

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ І ОНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬНО-КАДАСТРОВИХ КАРТОГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вступ. У період реформування земельних відносин однією з найважливіших проблем є проблема економічного використання і відтворення природних ресурсів. Зміни економічного механізму господарювання, перехід до економіки ринкового типу і докорінна перебудова соціально-економічної структури суспільства торкаються земельних відносин, управління земельними ресурсами й організації раціонального їх використання.

Як відомо слово «кадастр» походить від латинських слів «caput», що означає «податковий предмет» та «capetastrum» – «опис податкових предметів». Спочатку під кадастром розумілася книга, в якій вказувалися відомості про предмет оподаткування. З виникненням і розвитком держави земля стала основним джерелом державних доходів і у зв'язку з цим об'єктом оподаткування. Внаслідок цього на певних етапах розвитку суспільства з'явилася необхідність у точному обліку земель, а відтак і їх оцінці як об'єкта господарювання й оподаткування.[3]

Не втратила ця проблема актуальності і сьогодні, бо зміни кількості та структури власників земельного фонду України вимагають розгалуженої системи контролю за податковими надходженнями до Державного бюджету України. Безумовно якісним і ефективним цей контроль може бути тільки за умови створення високоефективної системи ведення державного земельного кадастру, яка буде включати вичерпну інформацію про землевласників і наповнення цієї системи достатньою кількістю актуальних високоточних картографічних матеріалів.

Постановка питання.

Зважаючи на викладене, відкритим і таким, що потребує дослідження залишається питання методів збору та обробки інформації про земельні об'єкти для створення нових та актуалізації вже існуючих картографічних творів з наступним внесенням їх в геоінформаційну базу даних електронної системи ведення державного земельного кадастру в контексті економічної ефективності використання бюджетних коштів та доцільності зберігання інформації в тому чи іншому вигляді.

Виклад основного матеріалу. Для створення картографічної основи кадастрової ГІС використовуються комплекс різних технологій збору та обробки просторової інформації з використанням різного типу апаратів фіксації інформації та їх носіїв. Все більшого поширення набувають дані дистанційного зондування Землі.

Спеціалістами Науково-дослідного інституту геодезії та картографії була запропонована наступна класифікація даних дистанційного зондування. (Рис. 1.)[1]

Як базові зазвичай використовуються стереотопографічні зйомки (польова та камеральна частина). Вартість та витрата часу на їх виконання (до отримання цифрової карти) на даний час обумовлюється «Збірником укрупнених кошторисних розцінок на

топографо-геодезичні та картографічні роботи»¹, що виданий у 2003 р. Державною службою геодезії, картографії та кадастру і призначений для підприємств та організацій всіх форм власності, які займаються топографо-геодезичними роботами.

