

УДК 629.783:004.722.45

О. В. Анисенко,
ст. викладач кафедри управління земельними ресурсами,
Чорноморський національний університет ім. Петра Могили

РОЗВИТОК ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ В УКРАЇНІ

O. Anysenko,
Senior Lecturer of Land Management Department, Petro Mohyla Black Sea State University

DEVELOPMENT OF REMOTE SENSING IN UKRAINE

У статті розглядається та аналізується використання систем дистанційного зондування Землі з космосу при розв'язанні різноманітних природоресурсних задач. У статті проаналізовано стан використання технологій дистанційного зондування Землі в інтересах агропромислового комплексу України. Висвітлено здобутки вчених щодо призначення дистанційних методів зондування при моніторингу природних ресурсів, їх потенційні переваги та ефективність. Розглянуто проблеми і перспективи застосування супутникових даних для вирішення завдань сільськогосподарського виробництва України.

The article examines and analyzes use of systems of remote sensing from space in solving various nature resources tasks. In the article the condition of use of technologies of remote sensing for the benefit of agro-industrial complex of Ukraine is analysed. Achievements of scientists about purpose of methods of remote sounding when monitoring natural resources, their potential advantages and efficiency are highlighted. Problems and prospects of application of satellite data for the solution of tasks of agricultural production of Ukraine are considered.

Ключові слова: аерокосмічні методи, моніторинг, ДЗЗ — дистанційне зондування Землі, обробка космічних знімків, ГІС-технології, землекористування, космічні знімки.

Key words: aerospace methods, monitoring, RS — remote sensing, remote Sensing of the Earth, GIS technology, land use, satellite imagery.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Практичне використання навколосемного космосу почалося в ХХ-му столітті, перша офіційна згадка про космічну діяльність була в резолюції Генеральної Асамблеї ООН 1721 від 20 грудня 1961 р. Освоєння космосу набувало інтенсивності. Незалежна Україна впевнено увійшла до складу космічних держав світу завдяки сформованому науково-технічному та виробничому потенціалу космічної галузі. Для реалізації державної політики у космічній діяльності у лютому 1992 року створено Національне космічне агентство України (НКАУ). Так, вже у 1995 році запрацював на навколосемній орбіті перший український супутник "Січ-1", у 1997 році здійснив політ перший космонавт України Леонід Каденюк, а з 1999 року розпочалися за участі України

масштабні міжнародні проекти "Морський старт", "Дніпро" [1, с. 4]. Сьогодні Україна відома на світовому ринку своєю космічною продукцією: ракетами-носіями "Дніпро", "Циклон", "Зеніт"; космічними апаратами "Січ"; апаратурою стикування "Курс", системами керування для космічних комплексів; унікальними об'єктами наземної інфраструктури. Провідні підприємства галузі підключилися до нових міжнародних проектів: "Наземний старт", "Циклон-4", "Таурис-2", "Вега". Українськими вченими та конструкторами створюються космічні апарати наукового призначення. У липні 2001 року ракетою-носієм "Циклон-3" виведено на навколосемну орбіту супутник "Коронас-Ф", призначений для досліджень активності Сонця. Розробляється перспективний супутник для наукових досліджень "МікроСат". За роки незалежності України у 1991—2010 р.р. з 4-х закордонних космодромів здійснено 118 пусків ракет-носіїв ук-

раїнського виробництва та виведено на навколоземні орбіти понад 200 космічних апаратів на замовлення 10-ти країн світу [2].

Особливе місце в космічній діяльності займає дистанційне зондування Землі (ДЗЗ). Відповідно до резолюції Генеральної Асамблеї ООН 41/65 від 03.12.86 р., термін "дистанційне зондування" означає зондування поверхні Землі з космосу з використанням властивостей електромагнітних хвиль, які випромінюються, відбиваються або розсіюються зондованими об'єктами, з метою кращого розпорядження природними ресурсами, вдосконалення землекористування та охорони навколишнього середовища [3]. Словник міжнародного космічного права містить визначення дистанційного зондування Землі з космосу як спостереження, що проводиться за допомогою автоматичних супутників, а також з борту космічних кораблів та орбітальних станцій, за різними компонентами земного середовища [4, с. 35]. Тобто, космічна технологія ДЗЗ базується на спостереженні поверхні Землі з борту космічного апарату (КА), отриманні зображень визначених географічних районів (об'єктів) і наступному їх аналізу та інтерпретації в інтересах вирішення поставленої тематичної задачі.

