

В. І. Лялько, М. О. Попов

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДИСТАНЦІЙНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛІ В УКРАЇНІ

Рассмотрены современные тенденции развития дистанционного зондирования Земли в мире и этапы его становления в Украине. Детально освещены проблемы по подготовке специалистов в области дистанционного зондирования Земли и указаны пути их решения. Рассмотрены перспективы развития дистанционного зондирования Земли в Украине. В частности показано, что перспективным направлением является создание системы калибровочно-заверочных полигонов дистанционного зондирования Земли, отвечающих международным требованиям.

The modern tendencies of remote sensing development in the world and its formation stages in Ukraine are considered. The problems on training of personal in the sphere of remote sensing of the Earth and their decisions are reported in detail. The RSE development prospects in Ukraine are discussed. It was pointed that the generation of the calibrated-validation test site system in the different landscape-climatic zones is perspective. In addition to the unified standards, RSE methods, which are common with the International ones, are developed.

Вступ

Початок досліджень з дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) в Україні припадає на 50-ті роки ХХ ст. Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі (ЦАКДЗ) ІГН НАН України – один з перших серед наукових установ країни, який почав активно і системно розробляти, освоювати і впроваджувати методи ДЗЗ у практику. Вченими ЦАКДЗ, який визначено постановою Президії НАН України головною установою в країні по координації робіт з ДЗЗ, виконано величезний об'єм наукових і науково-практичних досліджень з різних напрямів ДЗЗ, а саме: екологічний моніторинг довкілля; оперативний моніторинг пожеж, лісових пожеж, підтоплення; прогнозування змін земних систем та клімату тощо. Тут працюють висококваліфіковані фахівці з різних галузей науки: геологи, географи, геофізики, гідрологи, фізіологи рослин, математики, програмісти, спеціалісти з ГІС-технологій та ін.

Напрями розвитку ДЗЗ

Головними сучасними тенденціями розвитку ДЗЗ є такі:

– розширення залучення матеріалів гіперспектральних (до сотень каналів) зйомок високого геометричного розрізнення (до 1 м і краще) в оптичному, тепловому та радіохвильовому діапазонах для вирішення задач раціонального природокористування;

– створення міжнародних угруповань космічних апаратів ДЗЗ для підвищення періодичності та зниження вартості робіт з космічного моніторингу стану геосистем з метою оперативного виявлення і прогнозування природних та техногенних катастроф, екологічних та кліматичних змін, оцінки стану і прогнозування продуктивності агроценозів, пошуків корисних копалин та ін.;

– створення в різних ландшафтно-кліматичних регіонах світу калібрувальних завіркових полігонів ДЗЗ з метою суттєвого підвищення надійності результатів інтерпретації матеріалів аерокосмічних зйомок.

Загальна сума, на яку сьогодні виконуються послуги з ДЗЗ у світі, становить близько 4 млрд \$/рік. Поступово збільшується сумарна кількість діючих місій космічних апаратів (КА) для отримання видової інформації (рис. 1). За станом на початок вересня 2010 року у космосі перебувало 989 діючих КА. Збільшенню сумарної кількості КА на орбітах сприяє також те, що сучасні технології дозволяють створювати конструкції КА і бортові сенсори з більшими, ніж раніше строками функціонування в космосі (до 10 і більше років). Одночасно розширюється коло країн, які запускають власні супутники для отримання видової космічної інформації високого просторового розрізнення. Сьогодні загальна кількість таких країн нараховує десятки.

Детальність на місцевості, яку забезпечують космічні знімки в оптичному діапазоні, сьогодні вже наближена до межі, що визна-

© В. І. Лялько, М. О. Попов, 2011

чається фізичними законами. Наприклад, компанія GeoEye (США) розпочала у 2008 р. проект створення КА GeoEye-2 третього покоління з бортовим оптико-електронним сенсором з просторовим розрізненням 25 см. Варто відмітити, що суттєвий прорив в останні роки досягнуто у підвищенні просторової розрізненності космічних радіолокаційних знімків (до 1 м).

Одна з вимог до ДЗЗ – постійне відстеження об'єктів у межах всіх територій інтересу, які іноді розташовані в різних географічних регіонах. Задовольнити дану вимогу на основі матеріалів знімання за допомогою літаків або одного орбітального апарата неможливо. Тому провідні країни світу йдуть на створення космічних угруповань, які дозволяють знімати будь-яку ділянку території земної кулі з необхідною періодичністю, до кількох разів на добу.

