

## Стан і перспективи розвитку аерокосмічних досліджень Землі в Україні

В. І. Лялько

Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України, Київ

### ВСТУП

Сучасні світові тенденції розвитку космічних технологій свідчать, що поряд із запусками ракет-носіїв, вирішенням навігаційних і телекомунікаційних завдань дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) належить до категорії найбільш важливих напрямів, у рамках якого розв'язуються найактуальніші природоресурсні та природоохоронні задачі. Тому промислово розвинені країни велику увагу приділяють саме ДЗЗ, забезпечуючи відповідне фінансування цих робіт.

На сьогодні ДЗЗ з космічних апаратів є пріоритетним напрямом в космічних програмах промислово розвинених країн. Світовий комерційний ринок матеріалів ДЗЗ складає близько 500 млн дол./рік і має тенденцію щорічного зростання приблизно на 15 %.

Структура цього науково-практичного міждисциплінарного напрямку включає в себе ряд суттєво різних дисциплін (географія, геодезія, геологія, геофізика, гідрологія, метеорологія, океанологія, ботаніка, ґрунтознавство, охорона навколишнього середовища та ін.), що об'єднуються єдиним теоретико-методичним підходом до їхнього вивчення, який полягає у вимірюванні та тематичній інтерпретації спектральних характеристик досліджуваних об'єктів і процесів.

### СТАНОВЛЕННЯ ДЗЗ В УКРАЇНІ

Істотний внесок в розвиток ДЗЗ зробили українські вчені, конструктори та інженери, які брали участь у виконанні всіх космічних програм цього напрямку, що здійснювались в Радянському Союзі. Зокрема при провідній участі інститутів НАН України в цей період було успішно проведено ряд унікальних міжнародних підсупутникових експериментів («Інтеркосмос—Чорне море», «Тянь-Шань—Інтеркосмос-88», «Атлантика-87» і «Атлантика-89», «Космос-1500», «Природа» з пошуків нафтогазових по-

кладів, з оцінки наслідків Чорнобильської катастрофи та ін.).

Зараз Україна як суверенна держава продовжує ці дослідження в рамках Державної космічної програми у співпраці з міжнародними організаціями та іншими країнами. У 1995 році здійснено запуск першого українського природоресурсного супутника «Січ-1», оснащеного засобами зйомок Землі в оптичному та радіодіапазонах. В 1999 р. разом з Росією запущено природоресурсний КА «Океан-О». Виконано дві Національні космічні програми. Зараз підготовлено проект третьої Національної космічної програми на 2003—2007 рр.

Найбільш підготовленими в галузі ДЗЗ країнами є США, Франція, Росія, Англія, ФРН, Канада, Індія, Японія, Китай, Італія. Сучасна структура функціонування і розвитку ДЗЗ складається з трьох блоків: космічні та авіаційні апарати (КА) з приладами ДЗЗ — наземні калібрувальні-завіркові полігони — наземні центри прийому, обробки та розповсюдження інформації ДЗЗ. При цьому часто визнається доцільним суміщати функції центрів прийому, попередньої (міждисциплінарної) обробки, архівації та розповсюдження інформації ДЗЗ, а науково-дослідні центри тематичної інтерпретації вказаної інформації створювати окремо на базі університетських або академічних структур, що мають досвід робіт в цій галузі.

КА природоресурсного призначення обладнуються бортовою спектро- та радіометричною апаратурою, яка забезпечує зйомки земних утворень в ультрафіолетовому, видимому, інфрачервоному та радіодіапазонах.

Для того, щоб за результатами космозйомок можна було коректно вирішувати актуальні наукові та народногосподарчі задачі, бортова апаратура повинна відповідати ряду вимог. Зокрема, забезпечувати достатню роздільну здатність по простору, ширині спектру та енергетиці спектральної яскравості. Ці вимоги до апаратури, а також часу та періодичності зйомок є різними в залежності від того, які задачі вирішуються і в межах яких гео-