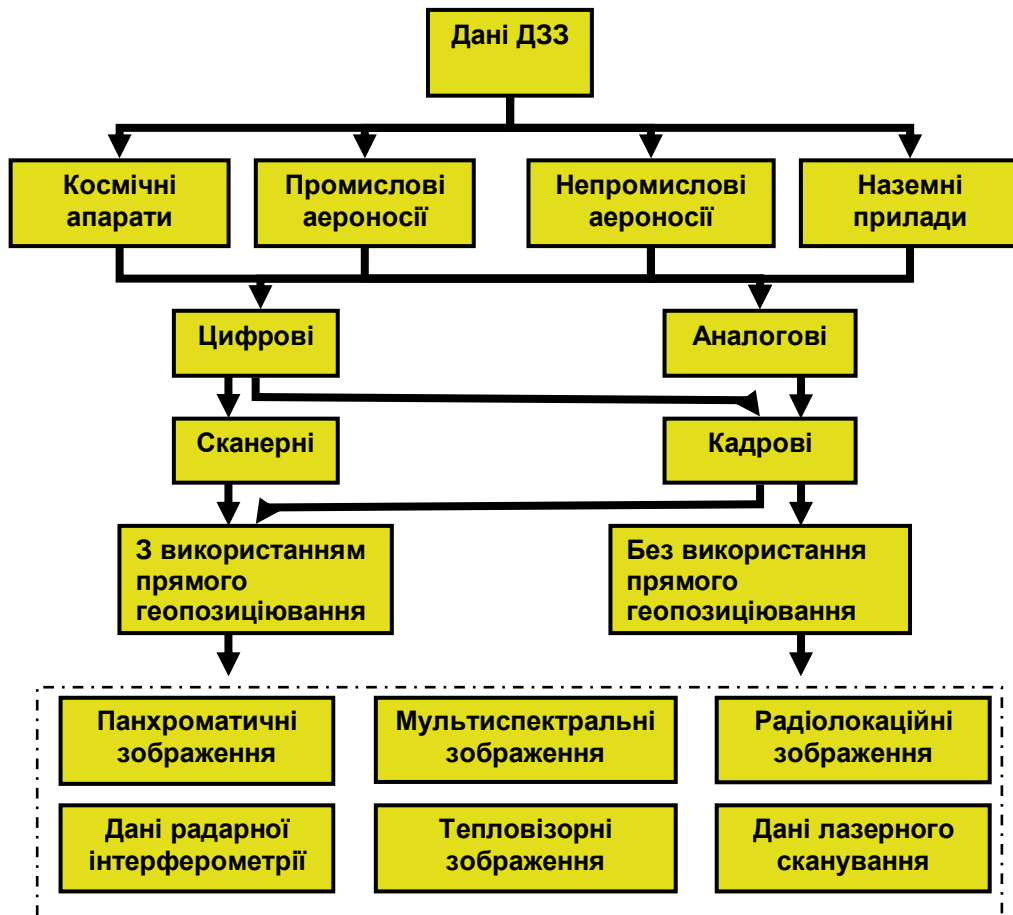


Рис 1. Класифікація даних дистанційного зондування

Ринок матеріалів аерокосмічних зйомок Землі вже достатньо склався. Можна відмітити, що можливості аерофотозйомки обмежені, оскільки літаків (бортів), оснащених необхідною технікою, в Україні мало. Проводити зйомки вони можуть тільки у певний час – восени, коли немає листя на деревах, сніг відсутній, рельєф не прихований. Роботи на замовлення виконувалися ДНВП «Укрінжгеодезія» виключно за договірними цінами у масштабах 1:8 000 та 1:20 000 і охоплювали зовсім незначну площу. Орієнтовно вартість робіт коливалася від 15 до 25 у.о. за кв. км, в середньому 20 у.о. На вартість впливали такі чинники як зарплата, відрахування, вартість обладнання, амортизація основних фондів та ін., і, особливо, вартість палива, витрати якого залежали від відстані аеродрому до місця виконання роботи та маршруту польоту взагалі. Іншим суттєвим чинником вартості робіт був метеорологічний фактор, бо відсутність сонячної погоди збільшувала строк робіт. Строк робіт також збільшувався при зйомках заборонених, небезпечних та обмежених зон за рахунок часу на отримання відповідних дозволів та підтримування спеціального регламенту робіт.

Перспективним напрямом отримання матеріалів аерофотозйомки є використання малої безпілотної авіації. Погодний діапазон для безпілотної авіації більш розширений, також вони мають широкий діапазон висот польоту – від 3 до 2000 м. Орієнтовно за даними спеціалізованої фірми "Юавіа" вартість робіт коливається від 5 до 15 у.о. за кв. км,

¹ Збірник затверджено наказом Мінекології та природних ресурсів України 29/м від 19.02.03 та зареєстрований Мінюстом 13 червня 2003 р. за № 484/7805

в середньому 10 у.о., що збігається з ціною аерофотозйомки у Європі (за даними експертів «Євросенс», Бельгія). Для аерофотозйомки, наприклад, Київської області (28 850 кв. км) одним комплексом з безпілотним літальним апаратом з площею покриття знімку 1 x 1 км з розподільною здатністю 0,2 м потрібно приблизно тиждень роботи загальним коштом 288 500 у.о.