Успішно розвиваються та застосовуються багатоспектральні і гіперспектральні сенсори для вирішення народногосподарських задач (природоресурсних, екологічних, сільськогосподарських та ін.). Проте треба констатувати, що якщо на даний час багатоспектральні знімки широко і результативно використовуються в ДЗЗ, то гіперспектральні знімки – значно менше. Причина у тому, що просторова розрізненність гіперспектральних сенсорів суттєво відстає від просторової розрізненності багатоспектральних сенсорів. Сьогодні багатьма відомими компаніями розробляються нові гіперспектральні сенсори з покращеними тактико-технічними характеристиками. Тому є всі підстави очікувати, що у недалекому майбутньому космічні гіперспектральні знімки будуть вже необхідної просторової якості.

Щоб реалізувати можливості космічних методів, космічна видова інформація повинна задовольняти певним вимогам:

- просторовій розрізненності та іншим параметрам якості космічних зображень;
- оперативності одержання інформації, тобто відрізка часу між моментом дистанційного зондування і моментом отримання споживачем необхідної (замовленої) інформації;
- повноті (комплексності) видової інформації, зокрема, за масштабами, про-

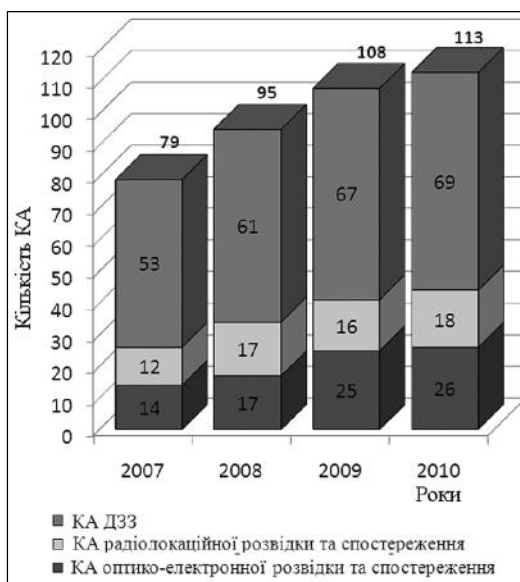


Рис. 1. Розподіл кількості діючих місій КА для отримання видової інформації за роками

торовою та спектральною розрізненностями, спектральними діапазонами;

– можливості спостереження визначених географічних територій, розмірів площі ділянок земної поверхні, які необхідно спостерігати;

– періодичності дистанційного зондування, тобто інтервалом часу або термінам, до яких віднесені зйомки тієї самої території протягом фіксованого періоду року.

Результати опрацювання вимог до параметрів космічної інформації, що висувуються в різних галузях науки, промисловості та сільського господарства, свідчать, що для вирішення значної частини тематичних задач ДЗЗ необхідні матеріали космічної зйомки з просторовою розрізненністю до 5,0 м, а більшість (65%) задач потребує використання видових даних ДЗЗ з розрізненністю краще за 15 м. Розрізнювальна здатність матеріалів космічних зйомок помітно впливає на економічну складову їх використання.

Важливою умовою ефективного застосування космічної інформації споживачами є надання її у заданий термін. Вимоги оперативності одержання даних визначають параметри орбіти КА, тип сенсора, склад наземних засобів обробки даних, організаційну схему доведення інформації до

споживача. Близько половини тематичних задач може бути вирішено за даними ДЗЗ, які надходять до споживача у термін від 3 до 6 місяців, інші задачі потребують космічної інформації з терміном "свіжості" менше ніж за 3 місяця.

Становлення ДЗЗ в Україні

Українські вчені, конструктори та інженери традиційно були активними учасниками всіх космічних програм, що здійснювались в колишньому Радянському Союзі. Вони зробили суттєвий внесок у розвиток ДЗЗ. Зокрема, при 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 -89", "Космос-1500", "Природа", з пошуків нафтогазових покладів, з оцінки наслідків Чорнобильської катастрофи та ін.). Сьогодні Україна як суверенна держава продовжує ці дослідження у співпраці з іншими країнами та багатьма міжнародними організаціями.

ДЗЗ було і залишається одним з трьох пріоритетних напрямів науково-практичних досліджень (поряд з телекомунікаціями та навігацією), що здійснюються в космічній галузі України. Розвиток досліджень з ДЗЗ передбачає підготовку та запуски нових КА з бортовою апаратурою, яка забезпечує одержання космічних знімків підвищеної якості, підготовку та проведення космічних експериментів, створення нових ефективних методик оброблення, аналізу та інтерпретації космічної інформації. Значна увага приділяється доведенню цих методик до технологічного рівня з наступним використанням їх при вирішенні актуальних природоресурсних та природоохоронних задач.

