

## **КАРТОГРАФІЯ, ГЕОІНФОРМАТИКА**

УДК 528.8: 911.226

**М.М. Дубницький**

### **СТАН ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ У ДОСЛІДЖЕННЯХ ПРОСТОРОВОГО РОЗВИТКУ МІСТ**

**Н.М. Дубницький**

**СОСТОЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ**

*Институт географии Национальной академии наук Украины, Киев*

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) является одним из картографических методов исследования пространственного развития городов. Показана зависимость между масштабом карт и разрешением космических снимков. Предложены основные направления использования этого метода: обновление картографических основ для крупномасштабного картографирования городских территорий, проектирование и планирование развития территорий массового строительства, создание ГИС городов.

**Ключевые слова:** *методы дистанционного зондирования Земли; пространственное развитие; ГИС-технологии.*

**M. Dubnytskyy**

**STATE OF THE REMOTE SENSING MATERIALS USE IN THE CITIES SPATIAL DEVELOPMENT RESEARCH**

*Institute of Geography, Ukraine National Academy of Sciences, Kiev*

Earth remote sensing (ERS) is one of the urban spatial development research mapping methods. The relationship between the scale of maps and satellite imagery resolution has been shown. The main directions of this method implementation have been proposed: update of cartographic fundamentals for large-scale urban areas mapping, design and planning of mass construction territorial development, the creation of GIS cities.

**Keywords:** *methods of remote sensing, spatial development, GIS technology.*

#### **Вступ**

Просторовий розвиток є одним із пріоритетних напрямів державної політики практично всіх розвинених країн світу при опрацюванні стратегічних планів їх розвитку.

Сучасні дослідження територіального розвитку великих міст неодмінно передбачають використання картографічних методів дослідження, одним з яких є використання матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Як показує вітчизняний та зарубіжний досвід, з появою на ринку космічних знімків високої роздільної здатності (0,6–5 м) матеріали космічних знімків почали дедалі частіше використовувати в управлінні земельними ресурсами, землевпорядних та земельно-кадастрових роботах.

Це пояснюється, насамперед, меншою вартістю космічних знімків порівняно з вартістю матеріалів аерофотознімків, наприклад порівняно з вартістю ортофотопланів.

Крім того, космічні знімки легше використовувати у ГІС – і не тільки в спеціалізованих комплексах для обробки аерокосмічної інформації (ERDAS, ENVI, PCI). Їх легко використовувати також у звичайних „настільних” ГІС та САПР – MapInfo, ArcGIS, AutoCAD, Панорама та інших як растрову підкладку чи ситуативну основу, що відображає

сучасний стан об'єктів забудови, транспортних шляхів, ґрунтів, природної та сільськогосподарської рослинності, межі землеволодінь тощо.

#### **Актуальність дослідження. Постановка мети**

Актуальність цього питання полягає у необхідності визначення рівня інтеграції методів дистанційного зондування у вітчизняних дослідженнях просторового розвитку міст, а також визначення перспектив цих методів у сучасних наукових розробках при вивченні просторового розвитку. Згідно світових тенденцій розвитку аерокосмічних методів дослідження провідну роль відіграє доступ до даних, а також наявність програмного забезпечення і кваліфікованих наукових кадрів для їх обробки.

Методи ДЗЗ є одними з ключових у картографічних дослідженнях у світі та займають одну з провідних сучасних позицій в Україні. Головним на даний час є створення ефективних загальноприйнятих варіантів обробки тематичної інформації та створення необхідної матеріально-технічної бази (знімки, програмне забезпечення, комп'ютери) для проведення наукових досліджень.

Метою публікації є аналіз сучасного стану використання матеріалів ДЗЗ у дослідженнях про-

сторового розвитку великих міст, напрямів дослідження, проблем, які виникають при цьому та методів їх вирішення.

### Виклад основного матеріалу

Пошуки щодо поліпшення дослідження просторового розвитку міст із застосуванням ДЗЗ мають тривалу історію, яка викладена в роботах українських ([6,8,10,11]), російських ([4,5,7]) та інших зарубіжних дослідників [12].

Аналізуючи розвиток використання методів ДЗЗ за кордоном, можна визнати, що це один з найперспективніших методів досліджень, який постійно еволюціонує разом з розвитком технологічної бази людства. Ці методи застосовують у найрізноманітніших сферах, серед яких, безумовно, виділяються картографічні дослідження.

