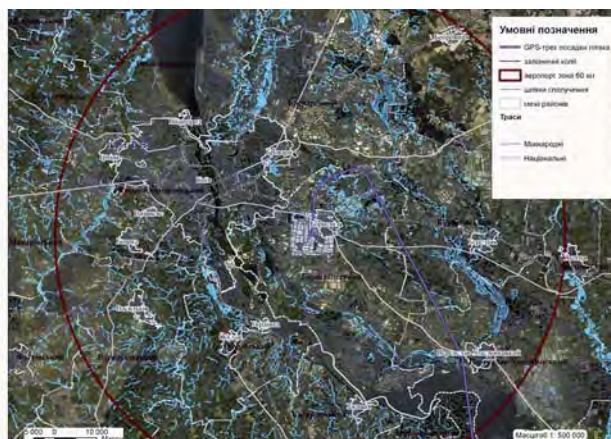


Рис. 5. Моніторинг ДТП на транспортному геопорталі України з використанням космічних знімків IRS



а



б

Рис. 6. Використання службових геопорталів на основі космічних знімків високого (QuickBird) та середнього (IRS) просторового розрізнення: а – актуалізація картографічних матеріалів з використанням опції напівпрозорості, б – моделювання зльоту-посадки літака

Серед космічних знімків з високим просторовим розрізненням для задач веб-картографії та створення електронних ресурсів доцільно використовувати знімки з космічних апаратів QuickBird (просторове розрізнення 0,61 м у панхроматичному та 2,44 м у мультиспектральному режимі), Ikonos (відповідно 1 та 4 м), WorldView-2 (0,50 та 1,8 м), GeoEye-1 (0,41 та 1,65 м). Їхні технічні характеристики висвітлено в джерелах [4, 5, 9, 15].

ЗАТ “Інститут передових технологій” має унікальний архів космічних знімків з високим просторовим розрізненням на значну частину території України за період з 2002 до 2010 р., що придбані у офіційних дистриб’юторів компаній EarthImage та DigitalGlobe. Виконано їх геометричну та спектральну корекцію, створено ортофотоплани та ортофотокарти обласних центрів та великих міст. У 2010 р. вперше в Україні підприємство під’єдналось до сервісу доступу до космічних даних ImageConnect, що дає змогу отримувати багатокористувацький доступ до високоточних даних із супутників QuickBird та WorldView безпосередньо із геоінформаційного середовища, а також створювати та оновлювати власні геопортали та сайти. Геоприв’язані космічні зображення високого просторового розрізнення завантажуються в ГІС-середовище безпосередньо з архіву компанії DigitalGlobe. Вони одразу відображаються у програмному забезпеченні (ESRI (ArcGIS 8.x та 9.x), MapInfo Professional, Autodesk (Map 3D, Land Desktop, Raster Design, Civil 3D та AutoCAD) та автоматично переводяться у задану в програмі проекцію. ImageConnect має простий, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та дає змогу:

- забезпечити миттєвий доступ до високоточних актуальних даних дистанційного зондування;
- значно знизити вартість архівних даних дистанційного зондування;
- позбавитись видатків на терабайти даних та забезпечити одночасний доступ до них всіх філіалів підприємства.

В архіві сервісу – зображення, отримані із супутників QuickBird та WorldView безпосередньо з моменту їхнього запуску (2002 та 2009 р. відповідно) до сьогодні. Сервіс забезпечує вибір необхідного періоду знімання, що дає змогу виконати часовий аналіз та здійснювати оцінку змін, що відбулися. Понад 70 % території України покрито даними космічного знімання високого просторового розрізнення, переважну частину яких відзнято з 2007 до 2010 р. (рис. 3).

Реалізувавши геоінформаційний підхід з використанням космічних знімків середнього та високого просторового розрізнення, в Інституті передових технологій створили спеціальні картографічні сервери, що забезпечують публікацію даних у мережі. На основі програмки Open Layers v. 2.8 – 2.9 та JQuery 1.4.1 розроблено геопортали корпоративного та обмеженого загального рівня доступу у таких напрямках:

- туристичний геопортал (рис. 4);
- геопортал міста;
- транспортний геопортал (рис. 5).

До набору сервісів геопорталів входять: сервіси перегляду наборів геопросторових даних та інформації про характеристики об’єктів, сервіси пошуку наборів даних у інформаційних мережах, сервіси доступу до даних або отримання їх копій, сервіси перетворення наборів геопросторових даних з однієї системи координат або картографічної проекції в іншу.