Проблема підготовки спеціалістів в галузі ДЗЗ

В Україні завжди приділялась увага розвитку ДЗЗ. Саме тому ця галузь сформувалась у важливу науково-технічну складову загальнонаціонального космічного комплексу, зі своїми науково-дослідними установами, центрами прийому, обробки та розповсюдження космічної інформації, об'єднаними у певну інфраструктуру.

Ухвалена Верховною Радою і підписана Президентом України Цільова науково-технічна космічна програма України на 2008–2012 роки (затверджено Законом України від 30 вересня 2008 р. № 608-VI) націлена на подальший розвиток досліджень і створення нових технологій ДЗЗ для вирішення актуальних задач промисловості, сільського господарства, науки, національної безпеки.

Заходами щодо виконання завдання "Здійснення дистанційного зондування Землі" передбачено створення та використання національних технічних засобів ДЗЗ для:

1) участі у вирішенні загальнодержавних проблем з моніторингу ресурсів, раціонального природокористування, прогнозування техногенних і природних катаклізмів шляхом забезпечення аерокосмічною інформацією суб'єктів державної системи моніторингу навколишнього природного середовища, створення нових апаратно-програмних засобів та інформаційних технологій, модернізації наземної інфраструктури;

2) забезпечення розвитку міжнародного співробітництва у сфері ДЗЗ для вирішення глобальних і регіональних проблем шляхом обміну супутниковою інформацією та участі в реалізації міжнародних проектів.

Є принаймні два чинники, чому така увага приділяється в цій програмі саме ДЗЗ. По-перше, постійно розширюється коло задач, у вирішенні яких ефективні виключно методи і технології ДЗЗ. Саме тому у світі постійно зростає кількість запусків супутників ДЗЗ (рис. 2). По-друге, спостерігається тенденція перерозподілу фінансових прибутків, що забезпечують інформаційні послуги, які базуються на використанні космічних знімків (рис. 2).

Задачі ДЗЗ вирішуються в Україні багатьма установами та організаціями, серед яких провідними є Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі (ЦАКДЗ) ІГН НАН України, Морський гідрофізичний інститут (МГІ) НАН України, Інститут космічних досліджень (ІКД) НАНУ-НКАУ.

У цих академічних установах працюють висококваліфіковані вчені і фахівці, які мають великий досвід отримання, оброблення та інтерпретації аерокосмічних знімків. Тут здійснюються фундаментальні та прикладні