Вивчення просторового розвитку міст також є одним з важливих завдань, які можуть бути досліджені за допомогою методів дистанційного зондування Землі.

Найпоширенішими матеріалами дистанційного зондування є космічні знімки. Їх класифікують за джерелом отримання даних, роздільною здат-

ністю, спектральними характеристиками тощо. Залежно від якості знімка можна визначити, для якого масштабу картографічних досліджень він придатний (табл.1).

Наразі дані ДЗЗ у дослідженні розвитку міських територій можна використовувати в таких напрямах:

- оновлення картографічних основ для великомасштабного картографування міських територій;
- проектування та планування розвитку територій масового будівництва;
- створення ГІС міст.

Розглянемо окремо всі ці напрями.

Оновлення (актуалізацію) картографічної основи здійснюють з метою складання карт земельних ресурсів (земельних кадастрів різного рівня), обґрунтування проектів використання земель та нового будівництва різних об'єктів. Використання сучасних даних аерокосмічних знімків дозволяє складати цифрові моделі місцевості (ЦММ), які й мають стати єдиною та сучасною картографічною основою для всієї картографічної документації. ЦММ містить більше інформації, ніж стандартні

Таблиця 1. Співвідношення масштабу карт з просторовою роздільною здатністю знімків\*

Датчик	Розмір пікселя на знімку	Можливий масштаб карт
<u>TERRA (ASTER)</u> TIR	90 м	1:1 000 000
<u>TERRA (ASTER)</u> SWIR	30 м	1:300 000
<u>TERRA (ASTER)</u> VNIR	15 м	1:100 000
<u>RapidEYE</u>	5 м	1:25 000
<u>ALOS AVNIR</u>	10 м	1:100 000
<u>ALOS PRISM</u>	2,5 м	1:12 500
<u>EROS</u>	0,7 м	1:5 000
<u>IKONOS MSI</u>	3,2 м	1:20 000
<u>IKONOS PAN</u> та PSM	0,82 м	1:5 000
<u>QUICKBIRD MSI</u>	2,44 м	1:12 500
<u>QUICKBIRD PAN</u> та PSM	0,61 м	1:2 000
<u>WorldView-2 MSI</u>	1,84 м	1:10 000
<u>WorldView-2 PAN</u> та PSM	0,46 м	1:2 000
<u>WorldView-1</u>	0,5 м	1:2 000
<u>GeoEYE MSI</u>	1,65 м	1:10 000
<u>GeoEYE PAN</u> та PSM	0,41 м	1:2 000

\* Джерело: <http://www.tvvis.com.ua/>

паперові топографічні плани чи топографічні карти. Крім того, ця інформація знаходиться у формі, зручній для комп'ютерної обробки, придатній для створення цифрових моделей рельєфу або ортофотопланів, статистичної обробки даних по території.

Основним способом оновлення картографічних матеріалів є камеральне виправлення їх змісту за аерофото- та космоснімками. Плани великих масштабів оновлюють, коригуючи їх зміст згідно з матеріалами знімачь поточних змін, виконавчих знімачь новобудов, а також матеріалів польових досліджень і результатів аерокосмічного знімання території. Постійна підтримка картографічних матеріалів на сучасному рівні здійснюється шляхом впровадження системи картографічного обліку, що забезпечує безперервне надходження повноцінної інформації про всі зміни, що відбуваються на місцевості.

Редагування та оновлення картографічних матеріалів проводять, використовуючи окремі трансформовані та приведені до необхідного масштабу аерофотознімки (для рівнинних і погорбованих районів з достатньою кількістю контурів) і за ортофотознімками (для районів зі значними перевищеннями висот). Також використовуються космоснімки з високою просторовою роздільною здатністю, якщо вони задовольняють вимоги точності для відповідного масштабу [1].

Використання ДЗЗ-технологій при проектуванні територій масової планової забудови розглянемо на прикладі котеджної забудови у Київській області.

Столичний регіон, землі області, що знаходяться у безпосередній транспортній доступності від Києва, користуються підвищеною увагою та мають нові перспективи свого використання (як житлові, промислові території, об'єкти транспортної інфраструктури тощо).

Забудова приміських територій полягає в розміщенні та здійсненні будівництва нових об'єктів, реконструкції, реставрації, капітального ремонту, впорядкування існуючих об'єктів містобудування, розширенні та технічному переоснащенні підприємств і різного типу комунікацій.