## Головні компоненти системи аерокосмічного моніторингу

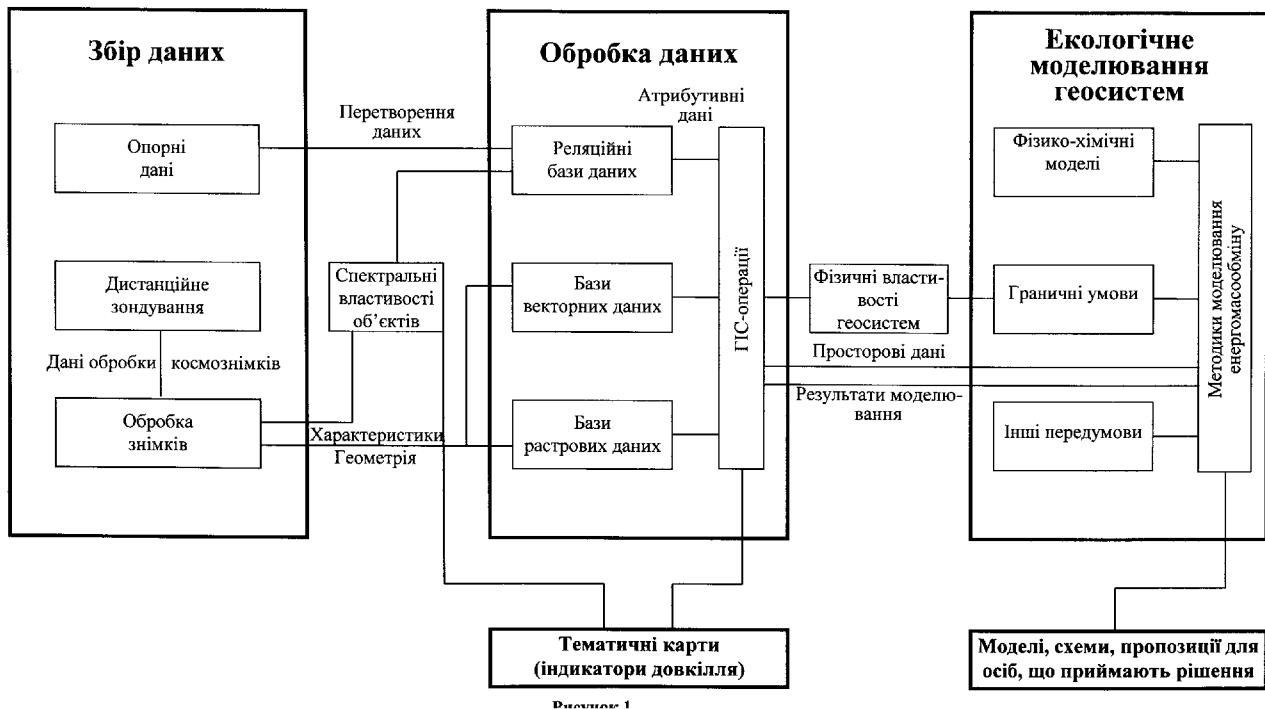


Рис. 1

сфер відбуваються вимірювання — суходолу, морів чи атмосфери. Так, наприклад, зараз з'явилась тенденція до устаткування сучасних КА та літаків, що виконують ДЗЗ над суходолами, апаратурою підвищеної просторової та спектральної роздільної здатності (для видимого діапазону відповідно: до 1—5 м та 3—10 нм — супутники IKONOS, «Earth Watch» та ін.).

Для коректної інтерпретації матеріалів аерокосмічних зйомок обов'язковим є проведення субсинхронних з ними наземних вимірів параметрів довкілля на спеціальних полігонах з метою побудови калібрувальних залежностей між фізичними та хімічними характеристиками рослин, ґрунтів, вод та ін. і одержаними дистанційно спектральними яскравостями цих видів земних утворень, а також, наземної завірки матеріалів авіакосмозйомок. З цією метою рекомендується проведення субсинхронних, так званих «етажерочних» зйомок (КА—літак—наземні роботи) в межах типових за ландшафтно-кліматичними та техногенними характеристиками полігонів. Зокрема, в Україні такими найбільш відомими полігонами є Чорнобильський (для суходолу) та Чорноморський («Кацівелі») в Криму (для моря).