ДЗЗ — інструмент надання об'єктивної інформації для підтримки прийняття адекватних поточних ситуацій оперативних рішень на основі врахування перспективної динаміки процесів різного характеру. ДЗЗ, будучи основним напрямом космічної діяльності, належить до важливих пріоритетів технологічного розвитку, який стимулює підтримку науково-технічного потенціалу країни. Розвиток цього напрямку передбачений Загальнодержавною космічною програмою України на 2013—2017 рр. [5]. Отже, актуальним залишається широке залучення в практичну діяльність методів і технологій ДЗЗ для створення ефективних загально- прийнятих варіантів обробки тематичної інформації та створення необхідної матеріально-технічної бази (знімки, програмне забезпечення, комп'ютери) для проведення наукових досліджень в різних народногосподарських сферах.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Мета публікації: висвітлення стану використання технологій ДЗЗ в інтересах АПК України.

Основними завданнями є:

— визначення можливості адаптації методів та технологій ДЗЗ до сучасних умов розвитку агропромислового комплексу України;

— аналіз сучасного стану використання матеріалів ДЗЗ.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Інструментарієм розроблення та дослідження моделей об'єктів, процесів і явищ, що вивчаються методами дистанційного аерокосмічного зондування є праці провідних вчених Національної академії наук України та Державного космічного агентства України (ДКАУ), Центру колективного користування спектрометричною апаратурою. На базі Центру працює Наукова рада НАН України по вивченню природних ресурсів дистанційними методами та спеціалізована вчена рада з присудження докторських і кандидатських наукових ступенів у галузі технічних та геологічних наук за спеціальністю 05.07.12 — дистанційні аерокосмічні дослідження. Співробітникам Центру присуджено Державні премії України в галузі науки і техніки. Так у 2004 р. В.І. Ляльку (як співавтору) за цикл робіт "Наукові основи формування ресурсів підземних вод як джерела якісного водопостачання та раціонального господарського водокористування"; в 2005 р. О.Д. Федоровському, М.О. Попову та О.І. Сахацькому (як співавторам) за цикл робіт "Розв'язання проблем раціонального природокористування методами аерокосмічного зондування Землі та моделювання геодинамічних процесів"; за 2011 р. С.А. Станкевичу (як співавтору) за цикл наукових праць, пов'язаних зі створенням новітніх комп'ютерних технологій дешифрування космічних матеріалів при вирішенні екологічних задач [6].

Значний внесок у розвиток напряму ДЗЗ та використання даних дистанційного зондування внесли вітчизняні вчені: В. Лялько, С. Конюхов, О. Макаров, В. Сергєєв, Д. Топчій, С. Парняков, В. Куликов, Ю. Алексєєв та ін.

Ці та інші вчені продовжують свої наукові та науково-практичні дослідження і зосереджують свої зусилля на таких напрямках: подалше розроблення науково-методологічних основ ДЗЗ, розроблення і удосконалення моделей фізичних процесів, що відбуваються на суходолі та на шельфі, в контексті завдань пошуку та розвідки корисних копалин, оцінювання екологічного стану територій, небезпечних природних та техногенних ситуацій та інше; створення нових ефективних методів і технологій вирішення актуальних наукових тематичних задач та завдань Космічної програми України тощо.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

У 50-х роках вчені звернули увагу на те, що людина в ході діяльності досить суттєво змінює обриси земної поверхні. Тоді ж з'явилася низка наукових досліджень взаємозв'язків рельєфу і рельєфоутворювальних процесів з діяльністю людини. Зі спрощенням доступу до космічної та аероінформації дослідження взаємозв'язків природокористування і рельєфу наприкінці ХХ ст. набули нового значення.

У той же час починаються глобальні аерокосмічні дослідження Землі і планет на базі космонавтики. З'являються знімки, отримані у оптичному, ультрафіолетовому, інфрачервоному (ІЧ) і радіохвильовому діапазонах. Запуски перших супутників були пов'язані з уточненням геодезичних і топографічних параметрів координат. 4 жовтня 1957 р. стався запуск першого штучного супутника Землі на території колишнього Радянського Союзу. У 1958 р. у США виведено на орбіту перший супутник "Explorer-1". 14 серпня 1959 року американським супутником Explorer-6 було зроблено перший супутниковий знімок землі.