Для найбільш точного визначення кошторису виконання аерофотозйомок запропоновано проектування зйомок за допомогою ГІС-технологій. Загальне проектування (загальний маршрут, безпосередньо починаючи з базового аеродрому) можливо проводити за допомогою спеціалізованого доповнення «Управління та навігація» до ГІС «Панорама» з використанням карт розташування аеродромів та радіонавігаційної карти повітряного простору в Україні. Проектування зйомки конкретної місцевості можливо проводити за допомогою, наприклад, спеціалізованих модулів Arcview 3.x.

Деяка частина робіт для створення картографічної основи кадастрової ГІС (наприклад, оновлення), може виконуватися за допомогою космічних знімків великої точності. Головне джерело космічних знімків Землі – Інтернет. Аналіз показав, що світовий фонд сукупності геопросторових даних має досить значні об'єми, складний за своєю структурою. Проблеми, які виникають при отриманні інформації з Інтернету, полягають в необхідності постійного відстеження геопросторової інформації внаслідок її мінливості, в недостатній структурованості первинних даних, що утруднює пошук потрібної інформації, і відносної складності отримання інформації з Інтернету внаслідок значних обсягів космічних знімків, що вимагає якісне з'єднання з провайдером та значну пропускну здатність каналів зв'язку, а також в комерційних умовах надання найбільш цікавої (нової та з великим просторовим розділенням) геоінформації.

Наведемо класифікацію за різними параметрами супутників як джерела матеріалів космічних зйомок Землі. Потрібно відмітити, що головними чинниками, які забезпечують придатність космічних знімків Землі для створення картографічного забезпечення природних кадастрів загалом і земельного зокрема, є клас точності сенсора космічного апарата та загальний час доставки космічного знімку Землі до системи його обробки. Для візуалізації одночасного врахування вартості космоснімків з їх просторовою здатністю наведено графік у координатах «просторова здатність – вартість аерокосмозйомки» для лінійки найбільш цікавих сенсорів супутників Землі. Для можливості порівняльного аналізу розрахунки проведено для Київської області (площа 28 850 кв. км) з урахуванням для кожного сенсора супутників таких параметрів як розмір кадру (і залежна від нього потрібна кількість кадрів), ціна знімку та його просторова здатність. Для порівняння на графік нанесені дані також для звичайних аерофотозйомок (АФЗ) та аерофотозйомок з безпілотних літальних апаратів (БЛА). (Рис. 2.)