Для того щоб приймати та обробляти потужні інформаційні потоки космічних зйомок Землі (до

10 Мбіт/с), які виконані з високою роздільною здатністю (КА «Landsat», «Spot» та ін.), потрібно мати приймальні антенні пристрої на 8 ГГц, програмні та комп'ютерні комплекси первинної (міждисциплінарної) та тематичної обробки даних на базі робочих станцій останніх поколінь з швидкістю на 10—100 Мбіт/с.

Структура комп'ютерної обробки та використання інформації ДЗЗ повинна складатися з трьох блоків (рисунком): даних (дистанційних та наземних) про стан довкілля — ГІС, яка обробляє вказані дані, створюючи банки даних та обчислюючи крайові умови для моделей енергомасообміну в геосистемах — моделювання енергомасообміну в геосистемах для прогнозування екологічного стану, пошуків корисних копалин та прийняття управлінських рішень з оптимального природокористування.

Слід відзначити, що подібний системний підхід до обробки інформації ДЗЗ започатковано вперше в світовій практиці саме українськими вченими, що знайшло відображення в ряді публікацій в міжнародних виданнях і отримало підтримку на останніх Міжнародних наукових форумах з ДЗЗ [1, 2].

Як видно з наведеного, в Україні є певний обсяг робіт з ДЗЗ, який міститься в уже створених: бортовій апаратурі (радіолокатор бокового огляду на КА «Січ-1», розробка ЦРЗЗ НАНУ і НКАУ),

методах і програмних засобах комп'ютерного тематичного дешифрування космознімків, ГІС-технологій та моделювання енергомасообміну в геосистемах (ЦАКДЗ та МГІ НАНУ), елементах наземної інфраструктури, що складаються з Євпаторійського та Чернігівського центрів прийому інформації ДЗЗ з КА, Київського центру «Природа» (міждисциплінарна обробка, розповсюдження та архівація матеріалів ДЗЗ) та п'ять центрів тематичної обробки цієї інформації у містах Київ (ЦАКДЗ НАНУ, на який НКАУ покладено науково-методичне забезпечення робіт з ДЗЗ в рамках Космічної програми України), Харків (ЦРЗЗ НАНУ і НКАУ), Севастополь (МГІ НАНУ), Дніпропетровськ (ДП «Дніпрокосмос»), Львів (АКІЕМ НАНУ і НКАУ), наявності калібрувально-завіркових полігонів (Чорнобильський та Чорноморський) і бортової апаратури авіаційних спектродіаметричних зйомок у гамма-, видимому, інфрачервоному та радіодіапазонах для виконання калібрувально-завіркових робіт (ЦАКДЗ НАНУ, ЦРЗЗ НАНУ і НКАУ).

Починаючи з 1998 р. Україна приймає участь в рамках міжнародної кооперації у науково-технічному обґрунтуванні ДЗЗ з борту Міжнародної космічної станції (МКС), де передбачено створення українського модуля.

В Україні на протязі останніх десятиріч склались міжнародно визнані наукові школи в напрямку ДЗЗ, зокрема:

- Енергомасообміну в геосистемах, що дозволило розробити фізико-математичні моделі формування спектральних сигналів різними земними утвореннями та на цій основі створити сучасні технології пошуків нафтогазових покладів та контролю екологічного стану за матеріалами ДЗЗ — Центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України (В. І. Лялько, О. Д. Федоровський, В. М. Перерва, Ю. В. Костюченко, Л. Д. Вульфсон, О. І. Сахацький, З. М. Шпортюк та ін.).
- Супутникової океанології, що дозволило створити нові методики контролю і прогнозування океанологічних, екологічних та синоптичних процесів — Морський гідрофізичний інститут НАН України (Г. К. Коротчаєв, Б. О. Шелепо та ін.).
- Аерокосмічної радіолокації, що дозволило створити унікальну бортову радіолокаційну апаратуру та методику інтерпретації матеріалів зйомок стосовно вирішення актуальних задач судноплавства в льодових умовах, синоптичних прогнозів тощо — Центр радіофізичного зондування Землі НАНУ та НКАУ (А. І. Калмиков, В. М. Цимбал та ін.).
- Створення природоресурсних космічних апаратів — конструкторське бюро «Південне» (В. Й. Драновський та ін.).
- Використання супутникових технологій для покращання стану природного середовища — Ук-

раїнський інститут навколишнього середовища та ресурсів РНБОУ та Український центр менеджменту Землі і ресурсів (О. М. Трофимчук, О. А. Колодяжний та ін.).