Справжня ера ДЗЗ із космосу почалась з виведенням на орбіту 23.07.72 року американського супутника ДЗЗ Landsat-1. Landsat-1 був обладнаний камерами для отримання фотографічного зображення землі в видимому та ближньому інфрачервоному діапазоні з просторовою здатністю 75 м та чотирьох-канальним сканером для радіометричного знімання з просторовою здатністю 60 метрів.

Початок 60-х років — запущені перші серії експериментальних метеорологічних супутників "Tiros", "Nimbus", "ESSA", "NOAA" (США), "Метеор". У 60-ті рр. були сконструйовані нові високоточні стереофотометричні прилади для складання карт за аерофотознімкам. Удосконалюється методика і технологія картографування за аерофотознімками. З'явилися плівки для кольорової і спектральної зйомки, втілюються нові фотоелектронні види зйомок, створюються методологічні основи дешифрування знімків.

Перші знімки зі штучних супутників Землі (1960) і пілотуємих кораблів (Г.С. Тітов, серпень 1961) поклали початок стрімкому розвитку космічних засобів і широкому розповсюдженню нових видів знімків. Цю дату слід розглядати як початок планомірної космофотозйомки Землі.

Перше телезображення Землі було одержане за допомогою штучного супутника Землі "Блискавка" у 1966 році з відстані 40 тис. км.

Космічними станціями "Салют" у січні 1969 р. поставлений великий обсяг інформації про будову Землі і її природні ресурси. Цю інформацію у вигляді кольорових і чорно-білих космічних фотознімків, отриманих у різних зонах спектру, та масу інших цінних відомостей можливо було опрацювати лише за допомогою комп'ютерних технологій.

У 1978 р. вперше у світовій практиці на космічній станції "Салют-6" проведено спеціальний експеримент з екологічного контролю і прогнозу зменшення земельних угідь [7, с. 13]. Виконано оцінку площі ґрунтів, пошкоджених ерозією і засоленням, затоплених водосховищами; оцінено стан пасовищ — ступінь їхнього погіршення від перевипасання й транспортних навантажень; досліджено стан лісового покриву — ступінь пошкодження деревостанів хворобами і шкідниками, зростання площі вирубок. Із космічних знімків, знятих в ІЧ випромінюванні, зафіксовано теплові, хімічні, механічні й біологічні забруднення водоймищ у зонах скидання стічних вод, а також ареали забруднення повітря і ґрунтів навколо промислових центрів. Космічні знімки дають документальне підтвердження стану і пошкодження різних господарських земель, а їхнє застосування для еколого-геоморфологічних досліджень і надалі набагато ефективніше, ніж наземні дослідження.

18 жовтня 2001 року на орбіту було виведено перший комерційний супутник QuickBird американської компанії DigitalGlobe з просторовою роздільною здатністю 0,6 метри, дані якого на комерційних засадах стали доступними усім зацікавленим.

У листопаді 2008 р. Український науково-дослідний інститут прогнозування й випробування техніки і технологій ім. А. Погорілого був призначений наказом Міністерства агрополітики України відповідальним виконавцем з одержання доступу до системи моніторингу стану сільськогосподарських культур за допомогою європейської системи дистанційних методів зондування MARS та разом з Інститутом захисту й безпеки громадян (Іспра, Італія) підписав Угоду про використання згаданої системи в Україні. Планувалося використати 3 млн євро на купівлю системи супутникового прогнозування врожайності MARS, а також обладнання для шести лабораторій [11]. На жаль, не висвітлені результати цього співробітництва.

До 2020 р. Європа, в тому числі і Україна має запустити не менше 10 космічних апаратів ДЗЗ з різним просторовим дозволом і наданням даних для різних служб. Попри важливість вико-

нання цього завдання існує брак його бюджетного забезпечення. Так, загальна вартість робіт "Здійснення дистанційного зондування Землі з космосу" у 2013 р. становила 18100 тис. грн., а фактично було профінансовано 4103,97 тис. грн. У 2014 р. програмою передбачено фінансування у розмірі 92500 тис. грн., фактично профінансовано — 0,0 грн. [13].