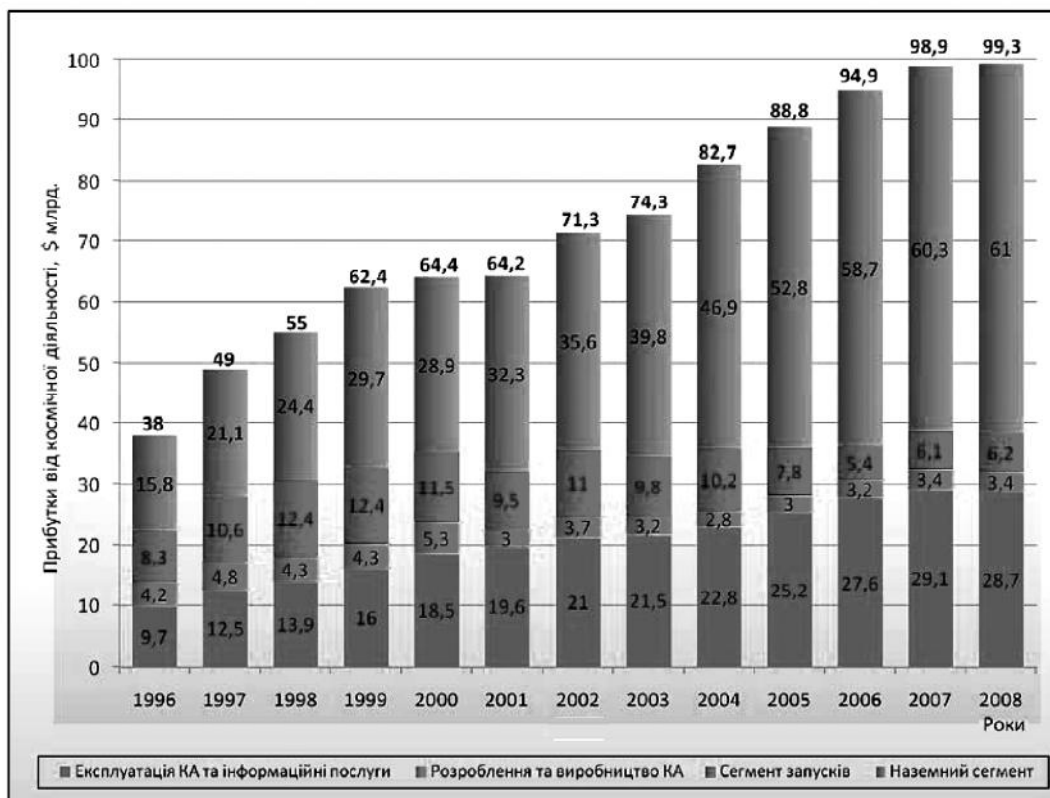


Рис. 2. Розподіл прибутків ДЗЗ у світі за роками

наукові дослідження і методичні розробки. При цьому використовуються підходи та технології, що ґрунтуються на новітніх програмних продуктах і сучасній технічній (апаратній) базі.

На базі ЦАКДЗ, МГІ, ІКД створились цілі наукові школи зі своїми лідерами та науковцями, які об'єднані єдиними підходами до вирішення проблем, стилем роботи і мислення, оригінальністю ідей і методів їх реалізації. Тут успішно вирішуються сучасні складні наукові та науково-технічні проблеми. Саме тому тут склалися найсприятливіші умови для підготовки молодих спеціалістів та науковців, підвищення наукового рівня фахівців та вдосконалення їх практичних знань у галузі дистанційних аерокосмічних досліджень. Сьогодні ми є свідками приєднання до досліджень з ДЗЗ деяких інших вітчизняних наукових та науково-дослідних установ та організацій.

Але зрозуміло, що вирішення завдань і проблем, які сформульовані діючою Косміч-

ною програмою України, органами вищої, регіональної і місцевої влади, а також наше підключення до міжнародних наукових і науково-технічних програм (GEOSS, GMES, FP7 та ін.) неможливо без налагодженої системи підготовки спеціалістів і удосконалення їх кваліфікації. Як відомо, при підготовці спеціалістів українська система освіти орієнтується на принципи Болонського процесу, згідно з якими вища освіта має двоциклову структуру: бакалаврат (3-4 роки навчання) і магістратуру (1-2 роки навчання після бакалаврату). У 2005 р. в Болонську систему було введено третій цикл – аспірантуру.

Сьогодні учбові курси з ДЗЗ викладають у низці вищих навчальних закладів (ВНЗ) України: Київському національному університеті ім. Тараса Шевченка, Київському національному університеті будівництва і архітектури, Національному технічному університеті України "Київський політехнічний інститут", Таврійському національному університеті ім. В. І. Вернадського, Національ-

ному аерокосмічному університеті ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", Національному університеті "Києво-Могилянська академія", Національному авіаційному університеті, Національному аграрному університеті, Харківській академії житлово-комунального господарства, Львівській політехніці тощо. Але ці курси за обсягом такі, що не дозволяють студентам надати глибокі теоретичні і практичні знання з ДЗЗ. Ці методи вивчаються як допоміжні до основної спеціальності, а обсяг годин викладання доволі обмежений. До того ж, навчальні програми у різних навчальних закладах дуже відрізняються за змістом. Таким чином, постає задача створення базового курсу ДЗЗ, який би містив у собі наукові засади дистанційного зондування і дозволяв отримати студенту первинні навички роботи з аерокосмічними даними за допомогою сучасних геоінформаційних технологій.

Для порівняння, у Росії методи ДЗЗ вивчаються майже в 250 ВНЗ, існує навіть така спеціальність, як "Исследование природных ресурсов аэрокосмическими средствами". На цю спеціальність в бакалавріат і магістратуру приймають в Росії абітурієнтів три ВНЗ: Московський державний університет геодезії і картографії, Сибірська державна геодезична академія та Сибірський державний аерокосмічний університет ім. акад. М. Ф. Решетнева.

В РФ кілька років тому затверджено державний освітній стандарт з напрямку підготовки дипломованого спеціаліста **650400 – Фотограмметрия и дистанционное зондирование** з кваліфікацією випускника: інженер. Спеціалісти готуються в Московському державному університеті геодезії і картографії. Задачами професійної діяльності інженера з напрямку "Фотограмметрия и дистанционное зондирование" є розроблення і реалізація технологій одержання й обробки результатів аерокосмічних і наземних зйомок для вирішення завдань в різних галузях науки і техніки.