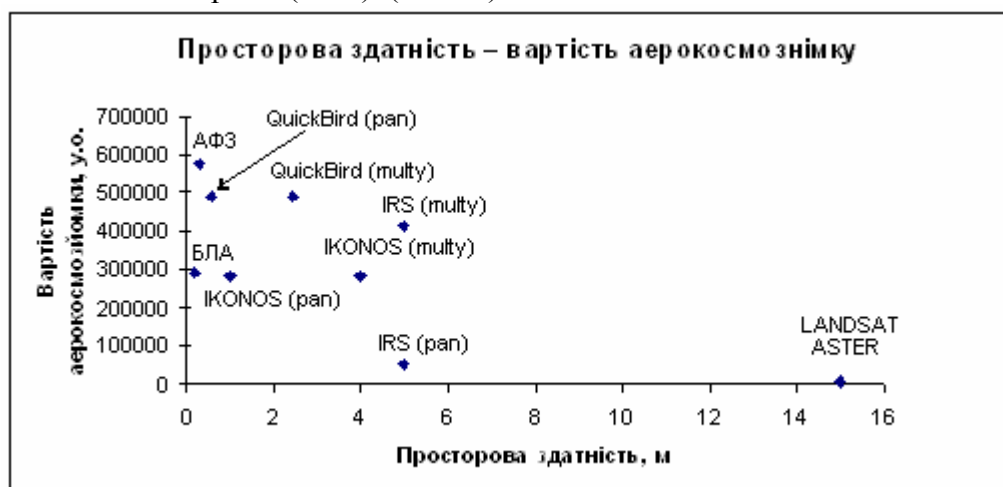


Рис. 2. Залежність між просторовою здатністю і вартістю аерокосмозйомки Київської області

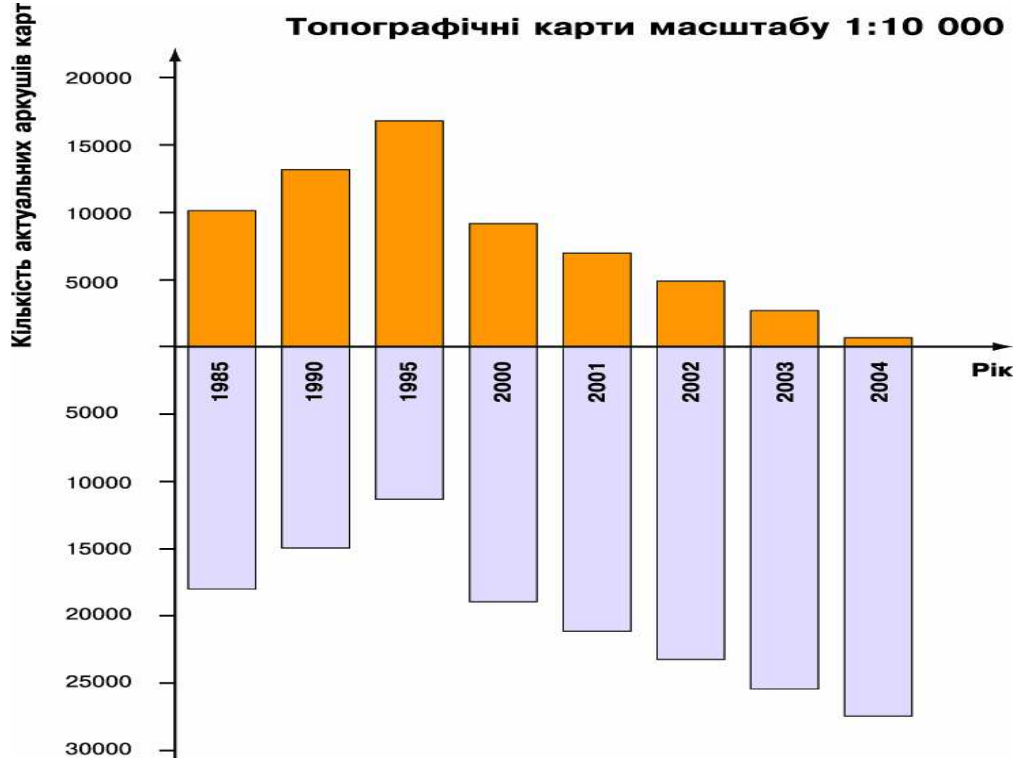
Під час вибору супутника також потрібно враховувати такі чинники, як кількість спектральних каналів сенсора, періодичність зйомки однієї території, строк надання даних (з архіву та нової зйомки), площу мінімального замовлення даних (з архіву та нової зйомки) тощо. Архівні знімки можуть мати суттєву знижку, наприклад, для супутника QuickBird приблизно у два рази.

За оцінками аналітиків, до 2012 р. ринок космічних знімків перевищить 6 млрд. доларів. Щорічний ріст обсягу продажів продукції дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) становить 15-20%. До 2003 р. широке поширення даних космічного моніторингу Землі стримувалося їх відносно високою вартістю. Після стандартної мінімальної обробки ціна на космічні знімки була приблизно 20-30 доларів за кв. км відображеної поверхні Землі, що стримувало попит.