Постачальники інформації ДЗЗ у залежності від форми власності на орбітальні та наземні засоби отримання даних розподіляються так [12, с.1]:

— державні структури — власники та оператори космічних систем (КС) ДЗЗ, створених на бюджетні кошти;

— приватні фірми, яким передані права на комерційну експлуатацію державних КС ДЗЗ;

— приватні фірми — власники та оператори КС ДЗЗ, створених на позабюджетні кошти;

— приватні фірми — співвласники та оператори КС ДЗЗ, створених на основі дольового (бюджетного та позабюджетного) фінансування.

Споживачами даних ДЗЗ у світі є державні та урядові відомства, включно національні військові та розвідувальні органи, наукові установи, організація контролю різних відомств, виробничі фірми, у т. ч. держави, які не мають власних засобів ДЗЗ. Станом на 1 вересня 2015 р. користувачами космічних знімків є переважно комерційні користувачі — 38 % та урядові організації — разом 40 % [2].

Можливості сучасної космічної індустрії призвели до сталих тенденцій постійного технічного та технологічного удосконалення космічних засобів, зростання обсягів ринку послуг та кількості користувачів і, як наслідок, поширення товарообігу світової космічної індустрії [9]. На жаль, в архівах накопичується усе більше знімків поверхні Землі, що дешифровані частково, або залишаються зовсім некорисною інформацією. Немає такої методики та апаратури, за допомогою яких можна було б ці космічні скарби прочитати цілком. Відзначимо, що вчені центру аерокосмічних досліджень Землі активно удосконалюють системи і технологію фіксації інформації, але менше уваги приділяють опрацюванню вже отриманої. Тому на сучасному етапі існує необхідність в переорієнтуванні діяльності вчених з не просто фотографування, а кожну зйомку націлювати на вирішення конкретного завдання, при цьому методами інтелектуального аналізу даних із застосуванням методів нейронних

мереж та штучного інтелекту для тематичної обробки та класифікації даних.

При оцінці екологічної інформативності космічних знімків необхідно враховувати, що вони можуть дати об'єктивне уявлення про екологічні умови великих територій за станом на єдиний момент часу. Тобто жоден з традиційних засобів вивчення і просторового відбивання екологічних умов не може дати таких відомостей. Особливістю ДЗЗ, що підвищують екологічну інформативність космічних знімків, є можливість отримання повторних знімків однієї і тієї ж території через задані проміжки часу, що дозволяє об'єктивно простежити минулі зміни екологічних умов, їх динаміку і встановити основні її тенденції. У подальшому це дасть можливість прогнозування майбутніх змін природного середовища. На основі аналізу екологічної інформативності окремих космічних знімків і їх якості можна говорити про те, що найбільш повне уявлення про зміну екологічних умов можна отримати, використовуючи лише різноманітну і різночасову космічну інформацію.

Отже, дослідження природокористування на засадах інтерпретації космічних та аерофотознімків набули особливої популярності. Серед методів, які широко використовують для вивчення природокористування території, важливе місце посідають аерофотокосмічні. Під аерофотокосмічними методами розуміють методи вивчення закономірностей будови і розвитку географічної оболонки в цілому чи складових її комплексів і компонентів візуально з літальних апаратів або шляхом дешифрування запису відбитого сонячного випромінювання чи власного електромагнітного випромінювання Землі [8]. Отже, аеро- і космічні методи досліджень у сукупності називають аерокосмічними.

Вони дають змогу отримати інформацію про особливості морфологічної структури, морфологічні й морфодинамічні характеристики, а також розміщення й функціонування господарських об'єктів.

Додамо, що дистанційні методи поділяються на два основних типи: пасивні й активні. Пасивні методи ґрунтуються на вимірюванні природного теплового або відбитого сонячного випромінювання. Активні методи передбачають використання штучних джерел випромінювання (насамперед лазерів) та реєстрацію відбитого випромінювання або флуоресценції об'єктів, що досліджуються. Сучасні види дистанційних зйомок залежно від типу приймача і способу реєстрації об'єктів і явищ поділяються на 4 види



Рис. 1. Аерокосмічні методи та види космічних зйомок

(рис.1): візуальні, фотографічні, фотоелектронні, геофізичні.