Аерокосмічні методи складають суттєву частину навчальних програм у ВНЗ РФ за такими спеціальностями:

- "Землеустройство" (120301);
- "Земельный кадастр" (120302);
- "Городской кадастр" (120303);
- "Лесное и лесопарковое хозяйство"

(250200 Лесное хозяйство и ландшафтное строительство);

- "Экология и природопользование" (020800);
- "Геоэкология" (020804);
- "Фотограмметрия и дистанционное зондирование" (120200);
- "Исследование природных ресурсов аэрокосмическими средствами" (120201);
- "Картография" (020500, 020501);
- "Информационные системы в геодезии и картографии" (230200).

На жаль, Україна суттєво відстає від РФ, не кажучи вже про країни Євросоюзу і Америки.

Підготовка науковців і кадрів вищої кваліфікації з ДЗЗ в Україні здійснюється через докторантуру та аспірантуру, а також через здобувацтво.

Основна спеціальність, за якою готуються наукові та науково-педагогічні кадри з ДЗЗ, – 05.07.12 – Дистанційні аерокосмічні дослідження. Наказом Вищої атестаційної комісії (ВАК) України № 288 від 10.06.99 р. дозволено проводити захисти дисертацій за цією спеціальністю у галузях технічних, фізико-математичних та геологічних наук. Спеціалізовані вчені ради (СВР), яким ВАК України надано право проводити захист дисертацій за даними спеціальностями, створені і функціонують в м. Київ (СВР Д26.162.03 при ЦАКДЗ, голова ради – акад. НАН України В. І. Лялько), СВР при ІКД НАНУ-НКАУ в м. Харків (СВР Д64.062.07 при Національному аерокосмічному університеті ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут" (ХАІ), голова ради – д-р. техн. наук, проф. О. О. Зеленський). При цьому СВР при ЦАКДЗ розглядає дисертації на здобуття наукових ступенів кандидата і доктора наук з усіх трьох вище зазначених галузей наук, СВР при ХАІ – дисертації обох наукових ступенів з технічного напрямку, СВР при ІКД – дисертації в галузі фіз.-мат. наук.

Крім того, наукові та науково-педагогічні кадри з ДЗЗ в Україні готуються за такими науковими спеціальностями, як 04.00.22 – Геофізика, 05.24.02 – Фотограмметрия та картографія, 11.00.11 – Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів, 01.04.03 – Радіофізика, 05.17.12 – Радіотехнічні та телевізійні системи та деякі інші.

Розподіл захистів дисертацій в Україні в галузі ДЗЗ та суміжних напрямів за роками відображено на рис. 3.

Перший захист за спеціальністю "Дистанційні аерокосмічні дослідження" (на той час ця спеціальність мала номер 04.00.23) відбувся у червні 1994 р. Тоді на засіданні СВР Д01.09.03 при ЦАКДЗ здобувачем О. О. Янцевичем була успішно захищена дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геолого-мінералогічних наук на тему "Застосування лінеаментного аналізу на основі матеріалів космофотозйомки при вирішенні гідрогеологічних та інженерно-геологічних задач (на прикладі Українського щита)", науковий керівник – академік НАН України В.І. Лялько.

Всього за роки незалежності в Україні у галузі ДЗЗ захищено близько 50 дисертацій.

Проведений огляд стану та основних напрямів підготовки фахівців у галузі ДЗЗ показує, що далеко не всі наукові та науково-технічні складові ДЗЗ є сьогодні у фокусі уваги дослідників-здобувачів наукових ступенів. Бракує досліджень з багатоспектральних і гіперспектральних методів, автоматизації інтерпретування аерокосмічних зображень, створення перспективних технічних засобів ДЗЗ, розроблення нових ефективних методів вирішення природоресурсних завдань тощо.

Потребує суттєвого покращення інформаційне забезпечення, а саме: створення нових навчальних посібників з напрямків ДЗЗ, поширення можливостей своєчасного ознайомлення з зарубіжними фаховими виданнями, надання можливості доступу до аерокосмічних зображень та сучасних засобів їхньої комп'ютерної обробки. До речі, інформаційна робота потребує покращення не тільки стосовно фахівців з ДЗЗ, але й у відношенні тих службовців, хто приймає рішення. У цьому плані необхідно створення діючих на періодичній основі загально-освітніх курсів, де б висвітлювалися прикладні аспекти ДЗЗ, на яких слухачам у достатньо популярній формі роз'яснювалися переваги залучення даних ДЗЗ при вирішенні різноманітних задач (боротьба з повеннями, виявлення пожеж, пошук і розвідка природних ресурсів, оцінка екологічного стану території, визначення стану рослинності і прогнозування врожайності сільськогосподарських культур тощо).