Дослідження цих установ і вчених дістали міжнародне визнання і відзначені рядом премій, нагород та грантів.

Результати досліджень українських фахівців в галузі ДЗЗ публікуються у фахових журналах України («Космічна наука і технологія», «Геологічний журнал», «Морський гідрофізичний журнал», «Вісник геодезії та картографії» та ін.), а також в зарубіжних журналах та збірниках.

Спеціалісти з ДЗЗ готуються на географічному факультеті Київського університету та в Київському політехнічному інституті, а також в аспірантурі відповідних академічних установ. При Центрі аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАНУ функціонує Спецрада із захисту докторських і кандидатських дисертацій зі спеціальності «аерокосмічні дистанційні дослідження» (фіз.-мат., технічні і геолог. науки).

#### ТЕНДЕНЦІЇ СУЧАСНОГО РОЗВИТКУ ДЗЗ

В останній час світовою громадськістю, міжурядовими установами та урядами багатьох країн приділяється особлива увага створенню діяльних механізмів міжнародного співробітництва з метою ефективного прогнозування, вияву та мінімізації шкідливого впливу на природу та людство несприятливих природних і техногенних явищ та катастроф.

З цією метою Генеральна Асамблея ООН у 1989 р. проголосила Міжнародне десятиліття (1990—1999 рр.) зменшення впливу природних катастроф IDNDR (International Decade for Natural Disaster Reduction).

Пріоритетне місце у вирішенні таких проблем надається методам оперативного огляду Землі у різних діапазонах електромагнітних хвиль, які здійснюються з космічних та літальних апаратів (як найбільш оперативним і економічним), тематичній комп'ютерній інтерпретації матеріалів цих зйомок з використанням ГІС-технологій з метою виявлення провісників або зародження несприятливих процесів та явищ, а також використанню одержаних даних (поряд з контактними вимірюваннями необхідних характеристик геосистем) для математичного моделювання енергомасообміну в геосистемах для прогнозування протікання несприятливих процесів та обґрунтування оптимальних технологій мінімізації втрат від цих процесів.

Подібний міждисциплінарний підхід у міжнародному співробітництві для запобігання втрат від

несприятливих природних та техногенних явищ і процесів визнано Міжнародною конференцією з систем раннього попередження природних катастроф (Потсдам, 1998) — стратегією 21-го століття.

Особлива увага приділяється використанню ДЗЗ та ГС-технологій для обґрунтування та підтримки сталого розвитку природи, концепція якого була затверджена Конференцією ООН з питань довкілля (Ріо-де-Жанейро, 1992). З цією метою в рамках Міжнародного товариства фотограмметрії та дистанційного зондування створена відповідна робоча група (VII/2).

При цьому великого значення набуває розробка методів, програм та технологій фізичної інтерпретації матеріалів мультиспектральних зйомок з метою суттєвого підвищення вірогідності їх інтерпретації для одержання фізичних параметрів геосистем. У зв'язку з цим для підвищення достовірності та однозначності оцінки фізичних параметрів земних покривів за матеріалами ДЗЗ пропонується використовувати: по-перше, нові методи ДЗЗ (наприклад, SAR-поляриметрія, SAR-інтерферометрія, лазерна флюорометрія, мультиспектральні зйомки у видимому та ІЧ-діапазонах та ін.); по-друге, комбінувати дані радарних зйомок із зйомками у видимому та ІЧ-діапазонах, інтерпретуючи їх на основі принципів синергізму.

Окремого розгляду заслуговує можливість підвищення ефективності застосування дистанційних методів дослідження природних систем шляхом комплексування даних зйомок у різних спектральних діапазонах. Провідні західні галузеві аналітики вважають синергетичні\* підходи найбільш перспективним напрямком при одержанні, обробці і інтерпретації космічної інформації: (L. Emiliani, G. Duchossois, 1995, Herbert J. Allgeiger, 1995, Cris Rapley, 1995).