Знімки з космосу та знімки з атмосфери мають багато спільного, хоча можливості в них різні. Аерокосмічні методи сьогодні стали одним з найефективніших способів вивчення земної поверхні.

Головним продуктом аерокосмічних зйомок є аерофотознімок, який являє собою двовимірним зображенням, що отримано внаслідок дистанційної реєстрації технічними засобами власного або відбитого випромінювання і призначене для виявлення, якісного і кількісного вивчення об'єктів, явищ і процесів шляхом дешифрування, вимірювання і картографування, та є найбільш універсальною формою подання інформації в разі дистанційних досліджень.

Характеристику складників аерокосмічних досліджень наведено на рисунку 2.

Фахівцю, що обробляє і використовує дані дистанційного зондування, необхідні глибокі знання як фізичних основ всього комплексу методів, так і фізичних і технічних особливостей кожного з них окремо. Крім того він повинен мати уявлення щодо обмеження застосу-

вання того або іншого методу дистанційного зондування.

Підсумовуючи відзначимо, що до основних напрямів використання даних ДЗЗ, як правило, відносять [12, с. 2]: будівництво; транспорт та комунікації; муніципальне господарство; метеорологія та кліматологія; моніторинг надзвичайних ситуацій; національна безпека та оборона, геологорозвідка; землекористування; картографування та кадастр; екологічний моніторинг; сільське господарство; лісгосподарство; океанографія, моніторинг водних ресурсів та спостереження узбережжя; моніторинг ґрунтового покриву тощо.

У найближчій перспективі необхідно розвивати наукові дослідження щодо використання аерокосмічних матеріалів при вивченні складу і властивостей ґрунтів на основі дистанційного зондування, вивчення динамічних властивостей ґрунтів і охорона їх родючості. З використанням спектрофотометрів, радіометрів та іншої апаратури можливе автоматичне складання теплових карт місцевості, карт вмісту гумусу, вологості ґрунтів.

Вагоме значення аерокосмічних методів є в складанні і корегуванні за космічними матеріалами дрібно- і середньомасштабних ґрунтових карт; у встановленні ареалів сезонно та вторинно засоленних ґрунтів, при контролі за функціонуванням зрошувальних і осушуваних систем за матеріалами повторних космічних зйомок, при вивченні стану і змін якості ґрунтів і площ ріллі під впливом меліорації, при виявленні характеру зволоження і темпів чергових поливів і промивки. Найважливішим джерелом інформації, за яким роблять висновки про родючість ґрунтів, є карти гумусності. Визначити кількість гумусу в ґрунтах можна за координатами кольору на знімках. За космічними знімками можна оцінювати зону розвитку процесів дефляції ґрунтів, ступінь розвитку цього несприятливого для господарства явища.

При вивченні цих властивостей знаходять застосування спеціальні різновиди зйомки. Наприклад, для визначення такої важливої характеристики ґрунту, як засоленість, перспективним є використання радіотеплолокаційних вимірів, оскільки вологі засолені ґрунти відрізняються більш високою електропровідністю і підвищеними значеннями радіолокаційних температур.