Варто відмітити, що надзвичайно актуальним і важливим для подальшого покращення підготовки кадрів з ДЗЗ є питання організації постійно діючої системи підвищення кваліфікації викладачів навчальних дисциплін з ДЗЗ та суміжних дисциплін, а також інших фахівців і службовців, яким це потрібно за напрямом (родом) їх діяльності.

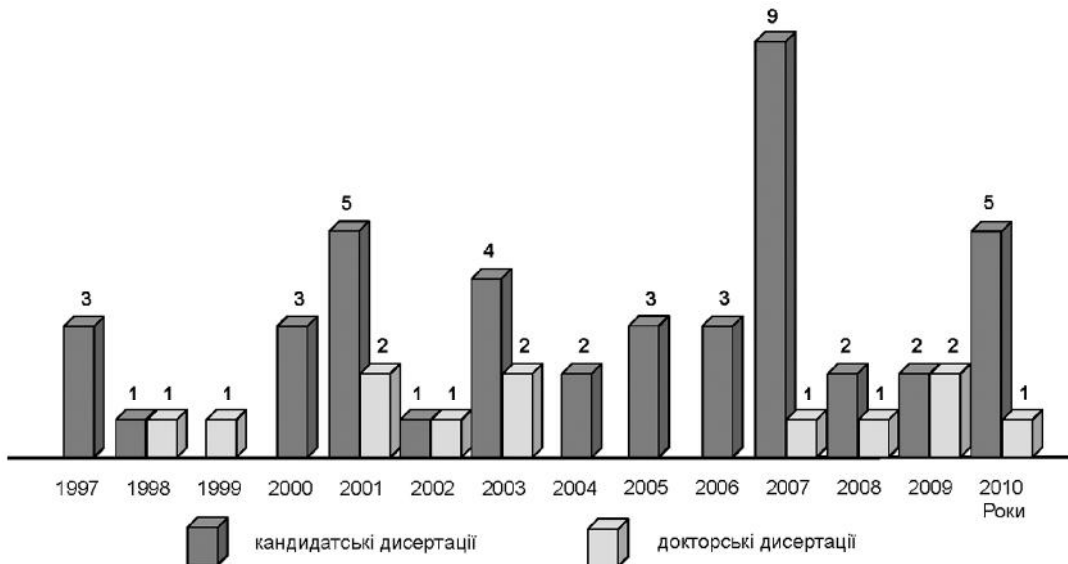


Рис. 3. Динаміка підготовки науковців з питань ДЗЗ та суміжних напрямів за роками (арабськими цифрами позначено кількість захищених дисертацій)

Практично це питання можна було б вирішити шляхом створення, наприклад, на базі одного з провідних навчальних закладів України відповідних навчальних курсів.

В Росії дисертації з напрямку ДЗЗ захищаються за спеціальностями, які відносяться до групи спеціальностей "Науки о Земле" (25.00.00). В цю групу входять "Землеустройство, кадастр и мониторинг земель" (25.00.26), "Геодезия" (25.00.32), "Картография" (25.00.33), "Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия" (25.00.34), "Геоинформатика" (25.00.35), "Геоэкология" (25.00.36) та ін.

За період 2001–2009 рр. у наукових та науково-педагогічних установах і організаціях РФ було захищено понад 140 дисертацій, які базувалися на застосуванні даних ДЗЗ.

Стосовно підготовки фахівців ДЗЗ в Україні можна стверджувати таке:

– За останні 15 років в Україні виконано великий обсяг робіт з налагодження та покращення системи підготовки спеціалістів та науковців з напрямку ДЗЗ: викладаються навчальні дисципліни з ДЗЗ, готуються спеціалісти, що володіють методами ДЗЗ. Але потребує суттєвого покращення інформаційне забезпечення, а саме: створення нових навчальних посібників з напрямів ДЗЗ, поширення можливостей своєчасного ознайомлення з зарубіжними фаховими виданнями, надання можливості доступу до аерокосмічних зображень та сучасних засобів їхньої комп'ютерної обробки. Актуальним і важливим для подальшого покращення підготовки кадрів з ДЗЗ є питання організації постійно діючої системи підвищення кваліфікації викладачів навчальних дисциплін з ДЗЗ та суміжних дисциплін, а також інших фахівців та службовців, яким це потрібно за напрямом (родом) їх діяльності. Актуальним для ЦАКДЗ є налагодження постійних творчих та наукових контактів з кафедрами, на яких викладаються курси ДЗЗ.