Під синергетичними методами в дистанційних дослідженнях розуміють специфічні комплексні методики одержання, обробки й інтерпретації аерокосмічної інформації, що ґрунтуються на спільному використанні даних, які відрізняються за методиками одержання і енергетичними діапазонами, для вирішення тематичних задач. У такому випадку синергетичними будуть: різноманітні методики комплексування одночасових зйомок; спільний розгляд різночасових, відмінних за спектральними діапазонами зйомок одних і тих же природних систем; обробка даних і моделювання інформативних ознак природних феноменів і систем із залученням результатів різноманітних за методикою експериментів; сукупна інтерпретація матеріалів різноманітних аерокосмічних досліджень і т. п. Ці синер-

гетичні методи обробки інформації аерокосмічних досліджень Землі в англомовній літературі одержали назву «fusion».

Однак як за кордоном (меншою мірою), так і в Україні (суттєво) не завжди вдається широко й оперативно використовувати матеріали космічних зйомок для вирішення зазначених завдань. Відбувається це не лише через брак фінансування, але і через недостатню інформаційну і технічну підготовку потенційного (і досить великого) ринку користувачів.

Зарубіжний досвід і практика показують, що вирішення цієї проблеми може бути знайдено при реалізації державою ряду заходів у рамках відповідної протекціоністсько-освітнянської політики, а саме:

- цілового фінансування розробок нових космічних методик і технологій виконання зйомок та тематичної комп'ютерної інтерпретації одержаних матеріалів;
- створення міжвідомчої багаторівневої системи навчання та підвищення кваліфікації користувачів і розробників стосовно ДЗЗ (в Україні це варто організувати на базі установ НАН України, що мають відповідний досвід та кваліфікацію спеціалістів);
- пайове фінансування (Національне космічне агентство України, НАН України, відомства та ін.) спільних пілот-проектів, які виконуються разом вченими і виробничниками з метою навчання останніх та практичної підготовки їх до самостійної роботи;
- створення (або придбання за рубежом — якщо це швидше і дешевше) сучасної знімальної та дешифрувально-інтерпретаційної техніки;
- терміновий запуск в експлуатацію в Україні пункту прийому інформації високого розрізнення з вітчизняних та зарубіжних супутників (увійти, якщо це можливо, у кооперацію з іншими розвинутими країнами);
- створення системи оптимальної міжнародної кооперації з метою зменшення витрат на запуски національних супутників при максимальному використанні даних зйомок з космічних апаратів міжнародного співтовариства.

Виходячи з викладеного, враховуючи специфіку сучасного економічного стану та ринку споживачів матеріалів ДЗЗ в Україні, а також те, що в Законі «Про космічну діяльність» зазначено, що НКАУ повинно забезпечувати своєю діяльністю державну й економічну безпеку країни, основні концептуальні положення стосовно розвитку ДЗЗ у новій Державній космічній програмі України на 2003—

\* Синергетика, в перекладі з грецької означає «кооперативна дія», — це область знань, що об'єднує нелінійні нерівноважні процеси в різних науках (Пригожин І. От существующего к возникающему. — М.: Мир, 1985.—328 с.; Хакен Г. Синергетика. — М., 1980.—404 с.).

2007 рр. можна сформулювати так.

1. При плануванні та організації робіт з ДЗЗ необхідно дотримуватися такого:

- застосовувати сучасні прилади з високою розрізняювальною здатністю (геометричною і спектральною), використовувати всі можливі діапазони (видимий, інфрачервоний, радіохвильовий) та тонкі фізичні механізми (поляризація, флюоресценція, інтерферометрія та ін.) з метою суттєвого підвищення інформативності зйомок при спільній синергетичній обробці одержаних матеріалів;
- враховувати досвід експлуатації і матеріали зйомок із зарубіжних космічних апаратів (КА);
- особливу увагу приділити проведенню наземних і авіаційних калібрувально-завіркових робіт на унікальних українських полігонах (Чорнобильський, Кримський та ін.), які можуть становити інтерес також і для калібрування матеріалів зарубіжних космічних зйомок, тобто бути внеском України в міжнародну кооперацію ДЗЗ;
- вважати пріоритетним створення сучасного методично-технологічного комплексу комп'ютерної тематичної інтерпретації матеріалів ДЗЗ з залученням матеріалів полігонних калібрувально-завіркових робіт, який не матиме аналогів на світовому рівні;
- терміново ввести до ладу пункт прийому інформації космічних зйомок високої розрізняювальної здатності.