Одним із найбільш перспективних дистанційних методів визначення вмісту вологи в

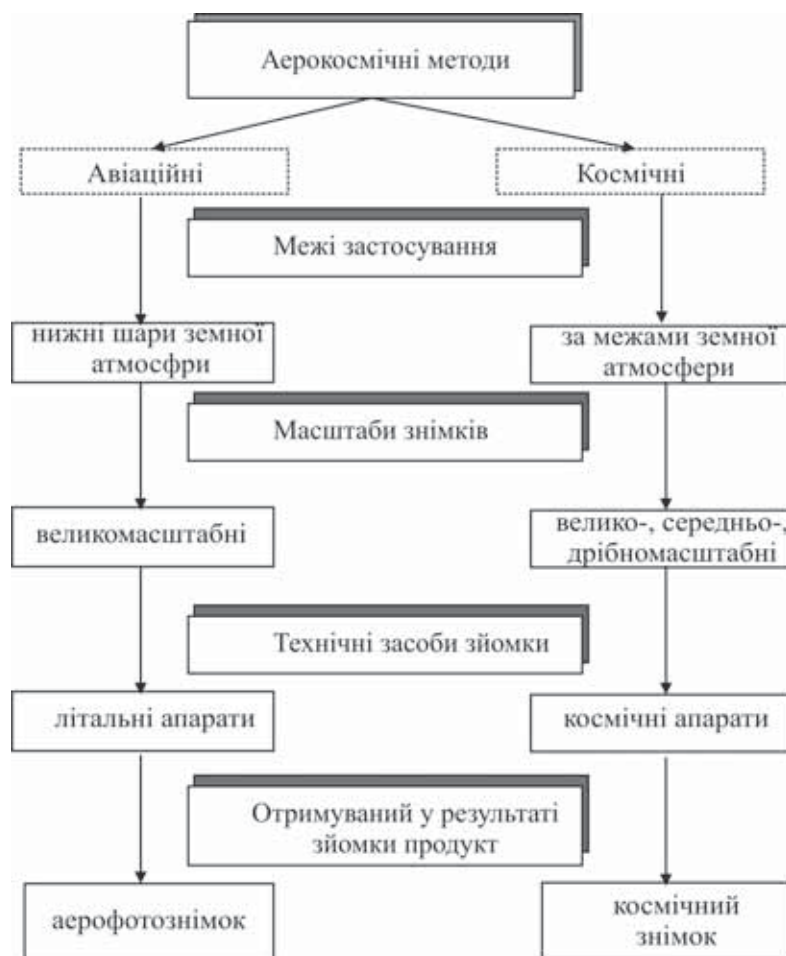


Рис. 2. Характеристика складників аерокосмічних досліджень

грунті є метод НВЧ-радіометрії. Цей спосіб дозволяє не тільки визначати ступінь зволоження ґрунтів, також оцінювати запаси продуктивної вологи в ґрунті, якість поливу і роботи зрошувальних систем і агрегатів, проводити аналіз динаміки мінералізації водоймищ, визначати зони фільтрації води з каналів і ділянки з несприятливим для землеробства рівнем залягання ґрунтових вод. Вирішення цих задач має важливе значення для планування сільськогосподарських меліоративних заходів і для оцінки стану гідротехнічних споруд, дозволяє значно зменшити незаплановані витрати води. Найбільш перспективним є застосування дистанційних методів при визначенні вологості сільськогосподарських угідь для великих територій, зайнятих однорідними сільськогосподарськими культурами.

Аерокосмічні методи використовуються також для складання нових і корегування існуючих ґрунтових карт [10]. На теперішній час у ґрунтовій картографії наступив новий період, пов'язаний, з одного боку, з можливістю широкого і планомірного використання космічної

інформації і, з іншого — з виявленням і показом на ґрунтових картах структури ґрунтового покриву.

Ефективним може бути використання матеріалів дистанційного знімання також при перевірці додержання чинного законодавства відносно земель державної власності, земель запасу і резервного фонду, стану ґрунтового покриву і виконання заходів його раціонального використання.

Визначена можливість застосувати ДЗЗ і ГІС технології в експлуатації машинно-тракторного парку шляхом оптимізації складу агрегату для конкретних польових умов господарства, оцінених просторово-геометричною конфігурацією по супутникових зображеннях.

З вищезначеного сформуємо чинники ефективності застосування даних дистанційного зондування:

- дослідженню може бути піддана будь-яка точка земної кулі, включаючи важкодоступні і небезпечні регіони;

- не вимагається надання наземного персоналу, організації польових робіт, експедицій, виділення додаткових ресурсів і т.д.;

— оперативність отримання даних і ефективна можливість організації контролю над станом регіону;

— масштабність досліджень, адже площа, що покривається одним знімком, може досягати десятків тисяч квадратних кілометрів. Наявність різночасових знімків одного регіону дозволяє досліджувати динаміку явища;

— повна вартість робіт на 2—3 порядки нижче, ніж при традиційних методах дослідження.