– За період з початку 90-х років в Україні захищено близько 50 дисертацій з напрямку ДЗЗ. Робота з підготовки науковців ведеться послідовно (захисти – кожний рік). В ЦАКДЗ тематика дисертаційних досліджень щільно пов'язана з основними напрямками його робіт і з виконанням наукових завдань державних та міжвідомчих наукових

і науково-технічних програм. Але є ще такі недоліки: затягування в написанні і поданні до захисту робіт, відсів з аспірантури, науковці після захисту не завжди продовжують дослідження у Центрі, недостатня робота з відбору до аспірантури. Тим не менше, лише протягом останньої п'ятирічки в ЦАКДЗ захищено три докторські дисертації в галузі ДЗЗ.

Значна увага в останні роки приділяється розробленню нормативної та науково-методичної бази ДЗЗ, проведенню наукових досліджень.

У 2002–2003 рр. НКА України спільно з ДКБ "Південне", ЦАКДЗ та ДП "Дніпрокосмос" розроблено перший український національний стандарт з ДЗЗ "Дистанційне зондування Землі з космосу. Терміни та визначення понять", який затверджено і чинність якому надано наказом № 155 Держспоживстандарту України від 15.09.2003 р. Створено також Національний стандарт з ДЗЗ "Дистанційне зондування Землі з космосу. Оброблення та інтерпретування даних".

У 2004 р. видано "Словник з дистанційного зондування Землі". Словник містить систему термінів та понять, що використовуються у галузі ДЗЗ, та їх тлумачення. Надано тлумачення близько 1100 термінів-слів та термінів-словосполучень, якими охоплюються фізичні основи цієї галузі науки, методи і системи формування та реєстрації аерокосмічних зображень, оброблення та інтерпретація знімків, цифрова фотограмметрія, геодезичне і топографічне забезпечення, просторові бази даних та кадастр, системи супутникового позиціонування, методи прогнозування та прийняття рішень. До кожного терміна надані його російська та англійська версії. Наведено список найбільш поширених латинських скорочень, список основних форматів, стандартів та специфікацій просторових даних.

Упродовж 2004–2010 рр. державними та недержавними установами та організаціями України виконано великий об'єм наукових та науково-практичних досліджень з різних напрямів ДЗЗ. Серед актуальних напрямів проведених досліджень були такі: екологічний моніторинг довкілля; оперативний моніторинг повеней, підтоплень, лісових пожеж та інших природних катастроф; оцінка

стану трубопроводів; пошуки корисних копалин; оцінка стану сільськогосподарських угідь та прогнозування врожаю; прогнозування змін земних систем та клімату з використанням космічної інформації тощо. Частина розробок українських фахівців у галузі ДЗЗ запатентована в Державному Департаменті інтелектуальної власності України.

Перспективи розвитку ДЗЗ в Україні

Світовий і вітчизняний досвід космічної діяльності дає підстави стверджувати, що базовими принципами перспективного розвитку ДЗЗ в Україні є такі:

- орієнтація на потреби користувачів;
- системність та комплексність у проведенні досліджень та їх практичному впровадженні;
- функціональна завершеність комплексів та елементів ДЗЗ;
- уніфікованість, сумісність та відкритість до нарощування;
- забезпечення інтегрування з іншими програмами та системами.

Реалізація цих принципів повинна сприяти насамперед досягненню таких цілей:

- створенню системи постійного та безперервного забезпечення даними ДЗЗ суб'єктів виробничо-господарської, наукової та управлінської діяльності державного, регіонального та місцевого рівнів, пов'язаних із захистом та контролем навколишнього природного середовища, раціональним використанням природних ресурсів, несприятливими змінами клімату, погіршенням екологічного стану, кризовими природними та техногенними процесами, включаючи ті, що мають транскордонний характер;
- подальшому розвитку аерокосмічної галузі, вдосконаленню космічної системи спостереження Землі "Січ" шляхом оснащення її комплексами апаратури, які використовували увесь освоєний спектральний діапазон електромагнітних хвиль, включали до свого складу прилади, побудовані з використанням тонких фізичних механізмів (поляризації, флуоресценції, інтерферометрії тощо);
- створенню постійно діючої ефективної системи підготовки та удосконалення фахівців з ДЗЗ;

– зміцненню міжнародного статусу України як космічної держави та створенню підґрунтя для діяльності на світовому ринку космічних послуг шляхом інтегрування космічної системи спостереження Землі "Січ" в європейську (GMES) та міжнародну (IGOS) системи спостереження Землі.