Активно розробляють або вже втілюють у життя проекти будівництва котеджних містечок, а також житлових комплексів із багатоквартирними будинками, що розміщуються у населених пунктах, розташованих за 5 – 40 км від Києва.

Космічні знімки, цифрові карти та цифрові моделі рельєфу можуть бути використані на різних стадіях робіт з проектування:

- на стадії техніко-економічного обґрунтування – для вибору оптимального варіанту розміщення ділянок під забудову;
- при дослідженні взаємодії споруд та довкілля – для робіт з оцінювання впливу на навколишнє

середовище та вибору обґрунтованих рішень при проектних роботах;

- на стадії проектування – для найкращого планування території, відведення окремих ділянок, проектування доріг, дренажів тощо;
- на стадії облаштування території – для створення великомасштабних геооснов для роботи ландшафтних архітекторів;
- при продажу будинків і ділянок – для розміщення карт і тривимірних моделей на сайтах ріелторських компаній.

Досвід роботи багатьох компаній, у тому числі закордонних, підтверджує ефективність використання технологій ДЗЗ на всіх згаданих стадіях. Це дає змогу у досить короткі терміни виконувати оновлення стану територій на електронних картах. А якщо розглядати територію як систему, в якій всі елементи є складовою єдиного цілого і взаємопов'язані, можна за допомогою ГІС внести до системи нові елементи або замінити якісні чи кількісні характеристики існуючих елементів (нові залізниці, зміна статусу автошляхів з регіонального на національний) та простежити можливі зміни, що можуть відбутися (створення об'єктів з надання товарів і послуг: магазини, автозаправні станції тощо в найпридатніших для цього місцях).

Створення ГІС міст – перспективний напрям для територіального планування, обґрунтування проблем природокористування та управління земельними ресурсами міст. ГІС малих міст створюють на основі матеріалів ДЗЗ, містобудівної документації, топографічних планів та матеріалів державної служби статистики. Такі ГІС можна і необхідно орієнтувати на дослідження і вирішення місцевих специфічних проблем, з якими сьогодні стикається керівництво, комунальні служби і населення міст та селищ [1].

Муніципальна ГІС малого міста забезпечує можливість:

- актуалізувати картографічні основи;
- здійснювати кадастрове зонування території міста, визначити локальні коефіцієнти для процедури оцінювання міських земель;
- створювати основу для розрахунку вартості земельних ділянок;
- створювати цифрові моделі місцевості, цифрові моделі рельєфу, тривимірні реалістичні (віртуальні) моделі для територіального планування, проектів будівництва та благоустрою території;
- визначати інженерно-геологічні умови на території;
- створювати екологічні карти, моделі забруднення поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, ґрунтів;
- контролювати ситуацію навколо полігонів та звалищ твердих побутових відходів та промислових відходів.

На необхідність створення ГІС багатоцільового використання неодноразово зверталась увага в Україні ( [3,9 та ін.] ).

Сучасний ринок ГІС, що розвивається в Україні, потребує специфічного продукту, який задовольняв би потреби міст у стартовому ГІС-рішенні, а також відповідав би їх обмеженим фінансовим можливостям. Зі всієї різноманітності програмного забезпечення, що пропонується на ринку ГІС, кінцевого користувача часто не влаштовує повністю жоден варіант. Це не може бути недоліком конкретних систем, це закономірне явище – всі вимоги до ГІС задовольнити складно: по-перше, їх дуже багато, по-друге, вони можуть суперечити одне одному. Не останню роль при цьому відіграє і зручність при роботі з інструментальними засобами системи, форматами даних, а також сумісність різних ГІС.

Тому при виборі базового програмного забезпечення ГІС міст слід враховувати викладені нижче найзагальніші і найважливіші положення [2].

1. Різносторонні вимоги кінцевих користувачів ГІС – від простої візуалізації картографічної інформації і тематичного картографування до проведення складного географічного аналізу.

2. У міру освоєння геоінформаційних технологій спостерігатиметься зростання вимог до ГІС малих міст.

3. Необхідність інтеграції ГІС-пакетів у складну структуру – як правило, ГІС-технології впроваджуються у функціонуючу муніципальну інформаційну систему або одну з її підсистем, тому ці ГІС-пакети повинні мати засоби і можливості для такої адаптації. Крім того, система керування базами даних ГІС повинна підтримувати формати і структуру загальноміських баз даних.