2. Сьогодні найважливішими і актуальними задачами, що можуть ефективно й економічно вирішуватися для України із застосуванням інформації ДЗЗ (крім успішно діючого блоку гідрометеорологічних прогнозів), є такі: забезпечення роботи космічного блоку системи екологічного моніторингу країни й окремих регіонів, прогнозування врожайності сільськогосподарських культур і пожежонебезпечності лісів, пошуки нафтогазових покладів, періодична оцінка стану міських агломерацій (зсуви, підтоплення тощо) та якості земель (в процесі земельної реформи); вивчення сучасних геодинамічних процесів при реструктуризації вугільних шахт та ін.

3. З метою скорочення витрат і термінів вирішення вказаних завдань, а також створення широкого ринку користувачів інформацією ДЗЗ у країні пропонується: впровадити комплексну організаційно-навчальну систему регулярного підвищення кваліфікації користувачів і розробників у напрямку ДЗЗ, створити їхні спільні команди для виконання конкретних проєктів, максимально використовувати матеріали космічних зйомок із зарубіжних КА.

**Досвід робіт з ДЗЗ в ЦАКДЗ ІГН НАН України.** В Україні вже настав час, коли з'являються паростки нових наукових і науково-організаційних технологій, окреслюються шляхи, якими і в наших

умовах можна, не розгубивши свого досвіду, виконувати те, що ми вміли і вміємо, не гірше, ніж це робиться на світовому рівні.

Досвід роботи нашого Центру свідчить, що в сучасних соціоекономічних умовах для того, щоб знайти свою так звану наукову нішу, продукція якої матиме попит і відносно стабільний та широкий ринок, треба мати порівняно невеликий, але висококваліфікований колектив фахівців фізико-математичного, технічного і природознавчого профілю, які освоїли комп'ютерні технології та іноземні мови. За таких умов можна ефективно перенацілювати такий осередок на оперативне розв'язання актуальних задач, вигравучи відповідні вітчизняні і зарубіжні гранти.

Віддача від подібної організації роботи зростає при поєднанні в спільних дослідженнях досвіду фахівців старшої генерації із сучасними знаннями молодого покоління. При цьому варто обов'язково залучати до виконання контрактних робіт спеціалістів відповідних відомств як консультантів і виконавців наземної калібровки та завірки матеріалів аерокосмічних зйомок.

Саме подібний підхід дозволив нам виграти ряд вітчизняних і зарубіжних грантів (зокрема, у космічних агентств ФРН, Франції, Європи та ін.) та вперше розробити і впровадити у виробництво нові супутникові технології пошуків нафтогазових покладів на шельфі та суходолі, оцінки забруднення територій та акваторій токсикантами (зокрема, радіонуклідами Чорнобильської зони), оцінки фітосанітарного стану та пожежонебезпечності лісів, прогнозування врожайності зернових культур, поvényей, підтоплення територій та ін.

Ці технології доведені до практичного впровадження в таких відомствах, як Міністерство надзвичайних ситуацій України, НАК «Нафтогаз України», ВАТ «Укрнафта», Київська та Херсонська міські адміністрації та ін.

Ми продовжуємо лінію на оволодіння співробітниками найсучаснішими супутниковими та інформаційними технологіями шляхом як організації вітчизняної системи підвищення кваліфікації, так і їхнього стажування у визнаних світових центрах цього напрямку. Наприклад, у 2000 р. наші співробітники пройшли стажування в інституті ESRIN Європейського космічного агентства, де оволоділи найновішою космічною технологією так званої радарної інтерферометрії, яку вперше в Україні успішно застосували для вирішення актуальної задачі оцінки осідання земної поверхні в Донбасі внаслідок масового закриття вугільних шахт.