З вищевикладеного видно, що дистанційні методи зондування природних ресурсів мають ряд істотних переваг перед традиційними, а саме: більш високий ступінь інформативності, можливість проведення кількісної і якісної оцінки стану агроландшафтів з необхідною періодичністю, отримання оперативної інформації, що дозволяє своєчасно видавати рекомендації по застосуванню регулюючих заходів, проводити спільний аналіз різночасних даних дозволяє виявити динаміку стану земельних угідь, визначити напрям і швидкість негативних процесів.

Проте недостатня комерціалізація та бюджетне забезпечення цієї сфери космічної діяльності є стримуючим фактором розвитку ДЗЗ. На цей час розвиток високих космічних технологій призводить до інтенсифікації розвитку внутрішніх джерел прогресу і є однією з умов існування суверенної держави в сучасному світі.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Національні інтереси будь-якої країни зачіпають фундаментальні дослідження, пов'язані з розвитком суспільства. Одним із стратегічних джерел інформації держави є використання інформаційних систем, і насамперед це пов'язано з впровадженням сучасних технологій на основі космічних систем ДЗЗ. Сьогодні в космосі працюють десятки апаратів різних типів, що виконують збір даних різними дистанційними методами. Серед них значну роль відіграють комерційні апарати, знімки яких доступні для використання не тільки урядовим та військовим структурам, а й широкому колу користувачів в усьому світі. Дані, отримані шляхом дистанційного зондування землі з космосу та повітряного знімання, знаходять досить широке застосування в різних сферах діяльності. За останні роки в геометричній прогресії збільшився обсяг накопичених даних ДЗЗ, які включають космічну зйомку в різних спектральних діапазонах, аерофотозйомку з пілотних і безпілот-

них літальних апаратів. Ці джерела створюють великий обсяг даних, які потребують методів інтелектуального аналізу даних із застосуванням методів нейронних мереж та штучного інтелекту для тематичної обробки та класифікації даних. Аналіз цих даних становить основу інформаційної бази для прийняття управлінських рішень, а управління інформаційними потоками є вагомим задачею для подальшого розвитку ДЗЗ.

Перевагами дистанційних методів можна вважати оперативність; незалежність від погодних умов, добового чи сезонного періоду; можливість дослідження великих територій, включаючи важкодоступні місця; можливість проведення комплексного моніторингу, що охоплює різні характеристики досліджуваних об'єктів; відображення динаміки протікання процесів; картографування потенційно небезпечних ділянок.

Подальше дослідження теми потребує динамічності розвитку галузі дистанційного зондування, постійного удосконалення відповідних технологій та розширення ринку продукції ДДЗ. А також аналізу способів покращання споживчих характеристик ДЗЗ, впровадження досвіду й технологій світових сервісів комерційних супутникових зображень та формування платіжоспроможного національного ринку України, видових космічних даних.

Література:

1. Національне космічне агентство. Україна і космос / Національне космічне агентство України, 2010, Вид-во: "Спейс-Інформ". Ді-зайн. 16 с.
2. Космічна діяльність України: результати та перспективи. — К., 2002, 49 с.
3. Резолюція 41/65 Генеральної Ассамблеї ООН "Принципы, касающиеся дистанционного зондирования Земли из космоса" // Международное космическое право. — М.: "Международные отношения", 1999.
4. Словарь международного космического права / Отв. ред. В.С. Верещетин. — М.: Международ. отношения, 1992. — 296 с.
5. Принципы, що стосуються дистанційного зондування Землі з космічного простору 1986 року [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_596
6. Лялько В.І., Попов М.О., Федоровський О.Д., Левчик О.І. Державна установа "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України" (до 20-річчя заснування) //

Космічна наука і технологія. — 2012. — № 3. — С. 83—88.

7. Байрак Г.Р. Аналіз рельєфу і природокористування рівнин заходу України за аерокосмічними даними: монографія. — Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. — 296 с.

8. Смирнов Л.Е. Аэрокосмические методы географических исследований. — Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1975. — 303 с.

9. Лялько В.І., Вульфсон Л.Д., Жарий В.Ю. Аерокосмічні методи в геоєкології. — К.: Наукова думка, 1992. — 206 с.

10. Ковтун О.В. Фрагменти з історії використання дистанційних методів у картографуванні ґрунтів / Ковтун О.В. // Історичні записки: Збірник наукових праць / Східноукраїнський ун-т імені Володимира Даля. — Луганськ, 2008. — С. 148—153.