4. Можливість обміну геоінформаційними даними між користувачами – базова технологія ГІС має підтримувати одне з “золотих правил інформатики” – інформація повинна супроводжуватися там, де вона народжується. Це означає, що весті шари геоінформаційної бази даних повинні визначені міські служби, відповідальні за дану ділянку роботи. Проте при цьому має забезпечуватися цілісність і безперервність єдиної міської геоінформаційної бази: всі служби повинні отримувати і обробляти картографічну інформацію з єдиної бази даних.

5. Наявність засобів для створення електронного картографічного матеріалу – як правило, в більшості міст відсутня актуальна електронна картографічна основа, необхідна для функціонування ГІС. Тому базові ГІС-пакети повинні мати розвинені засоби для введення, редагування і подальшої обробки картографічної основи.

6. Можливість роботи користувачів у звичних картографічних термінах (наборах умовних знаків), прийнятих в Україні.

7. Базова технологія ГІС повинна відповідати принципу мінімальної достатності – на робочих місцях кінцевих користувачів необхідна наявність простих засобів ГІС, що виключають надмірний функціонал: далеко не всім службам міського господарства потрібна повноцінна ГІС, у ряді випадків можна обійтися системами нижчого рівня – картографічної візуалізації, або і просто системами автоматизованого проектування (інженерно-проектувальні роботи). Базове програмне забезпечення повинне також містити засоби для створення автоматизованих робочих місць кінцевих користувачів.

8. Можливість функціонування на різній апаратній платформі – різні міські служби мають різний ступінь оснащення. Програмне забезпечення ГІС повинно мати можливість функціонувати на різному устаткуванні.

Об'єкти баз геоданих таких ГІС можна в подальшому використовувати для ув'язки з базами даних центрів Державного земельного кадастру, підтримки чергових кадастрових планів та вирішення інших завдань.

### Висновки

На сучасному етапі можна стверджувати, що використання ГІС/ДЗЗ-технологій відкриває значні можливості в сфері суспільно-географічних досліджень, зокрема в питаннях вивчення особливостей просторового розвитку.

Аналіз літературних джерел, даних дистанційного зондування Землі забезпечив можливість виділити деякі аспекти використання даних цього методу під час таких досліджень.

1. На космічних знімках, завдяки їх оглядовості, чітко простежуються макромасштабні розходження в освоєнні території, добре помітно, як змінюється тип землекористування у межах великих природно-господарських та адміністративних регіонів.

2. За допомогою знімків виявляють особливості зміни характеру землекористування залежно від природних умов. Чітко помітні міжзональні відмінності в сільськогосподарському освоєнні, тобто зумовлені насамперед кліматичними, гідрологічними і ґрунтовими факторами. Знімок дає ніби розріз, що об'ємно показує зміни в землекористуванні при переході від зони до зони.

3. Особливий інтерес з суспільно-географічної точки зору представляють суспільно зумовлені межі різних видів територіального освоєння земель. Слід зауважити, що особливо показовим виглядає порівняння територіального «рисунок» використання земель на суміжних територіях сусідніх адміністративних одиниць, яке є свідченням провідного значення адміністративного фактора у формах і видах освоєння території.

4. Основний напрям досліджень у галузі застосування даних ДЗЗ для вивчення просторового розвитку пов'язаний з розвитком методів автома-



тичного розпізнавання типів землекористування та їх різновидів. Це пояснюється тим, що для ефективного управління просторовим розвитком при його швидкій мінливості необхідна оперативна і достовірна інформація.

Досвід зарубіжного використання ДЗЗ демонструє, що при використанні тих самих спектральних кількісних характеристик у сусідньому районі (у межах суміжного знімка) достовірність картування знижується.

Проте, незважаючи на це, супутникова інформація дає можливість створити на єдиній основі нову карту типів земель всієї поверхні суходолу.

Дуже важливо, що дані ДЗЗ відкривають нові шляхи дослідження раціонального землекористування – виявлення його оптимальної структури й складу. В контексті пануючої нині конструктивної парадигми в географії це є одним із найбільш нагальних питань. Необхідність географічного планування просторового розвитку територій з пошуком найкращого просторового поєднання і збалансованого використання *природи – населення – господарства* на кожній ділянці території, у регіонах та країні загалом потребує обґрунтування нових методів та підходів здійснення таких великомасштабних робіт.