Конкретним прикладом реалізації вказаного підходу до організації та координації досліджень у рамках Державної космічної програми України є створення в 2001 р. Атласу «Космос—Україні», в

якому наведено результати комп'ютерної тематичної інтерпретації понад 40 космознімків з українсько-російського КА «Океан-О» (та інших КА), що і зараз виконує зйомки території України. При цьому показано, як вирішується ряд актуальних природоресурсних та природоохоронних задач, які вже були названі раніше.

Як бачимо, перед нами безліч цікавих проблем, які чекають на своє вирішення за допомогою новітніх технологій. І я певен, що ці проблеми будуть успішно вирішені в рамках третьої Національної космічної програми України.

#### ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДЗЗ В УКРАЇНІ

В основних завданнях проекту нової Національної космічної програми України (2003—2007 рр.) в напрямку ДЗЗ, підготовленої Національним космічним агентством України разом з НАН України та іншими відомствами, передбачається розвиток першої черги національної системи спостереження Землі з космосу в інтересах загальнодержавних потреб у соціально-економічній сфері, сфері безпеки та оборони.

При цьому у межах цільової програми «Наукові космічні дослідження» пріоритетом визнано дослідження Землі.

Цільова програма «Дистанційне зондування Землі» суттєвим чином зорієнтована на підвищення ефективності використання космічних засобів в інтересах раціонального природокористування, екологічної та техногенної безпеки. Передбачається розвиток національної системи спостереження Землі «Січ», початок створення системи антикризового космічного моніторингу, модернізація наземних програмно-апаратних засобів приймання та обробки інформації в інтересах широкого кола споживачів.

Завдання цієї програми відповідають таким основним концептуальним підходам:

- орієнтація на конкретного споживача;
- розробка та використання проривних інформаційних технологій;
- створення умов для використання космічних технологій в інших галузях економіки, комерціалізації космічної діяльності;
- багатопланове міжнародне співробітництво;
- залучення додаткових позабюджетних джерел фінансування.

Цільова програма «Дистанційне зондування Землі» спрямована на виконання таких основних завдань:

- забезпечення супутниковою інформацією органів державної влади для підтримки прийняття рішень у сферах управління та безпеки;

- участь у вирішенні загальнодержавних завдань із моніторингу ресурсів раціонального природокористування, прогнозування техногенних та природних катаклізмів;

- розвиток міжнародного співробітництва в галузі ДЗЗ для вирішення глобальних та національних проблем шляхом обміну супутниковою інформацією, участі у міжнародних програмах досліджень Землі;

- розробка нових апаратних та програмних засобів ДЗЗ, нових інформаційних технологій, наземної інфраструктури з метою виходу українських підприємств на міжнародні ринки космічних послуг.

Реалізація діяльності в галузі ДЗЗ, ефективність використання одержаних матеріалів і подальшого розвитку залежать від наявності повної нормативно-технічної бази, адаптованої до національних та міждержавних умов і правил.

На цей час значна частина нормативно-технічних документів галузі знаходиться на стадії завершення розробки або галузевого випробування, при тому вони залишаються недостатньо адаптованими до міжнародних норм і правил. Виходячи з цього, розробка, розвиток, вдосконалення та впровадження нормативно-технічних документів щодо космічної діяльності залишаються важливими, і їх необхідно продовжити.

Для ефективного розвитку космічних комплексів ДЗЗ необхідні системні дослідження з метою забезпечення розробки і модернізації цих комплексів, які передбачають аналіз технічних і експлуатаційних вимог до перспективних комплексів, можливих напрямків розвитку носіїв, космічних апаратів та їх систем. Це дозволить адекватно оцінювати технічний рівень існуючих і створюваних українських носіїв і апаратів, визначати перспективні напрямки модернізації, підвищувати їх конкурентоспроможність з урахуванням міжнародних вимог.

Системні дослідження повинні включати аналіз стану та прогноз розвитку супутникових послуг, розробки відповідного методичного та інформаційного забезпечення.

Реалізація національної програми спостереження Землі з космосу «Січ» є принциповим кроком у забезпеченні екологічної безпеки, піднесенні на якісно новий рівень природокористування, землеробства, прогнозу погоди, геологорозвідки, моніторингу великомасштабних процесів на суходолі та морській поверхні. Зокрема, будуть розширені такі можливості:

- забезпечення необхідною супутниковою інформацією державних органів для підтримки прийняття рішень у кризових ситуаціях;
- забезпечення замовників знімками поверхні Землі;

- екологічний моніторинг довкілля;
- оцінка стану агроземельних ресурсів та ін.