Основна частина інформації з картографічної бази даних подана у вигляді растрової основи і дає користувачу можливість здійснювати уточнювальні запити за допомогою картографічного інтерфейсу. До таких даних належать: космічні знімки високого та середнього просторового розрізнення, топографічні основи масштабів 1: 100 000 – 1: 25 000, набір тематичних растрових карт, відмівання рельєфу, інші зображення та фотографії. Набір векторних геопросторових даних містить відомості про: межі адміністративно-територіальних утворень, гідрографічні об’єкти та гідротехнічні споруди, населені пункти, промислові, сільсько-

господарські та соціально-культурні об'єкти, автомобільні дороги, залізниці, інженерні комунікації, мережі метрополітенів, аеропорти, морські та річкові порти, межі територій та об'єктів природно-заповідного фонду, межі кадастрових зон, кадастрових кварталів, земельних ділянок, цифрові моделі рельєфу. Опція напівпрозорості уможливує порівняння різномірних растрових та векторних даних, забезпечує виконання аналітичних функцій (рис. 6, а).

Створені на основі космічних знімків середнього та високого просторового розрізнення геопортали повністю забезпечують функції пошуку, візуалізації та керування просторовими даними та можуть використовуватись у туристичній галузі, транспортному управлінні, адміністративно-територіальному плануванні, пов'язаному з підготовкою та проведенням Євро-2012, у задачах навігації, для актуалізації наявних карт, лісовому управлінні, земельному кадастрі, моніторингу природного середовища, у відомчих системах тощо (рис. 6, б).

Висновки

Сьогодні найдоступнішим та найактуальнішим видом геоданих є космічні знімки високого та середнього просторового розрізнення. В усьому світі розробники геосервісів мережевого доступу об'єднуються, щоб розвивати функціональні можливості власних геопорталів на основі матеріалів дистанційного зондування Землі. Пропонуються нові геопродукти та послуги, серед яких – доступ до каталогів метаданих космічних знімків різних операторів. Розроблення базової растрової космічної основи – перший та надзвичайно важливий етап створення електронних ресурсів.

Застосування космічних знімків високого просторового розрізнення, отриманих супутниками QuickBird, WorldView, GeoEye, для створення електронних ресурсів та геопорталів як основи для приєднання будь-якої іншої просторової інформації сьогодні вже є одним із загальноприйнятих стандартів у картографічній науці. Матеріали високоточного космічного знімання придатні для створення великомасштабних карт до масштабів 1: 5 000. Разом з тим, незважаючи на стрімке розширення ринку зображень високого просторового розрізнення (1 м та менше), матеріали знімання середнього розрізнення залишаються незамінними для вирішення питань актуалізації планово-картографічної інформації масштабів 1:25 000 та дрібніше, лісоводства, екологічного, сільськогосподарського моніторингу тощо.

Дослідження, виконані в ЗАТ “Інститут передових технологій”, підтвердили, що, використовуючи космічні знімки, можна поетапним комп'ютерним опрацюванням за допомогою геоінформаційного програмного забезпечення створити ідентифіковане зображення та виготовити якісний актуалізований картографічний продукт для електронних ресурсів та веб-картографії. На підприємстві вперше в Україні створено електронний космофотоатлас Київської області на основі космічних знімків IRS та QuickBird, готуються до видання атласи інших областей та електрон-

ний космоатлас України, нове видання електронного атласу Києва на основі знімків QuickBird за 2010 р. Результати робіт апробовані під час створення пілот-проектів геопорталу України на основі даних ДЗЗ. Дослідження підтвердили можливість використання космічних знімків IRS для актуалізації картматеріалів до масштабу 1: 25 000 та QuickBird – до масштабу 1: 5 000. Перспективним напрямом дослідження є оцінювання ефективності цієї методики для створення картографічних інтернет-ресурсів та геопорталів для службового використання з підтримкою великомасштабних сервісів (сільськогосподарський моніторинг, земельний кадастр, відстеження лісових вирубок, ДТП тощо).

Література

1. Андрианов В.Ю. Структура, правила и порядок цифрового описания пространственных метаданных / В.Ю. Андрианов, А.В. Кошкарев, В.М. Кузнецов // *Пространственные данные*, 2007. – № 1.
2. Барладін О.В. Методичні аспекти інтегрування космознімків в ГІС-Києва / О.В. Барладін // IX Міжнародний науково-технічний симпозиум: Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища – GPS- і GIS-технологій. – Алушта: Львівське АГП, 2004. – С. 72–74.
3. Барладін О.В. Підготовка даних ДЗЗ для використання в мультимедійних картографічних виданнях / О.В. Барладін, Л.І. Миколенко // *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. – 2010. – № 20. – С. 142–150.
4. Барладін О.В. Використання космічних знімків високої просторової розрізненості для створення фотоатласу міста (на прикладі Києва) / О.В. Барладін, П.Д. Ярошук // “Вчені записки Таврійського нац. ун-ту ім. В.І. Вернадського”. – Науковий журнал. Серія: Географія, 2006. – Т. 19 (58). – № 2.
5. Гарбук С.В. Космические системы дистанционного зондирования Земли / С.В. Гарбук, В.Е. Гершензон. – М.: Издательство А и Б, 1997. – 296 с.
6. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмические снимки для карт XXI века / Ю.Ф. Книжников, В.И. Кравцова // *Картография 21 века: теория, методы, практика: Докл. 2-й Всерос. научн. конф. по картографии*. – М.: Изд-во Ин-та геогр. РАН. – С. 272–278.
7. Кошкарев А.В. Эффективное управление пространственными метаданными и геосервисами в инфраструктурах пространственных данных / А.В. Кошкарев // *Пространственные данные*, 2008. – № 1.
8. Состояние и перспективы развития дистанционных методов исследования Земли в Украине / В.И. Лялько, М.А. Попов, В.П. Зубко, А.Д. Рябоконтенко // *Ученые записки ТНУ. Серия: География*, 2004. – Т. 17 (56). – № 2. – С. 64–71.
9. Чандра А.М. Дистанционное зондирование Земли и географические информационные системы / А.М. Чандра, С.К. Гош // *Пер. с англ.* – М.: Техносфера, 2008. – 312 с.