11. Кравчук В.І., Сердюченко Н.М., Ковтуненко О.В. та ін. Основи методології моніторингу агроресурсів та прогнозування врожайності сільськогосподарських культур за проектом MARS // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. праць. — Дослідницьке, 2009. — Вип. 13 (27). Кн. 2. — С. 3—14

12. Дячук І. Світові тенденції розвитку космічної галузі / І Дячук // Вісник НАН України. — 2008. — №2. — С. 62—68.

13. Річні звіти Державного космічного агентства України за 2013, 2014 рр. — Режим доступу: <http://space.com.ua/nsau/catalognew.nsf/mainU/46BC117B7408F718C22579A00052878B?OpenDocument&Lang=U>

References:

1. State Space Agency National of Ukraine (2017), "Space Agency of Ukraine Annual Report 2010", available at: http://www.nkau.gov.ua/pdf/NSAU_report_2010.pdf (Accessed 24 March 2017).

2. State Space Agency National of Ukraine (2017), "Space Activities of Ukraine: results and perspectives", available at: http://www.nkau.gov.ua/pdf/booklet_kdu_ua_all.pdf (Accessed 24 March 2017).

3. The Verkhovna Rada of Ukraine (2017), International document "Resolution 41/65 of the General Assembly of the UN "Principles relating to remote sensing of the Earth from outer space", available at: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/995_596 (Accessed 24 March 2017).

4. Afanasiev, V. A. Vereshchetin, V. S. and Vinogradov, S. V. (1992), Slovar' mezhdunarodnogo kosmicheskogo prava [Dictionary of international

space law], Mezhdunar. Otnosheniya, Moscow, Russia.

5. State Space Agency National of Ukraine (2017), "The principles relating to remote sensing of the Earth from outer space 1986", available at: <http://www.nkau.gov.ua/nsau/pravonsau.nsf/50093de7640e3cfac2257cfd003856b4/8870cf42844b5cfbc3256b13003cb0d0!OpenDocument> (Accessed 24 March 2017).

6. Lyalko, V.I. Popov, M.O. Fedorovskyi, O.D. and Levchuk, O. I. (2012), "The State Organization "Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of the Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine" (To the 20th anniversary of the foundation)" Kosmichna nauka i tekhnolohiia, vol. 18, no. 3, pp. 83—88.

7. Bajrak, H.R. (2007), Analiz rel'iefu i pryrodokorystuvannya rivnyn zakhodu Ukrainy za aerokosmichnymy danymy [Analysis of the topography and nature plains west of Ukraine for aerospace data], Vydavnychyj tsentr LNU im. Ivana Franka, Lviv, Ukraine.

8. Smirnov, L.E. (2005), Ajerokosmicheskie metody geograficheskikh issledovaniy [Aerospace methods of geographical research], Izdatel'stvo Sankt-Peterburgskogo universiteta, St. Petersburg, Russia.

9. Lial'ko, V. I. Vul'fson, L. D. and Zharyj, V. Yu. (1992), Aerokosmichni metody v heoekolohii, [Aerospace methods in Geoecology], Naukova dumka, Kyiv, Ukraine.

10. Kovtun, O.V. (2008), "Fragments of the history of the use of remote sensing methods in soil mapping", Visnik of the east Ukrainian National university named after Volodymyr Dal, pp. 148—153.

11. Kravchuk, V. I. Serdiuchenko, N. M. and Kovtunencko, O. V. (2009), "Fundamentals of agrarian resources monitoring methodology and forecasting crop yields for the MARS project", Tekhniko-tekhnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannya novoi tekhniky i tekhnolohij dlia sil'skoho hospodarstva Ukrainy: Zb. nauk. prats', vol.2, no. 13 (27), pp. 3—14.

12. Dyachuk, I. (2007), "World trends of aerospace industry development", Herald of National Academy of Sciences of Ukraine, vol. 2, pp. 62—68.

13. State Space Agency National of Ukraine (2017), "State Space Agency of Ukraine Annual Report 2013, 2014", available at: <http://www.nkau.gov.ua/nsau/catalognew.nsf/mainU/46BC117B7408F718C22579A00052878B?OpenDocument&Lang=U> (Accessed 24 March 2017).

Стаття надійшла до редакції 24.03.2017 р.