Першочерговими є такі задачі:

1. Розроблення та створення державної системи ДЗЗ і відпрацювання її взаємодії з державними та міжнародними системами моніторингу навколишнього природного середовища.

2. Виконання науково-прикладних програм з обробки і використання аерокосмічних даних для вирішення природоохоронних та природодохоронних задач (екологічний моніторинг країни та окремих регіонів; прогнозування врожайності сільськогосподарських культур і пожежонебезпечності лісів; пошук нафтогазових покладів; оцінювання стану міських агломерацій (зсуви, підтоплення тощо) та якості земель; вивчення сучасних геодинамічних процесів при реструктуризації вугільних шахт та ін.).

3. Розроблення методичного та програмного забезпечення для підтримки державних і галузевих програм з моніторингу навколишнього природного середовища.

4. Проведення наземних та підсупутникових (авіаційних) калібрувально-завіркових робіт на українських наземних та морських полігонах, результати яких можуть становити інтерес також для калібрування матеріалів зйомок з зарубіжних та міжнародних КА.

5. Налагодження взаємокорисного ефективного співробітництва з міжнародними організаціями і програмами.

6. Покращення науково-методичної, інформаційної та науково-видавничої роботи – проведення конференцій, семінарів і виставок, видання науково-технічних, навчально-методичних та довідково-інформаційних матеріалів, сприяння комерціалізації даних і підготовці кадрів з ДЗЗ.

Одним з найбільш перспективних напрямів методів дистанційного зондування морів і океанів є створення оперативної системи діагнозу і прогнозу циркуляції екосистеми Чорного моря на основі асиміляції супутникових дистанційних (рівень моря за даними альтиметрії, температура поверхні

моря, приводний вітер, колір моря) і супутніх (даних поверхневих дрейфуючих буїв і буїв – профілевимірвачів, берегових станцій і попутних суден) спостережень у моделях екодинаміки. Кінцевим результатом функціонування створюваної системи повинна стати підготовка і надання користувачам кінцевих продуктів моніторингу, демонстрація ефективності супутникового моніторингу для попередження або своєчасної ліквідації наслідків транспортних і екологічних катастроф у зоні відповідальності України, безпеки мореплавання й інформаційного забезпечення експлуатації ресурсів шельфу Чорного моря.

У забезпечення ефективного функціонування апаратури дистанційного зондування океану широке розповсюдження на світовому рівні одержала ідеологія контрольної калібрувальних вимірювань, оскільки високоточні спостереження із штучних супутників Землі неможливі без зовнішнього контролю якості роботи апаратури. З огляду на це перспективною є реанімація й оснащення комплексом необхідної апаратури Чорноморського контрольної-калібрувального полігону на базі океанографічної платформи в сел. Кацивелі (Південний берег Криму).

Висновки

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

В результаті підготовки та виконання наукових проєктів будуть отримані нові фундаментальні дані про будову та розвиток нашої планети, про закономірності розміщення на ній родовищ корисних копалин, особливості енергомасообміну в геосферах Землі, що ведуть до змін земних систем і клімату, та ін.

Сьогодні виконуються такі дослідження як у рамках Державної Космічної програми України, так і цільових програм НАН України – "GMES-Україна" та "GEO-UA". В 2010 р. опубліковано монографію "Изменения земных систем в Восточной Европе" у співавторстві з міжнародним колективом вчених, в якій наведені перші результати таких досліджень; в 2011 р. вийде друком англійською мовою версія цієї монографії.

Усе це буде сприяти створенню умов для значного підвищення рівня професійної підготовки національних наукових кадрів, розширення їх контактів із зарубіжними науковцями, інтеграції українських вчених до світової наукової спільноти, а основне – до зростання ефективності впровадження наукових розробок для вирішення актуальних практичних задач.

1. *Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування* / Ред. В. І. Лялько, М. О. Попов. – К.: Наук. думка, 2006. – 358 с.
2. *Изменения земных систем в Восточной Европе* / Отв. ред. В. И. Лялько. – Киев: Фолиант, 2010. – 582 с.

ЦАКДЗ ІГН НАН України,
Київ
E-mail: casre@casre.kiev.ua

Стаття надійшла
06.12.10