### Література

1. Барладін О.В., Миколенко Л.І., Скляр О.Ю. Геоінформаційний підхід та проблематика щодо оновлення планово-картографічних матеріалів з використанням аеро- та космічних знімків // *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. – Вип. 71. – 2009. – 76 с.
2. Використання ГІС/ДЗЗ-технологій у територіальному плануванні, землеустрої та оцінці агрокоресурсів [Електронний ресурс] – Режим доступу://<http://www.pryroda.gov.ua/>
3. Геоінформаційне картографування в Україні: концептуальні основи і напрями розвитку: монографія / Л.Г. Руденко, Т.І. Козаченко, Д.О. Ляшенко та ін.; за ред. акад. НАН України Л.Г. Руденка. – Київ: Наукова думка, 2011. – 102 с.
4. Книжников Ю.В. Аэрокосмическое зондирование: Методология, принципы, проблемы: учебное пособие. – Москва, 1997.
5. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований: учебник для студентов высш. учеб. заведений. – Москва: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.
6. Космічні дослідження в Україні. 2012-2014 / Ред. О.П. Федоров; ІКД НАНУ та ДКАУ. – 144 с.
7. Кравцова В.И. Космические методы картографирования. – Москва: Изд-во Московского ун-та, 1995. – 240 с.
8. Лялько В.І., Попов М.О., Федоровський О.Д. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі - Київ: Наукова думка, 2006. – 357с.
9. Руденко Л.Г., Чабанюк В.С. ГІС в сучасних географічних дослідженнях: застосування і проблеми розвитку в Україні / Україна: географічні проблеми сталого розвитку: зб. наук. праць: В 4-х т. – Київ: ВГЛ Обрії, 2004. – Т.1. – С. 273-287.
10. Старостенко В.И., Антониук А.Е., Демчишин М.Г. и др. Проблемы сохранения архитектурного центра Киева в условиях возрастающего эколого-технологического риска // *Геофизический журнал* – 2011. – Т.33. – № 6. – С.3-14.
11. Філіпович В.Є. Особливості космічного моніторингу урбанізованих ландшафтів // *Фізична географія та геоморфологія*, - 2013. - Вип.3. – С.143-150.
12. Simon Jones, Karin Reinke. Innovations in Remote Sensing and Photogrammetry. – 2009. – 468 p.

### References

1. Barladin O.V., Mykolenko L.I., Sklar O.Y. (2009). Geoinformation approach and problematic on updating of planning-cartographic materials using aerial and space images. *Geodesy, cartography and aerial photography*. vol. 71.
2. Use of GIS / RS technologies in spatial planning, land management and agro resources evaluation: //<http://www.pryroda.gov.ua/>
3. *Geoinformation mapping in Ukraine: conceptual fundamentals and directions of development*: a monograph. L.G. Rudenko, T.I. Kozachenko, D.O. Ljashenko et al. (2011); under ed. of Ukraine NAS academician L.G. Rudenko. Kyiv: Naukova Dumka.
4. Knizhnikov Y.V. (1997). *Aerospace sensing: methodology, principles and problems*: a tutorial. Moscow.
5. Knizhnikov Y.F., Kravtsova V.I., Tutubalina O.V. (2004). *Aerospace methods of geographical research*: a textbook for university students. Moscow: «Academy» Publishing Center.
6. Space Research in Ukraine. 2012-2014; ed.: O.P. Fedorov; SRI NASU and DKAU.
7. Kravtsova V.I. (1995). *Space mapping techniques*. Moscow: Publishing House of Moscow University.
8. Lyalko V.I., Popov M.O., Fedorovsky O.D. (2006). *Multispectral methods of Earth remote sensing*. Kyiv: Naukova Dumka.
9. Rudenko L.G., Chabanyuk V.S. (2004). PS in modern geographical research: application and problems in Ukraine development. *Ukraine: geographical problems of sustainable development*: Coll. of scientific works: In 4 Volumes. Kyiv: HSV Obrii, 273-287.
10. Starostenko V.I., Antoniuuk A.E., Demchishin M.G. et al. (2011). Problems of the Kiev architectural center preservation in the conditions of growing ecological and technological risks. *Geophysical Journal*. Vol. 33, 6, 3-14.
11. Filipovich V.Ye. (2013). Features of urban landscapes space monitoring. *Physical Geography and Geomorphology*, 3, 143-150.
12. Simon Jones, Karin Reinke (2009). *Innovations in Remote Sensing and Photogrammetry*.