Величезний прорив у цій галузі відбувся в 2004 р., коли було оголошено про різке зниження ціни за супутникове фото – до 7 доларів за квадратний кілометр з розподільною здатністю до одного метра. Вартість знімків з просторовою розподільною здатністю до 0,61 м з комерційного супутника QuickBird досягла 11 доларів за квадратний кілометр. Значно знизилася й мінімальна площа замовлення – до 10 кв. км. Здешевленням справа не обмежилася – покращився також ряд умов поставки. Зокрема, знизилася вартість за замовлення термінової зйомки (протягом 1-7 днів).

Проблема оновлення картографічних матеріалів для України на сьогодні постала дуже гостро, адже ефективність роботи електронної кадастрової системи напряму залежить від якості внесених до неї первинних даних, в нашому випадку актуальності та достовірності електронних карт, наборів геоданих тощо. Дуже ілюстративною на нашу думку є гістограма запропонована Ю. О. Карпінським та А. А. Лященко[2]:

Гістограма динаміки зміни актуальності топографічних карт в масштабі 1: 10 000 по роках



Як ми бачимо той «запас міцності» щодо актуальності карт, який був створений за часів Радянського Союзу в Україні вичерпався. Як одним з виходів з даного становища вважаємо створення нових та оновлення існуючих картографічних матеріалів за даними космічного знімання.

Зробимо невеликий огляд можливостей найбільш популярних супутникових систем, які можуть застосовуватись для оновлення картографічних матеріалів різного масштабного ряду.

Під час вибору знімків для створення карт певного масштабу враховується графічна точність рисовки й друку карт (0,1 мм). Наприклад, знімки повинні мати просторову розподільну здатність не гірше 100 м для карт масштабу 1 : 1 000 000 і не гірше 10 м для карт масштабу 1 : 100 000. Відповідно по знімках IRS-1C/D PAN с розміром пікселя 5,8 м можна встановити багато елементів змісту карт масштабу 1 : 50 000 і дрібніше (деякі елементи топографічних карт, такі як окремо розташовані дерева, ширина рік у масштабі карти й ін. вимагають більш детальних знімків).

Знімки Landsat-7 ETM+ і Terra ASTER з розміром пікселя 15 м дозволяють встановити багато елементів змісту карт масштабу 1:200 000 і дрібніше. Деякі параметри, наприклад, довжину, ширину й матеріал мостів, зображуваних на картах 1 : 200 000, не можна одержувати по знімках, тому необхідно залучати додаткові джерела даних.

Під час оновлення карт наносяться лише зміни контурів елементів, а при складанні карт необхідно визначити точне положення цих елементів. Тому для складання топографічних карт потрібні космічні знімки більш високої просторової розподільної здатності, чим для їхнього відновлення.

Супутники високої просторової розподільної здатності:

QuickBird – поповнення глобального архіву здійснюється в основному за рахунок зйомки на замовлення. Є можливість замовлення нової зйомки (стандартний період проведення зйомки: 2-3 місяця).

Ikonos – поповнення глобального архіву здійснюється в основному за рахунок зйомки на замовлення. Є можливість замовлення нової зйомки (стандартний період проведення зйомки: 1-2 місяця).

OrbView – поповнення глобального архіву здійснюється в основному за рахунок зйомки на замовлення. Є можливість замовлення нової зйомки (стандартний період проведення зйомки: 1-2 місяця).

Супутники середньої просторової розподільної здатності:

Landsat 7 – зйомка однієї й тієї ж території виконується нерегулярно – у середньому з розрахунку 1-2 сцени за 3-6 місяців. Найбільш затребувані райони знімаються частіше, а найменш затребувані – відповідно рідше. Можливості замовлення нової зйомки немає.