10. Giff G., Loenen B. van, Crompvoets J., Zevenbergen J. Geoportals in selected European states: A non-technical comparative analysis: <http://www.gsdi.org/gsdi10/papers/TS41.3paper.pdf>
11. <http://geoportal.ntsomz.ru/>
12. <http://www.geonews.com.ua/n160508-01.html>
13. <http://www.gki.com.ua/sites/default/files/standards/Nakaz55.pdf>
14. <http://www.scanex.ru/ru/index.html>
15. <http://www.sovzond.ru/>

**Використання даних дистанційного зондування
Землі для створення актуальних
електронних ресурсів**

О. Барладін, Л. Миколенко

Розглянуто параметри космічних знімків високого та середнього просторового розрізнення для створення актуальних електронних ресурсів. Проаналізовано можливості використання космічних знімків QuickBird та IRS для створення картографічних електронних ресурсів та геопорталів для службового користування на прикладі електронних космофотоатласів та проекту геопорталу України.

**Использование данных дистанционного
зондирования Земли для создания
электронных ресурсов**

А. Барладин, Л. Миколенко

Рассмотрены параметры космических снимков высокого и среднего пространственного разрешения для создания актуальных электронных ресурсов. Проанализированы возможности использования космических снимков QuickBird и IRS при создании картографических электронных ресурсов и геопорталов для служебного использования на примере электронных космофотоатласов и проекта геопортала Украины.

**Processing of the remote sensing data
for use in multimedia cartographical editions**

A. Barladin, L. Mykolenko

Parameters of space pictures of the high and average spatial resolution for creation of actual electronic resources are considered. Possibilities of use the space pictures QuickBird and IRS are analysed for creation of cartographical electronic resources and geoportals for office use on an example of electronic kosmophotoatlas and a project of a geoportals of Ukraine.



**Видавництво Львівської політехніки
пропонує**

Бурштинська Х. В., Станкевич С. А.

АЕРОКОСМІЧНІ ЗНІМАЛЬНІ СИСТЕМИ

Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки,
2010. 292 с. Формат 170 x 240 мм. Тверда оправа.
ISBN 978-966-553-951-3

Рекомендувало Міністерство освіти і науки України

Розглянуто загальну модель дистанційного зондування Землі, основні типи космічних та авіаційних літальних апаратів, їх можливості та характеристики. Подано принципи формування зображень, структуру, конструктивні особливості, передавальні можливості та технічні характеристики фотографічних, оптико-електронних, оптико-механічних, інфрачервоних, лазерних, мікрохвильових радіометрів (радіо-теплових) та радіолокаційних знімальних систем.

Охарактеризовано багатоспектральні та гіперспектральні знімальні системи. Розглянуто принципи побудови цифрових моделей рельєфу з використанням лазерних та радіолокаційних знімальних систем.

Книга буде корисною для студентів, аспірантів, науковців – фахівців у галузі дистанційного зондування Землі, геодезії, картографії, фотограмметрії та кадастру.

Зміст

Вступ.

1. Загальна модель дистанційного зондування Землі.
2. Лінійна просторово-частотна модель знімальних систем.
3. Знімальні системи з одночасною побудовою та записом (фотографічні).
4. Сенсори фотографічних знімальних систем.
5. Метрологія аерокосмічних зображень.
6. Знімальні системи з одночасною побудовою та неодноразовим записом (телевізійні та оптико-електронні).
7. Типи авіаційних та космічних оптико-електронних знімальних систем.
8. Знімальні системи з неодноразовою побудовою та неодноразовим записом (сканувальні).
9. Радіохвильові знімальні системи.

Перспективні напрями розвитку аерокосмічних знімальних систем.

Список літератури.

**Книги можна замовити за адресою: вул. Ф. Колесси, 2, корп. 23А, м. Львів, 79000
тел. +38032 2582146, факс +38032 2582136, ел. пошта: vmr@vlp.com.ua, <http://vlp.com.ua>**