Розвиток космічної науки в галузі ДЗЗ є однією з необхідних умов підтримки загального науково-технологічного рівня держави, міжнародної співпраці у масштабних та престижних космічних проєктах.

В результаті підготовки та виконання наукових проєктів будуть отримані нові фундаментальні дані

щодо будови та розвитку нашої планети, про закономірності розміщення на ній родовищ корисних копалин, особливості енергомасообміну в геосферах Землі та ін.

Усе це призведе до поліпшення якості життя громадян країни, створення умов для значного підвищення рівня професійної підготовки національних наукових кадрів, розширення їх контактів з зарубіжними науковцями, інтеграції українських вчених до світової наукової спільноти.

## Спільно дбаємо про Київ

### М. С. Щепець

ДКП «Плесо», Постійна комісія з питань техногенно-екологічної безпеки при Київській міській державній адміністрації

Плідна співпраця Київської міської державної адміністрації (КМДА) та ЦАКДЗ започаткована з часу заснування Центру. За десятиріччя багато зроблено для вирішення екологічних проблем краєзнавства Києва.

Реалізуючи основний принцип екологічної конференції ООН (1992 р.): «Думай глобально — дій локально», фахівці Центру на основі сучасного картографічного моделювання, використання багатозональних аерокосмічних знімків, відповідних комп'ютерних програм та впровадження методичних прийомів геоекологічного дешифрування здійснили поступовий перехід від оглядово-регіональних досліджень України в цілому до вивчення екологічних проблем міст Києва, Запоріжжя, Херсона та ін. З 1993 року спільними зусиллями КМДА та Центру розпочато роботу зі створення серії карт «Київ. Навколишнє середовище (з використанням аерокосмічних матеріалів)» масштабу 1:50 000. Результати досліджень відображають стан і розвиток різних складових екосистеми міста. Вони дають можливість об'єктивно оцінити стан навколишнього середовища, рівень техногенного навантаження, прослідкувати шляхи забруднення довкілля, і тому органічно увійшли до Програми соціально-економічного та культурного розвитку Києва на період до 2010 р. та використані при розробці нового генерального плану столиці.

На основі значного досвіду, необхідного банку аерокосмічної інформації та геологічних даних було складено карту розвитку сучасних екзогенних процесів на території Києва в масштабі 1:25 000. Ця карта стала базовою в подальших дослідженнях окремих ділянок міста, що зазнають дії небезпеч-

них геологічних процесів і потребують термінового інженерного захисту.

Співпраця відбувається в напруженому режимі оперативного аналізу ділянок геоекологічного ризику з виданням необхідних рекомендацій з мінімізації та стабілізації розвитку небезпечних явищ: підтоплення ґрунтовими водами, зсувів ґрунтових мас та інших. Так, добре відомий випадок зсуву ґрунтових мас навколо багатопверхового житлового будинку по вулиці Кудрявській в липні 1997 року вимагав термінових рекомендацій щодо ліквідації причин і наслідків небезпечного геологічного процесу. Провідними фахівцями Центру та Інституту геологічних наук в стислі строки було розроблено необхідні рекомендації з інженерного захисту зазначеного будинку і тільки після висновку вчених мешканців було повернуто на постійне проживання в будинок. Подібних прикладів можна перераховувати цілий ряд.

Зазначені оперативні роботи виконуються поряд з плановими науково-впроваджувальними розробками з геоекології міста, які проводяться у відповідності з довгостроковою Програмою взаємодії КМДА та НАН України, затвердженою міським головою О. О. Омельченком та Президентом НАН України Б. Є. Патонем.

Результати цієї співпраці можна побачити у виданих атласах «Україна з космосу» та «Космос—Україні» (під редакцією В. І. Лялька та О. Д. Федоровського), де представлено геоекологічне дешифрування сучасних мультиспектральних космічних знімків Київської міської агломерації.

Напружену науково-впроваджувальну роботу з екологічних досліджень столиці виконують висо-