Aster – зйомка однієї й тієї ж території виконується нерегулярно – у середньому з розрахунку 1-2 сцени за 6-12 місяців. Найбільш затребувані райони знімаються частіше, а найменш затребувані – відповідно рідше.

Earth Observing-1 (EO-1) – поповнення глобального архіву здійснюється в основному за рахунок зйомки на замовлення. Є можливість замовлення нової зйомки (стандартний період проведення зйомки: 1-2 місяця).

Супутники малої просторової розподільної здатності:

Modis – зйомка здійснюється регулярно з інтервалом в 1 день.

Як чинники, що впливають на придатність застосування космічних знімків з відповідного супутника (або з якогось його сенсорів) у відповідній ГІС, крім ціни та просторового дозволу наявні також такі параметри: види зйомки (на замовлення або планова), строк виконання замовлення, періодичність зйомки, мінімальна площа замовлення, радіометрична розподільна здатність, режими зйомки (панхроматичний або мультиспектральний), спектральний діапазон, ширина смуги зйомки, можливість одержання стереопари, максимальне відхилення від надирки, швидкість передачі даних на наземний сегмент, формат файлів, наявні види постобробки інформації.

Деякі з вказаних параметрів можуть розглядатися як обмеження, а інші – як варіативні чинники. Таким чином, задача вибору супутника (сенсорної системи) для складання або відновлення відповідних карт перетворюється на багатомірну з обмеженнями.

Висновки. Таким чином, на сьогодні існують досить розвинуті технології отримання різноманітних геопросторових даних. Кожна з них має свої переваги і область застосування. Так на поточний час за своїми технічними характеристиками найбільш

цікавими для створення картографічної основи кадастрової ГІС є аерофотозйомки, особливо із застосуванням безпілотних літальних апаратів. Але виходячи з обмежень безпеки БЛА не можуть бути застосовані для зйомки територій міст, де потрібно використовувати звичайну авіацію. Крім того, для аерофотозйомок потрібно поновити кошторисні нормативні розцінки їх проведення для всіх видів технологій та аероносіїв, особливо з використанням складного та перспективного аерофотознімального комплексу RC-30.

Космічні знімки є найбільш збалансованими за ознакою «ціна-якість», причому їх технічні характеристики мають найбільшу динаміку покращення. Вони вже зараз є найкращим рішенням як джерело актуалізації вже існуючої картографічної основи кадастрової ГІС, а також отримання інформації для генералізованих кадастрів (на рівні району і вище). Космічні сенсори є також недотягненими з точки зору охоплення територій.

Отримані аерокосмічні знімки іноді потрібно уточнювати за допомогою польової зйомки (хоча це є найбільш затратна технологія), створювати відповідні зразкові ділянки для розшифрування аерокосмоснімків.

Таким чином, проведений аналіз дозволяє стверджувати, що тільки комплексне застосування розглянутих технологій з поступовим збільшенням частки космоснімків дозволяє мати достовірну, своєчасну і повну інформацією для створення картографічної основи кадастрової ГІС.

Література

1. Досвід використання даних дистанційного зондування землі для топографічного картографування Скакодуб Л. О., Єгоров А. В., Кобилінська Є. В. // Матеріали науково-практичної конференції «Сучасні проблеми створення і ефективного використання єдиного геоінформаційного простору України при підготовці і прийнятті управлінських рішень», Київ, 2007 р.

2. Національна інфраструктура геопросторових даних України Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко // Матеріали науково-практичної конференції «Сучасні проблеми створення і ефективного використання єдиного геоінформаційного простору України при підготовці і прийнятті управлінських рішень», Київ, 2007 р.

3. Теоретичні основи державного земельного кадастру: Навчальний посібник / М. Г. Ступень, Р. Й. Гулько, О. Я. Микула та ін.; За заг. ред. М. Г. Ступеня. – Львів: «Новий Світ-2000», 2003. – 336 с.