

ВСТУП

Зважаючи на вплив людства на екосистему Землі, з одночасним забезпеченням його життєдіяльності, необхідні нові методи та інноваційні підходи до керування природними ресурсами.

У сучасному світі ці важливі завдання виконують на підставі аерокосмічної інформації та її опрацювання за допомогою сучасних геоінформаційних технологій. Сьогодні серед засобів отримання інформації домінує космічне знімання, яке здійснюють із космічних носіїв за допомогою спеціальної знімальної апаратури, що дає можливість одержати високоякісні зображення з покриттям значної території земної поверхні. Зауважимо, що в останнє десятиліття стрімко розвиваються методи, пов'язані з розробленням спеціальних знімальних систем, які встановлюють на безпілотних літальних апаратах (БПЛА).

Матеріали космічного та аерознімання широко використовують для картографування, розв'язання прикладних задач у різних галузях науки і техніки та створення ГІС-систем. З кожним роком обсяг картографічної та геоінформаційної продукції збільшується, з'являються нові сфери застосування даних космічного знімання.

Для ефективного картографування і моніторингу стану природного середовища державні та комерційні організації розвинених країн розробляють все новіші космічні комплекси із різноманітною знімальною апаратурою. Розширюється коло країн, які ведуть знімання, користувачів широко інформують про нові знімальні матеріали через Інтернет. Особливостями космічного знімання останніх десятиріч є отримання матеріалів оперативного знімання з високим просторовим розрізненням (<1 м), збільшення спектрального та радіометричного розрізнення знімальних систем, виконання гіперспектрального знімання та вдосконалення апаратури, яка працює у радіодіапазоні.

Високі фінансові затрати, потрібні для запуску космічних літальних апаратів, розроблення вискоефективних знімальних систем для виконання широкого кола завдань від глобального до локального рівнів, потребують міжнародної співпраці.

Нині активно експлуатують космічні знімальні системи з оптико-електронною апаратурою, які дають змогу отримувати високе просторове розрізнення: Ikonos, GeoEye, QuickBird, WorldView, (США); EROS (Ізраїль); IRS (Індія); Pleiades, SPOT (Франція); "Ресурс-ДК", "Канопус" (Росія); Sentinel-2 (Європейське космічне агентство) та інші.

В останні десятиріччя в дистанційному зондуванні Землі для виконання найрізноманітніших завдань – як господарських, так і наукових, – використовують зображення, отримані не тільки в оптичному, а й в радіодіапазоні, що зумовило справжню революцію у можливостях інтерпретації зображень. Відомі

супутники, на яких встановлена апаратура, що працює у радіодіапазоні, такі: Radarsat (Канада), TerraSar-X, TanDem (Німеччина), CosmoSkymed (ESA), Sentinel-1 (Європейське космічне агентство) та інші.

Досягнення у сфері впровадження інноваційних технологій для отримання та опрацювання аерокосмічних зображень є в Україні. Для забезпечення космічної діяльності в Україні діяли космічні програми.

Перша Державна космічна програма, прийнята на 1993–1996 рр., дала змогу зберегти науковий і виробничий потенціал космічної галузі. В серпні 1995 р. вітчизняна ракета-носіє “Циклон-3” вивела на орбіту перший український космічний апарат “Січ-1”, призначений для ДЗЗ.

Програма передбачала і розвиток наземної інфраструктури приймання та опрацювання інформації. У складі екіпажу космічного корабля Space Shuttle Columbia 19 листопада 1997 року разом з американськими і японськими астронавтами здійснив космічний політ перший космонавт незалежної України Леонід Каденюк, виконавши важливі експерименти з космічної біології.

Друга Загальнодержавна (Національна) космічна програма (1998–2002 рр.) передбачала створення наземної космічної інфраструктури на основі наявної, модернізацію Центру контролю космічного простору.

Україна разом із США, Росією і Норвегією стала учасницею проекту “Морський старт” із плавучого космодрому у Світовому океані. У березні 1998 р. вперше запущено ракету-носіє “Зеніт-3SL” у межах цього проекту. У липні 1998 р. ракета-носіє “Зеніт-2” з космодрому Байконур вивела на орбіту українсько-російський космічний апарат “Океан-О”, подібний до серії французьких супутників SPOT. Супутник оснащено різноманітною бортовою апаратурою для знімання у широкому спектрі електромагнітних хвиль, одержано сотні космічних знімків.

Третю Загальнодержавну (Національну) космічну програму на 2003–2007 рр. спрямовано на виконання спеціальних цільових програм, зокрема “Дистанційного зондування Землі”, “Космічної діяльності в інтересах національної безпеки та оборони” та інших. До головних здобутків Програми можна зарахувати створення і запускання супутника “Січ-1М” і міросупутника МС-1-ТК (грудень, 2004 р.).

Четверта Загальнодержавна цільова науково-технічна програма охоплювала 2008–2012 рр. У серпні 2011 р. здійснено запускання КЛА “Січ-2” з оптико-електронною апаратурою, яка давала змогу отримати розрізнення на місцевості 8 м.

Реалізацією всіх космічних програм займається Космічне агентство України. А впровадження досягнень космічної галузі в економіку та науку ефективно здійснює Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі (ЦАКДЗ) Національної академії наук України. Центр опрацював та подав рекомендації

щодо застосування космічних зображень для ефективного ведення лісового і сільського господарства, виявлення родовищ корисних копалин, дослідження екологічних порушень, атмосферних змін.

Від березня 2011 р. за Розпорядженням № 238 Кабінет Міністрів України схвалив Концепцію реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 р., яка визначає 20-річну космічну стратегію України. Державне космічне агентство України розробило індикативний План заходів щодо виконання Концепції реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2032 р., який затверджено Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 січня 2012 р. № 48. Програма складається з таких етапів: перший (2011–2017 рр.); другий (2018–2022 рр.); третій (2023–2027 рр.); четвертий (2028–2032 рр.).

У травні 2018 р. підписано Угоду між Державним космічним агентством України (ДКАУ) та Європейською комісією про співпрацю у галузі доступу до даних і використання даних супутників Sentinel програми ЄС “Copernicus”. Підписання названої угоди сприятиме поглибленню співпраці Україна – ЄС у сфері обміну даними дистанційного зондування Землі, що здійснюється відповідно до положень Угоди про асоціацію між Україною та ЄС.

“Copernicus” – це європейська програма, яка надає інформацію про спостереження Землі для моніторингу довкілля та цивільної безпеки. Спеціальні місії супутників “Sentinel” розробляють для задоволення оперативних потреб програми.

Українські споживачі матимуть доступ до даних із супутників “Sentinel”, а ДКА, згідно з цією угодою надаватиме програмі “Copernicus” та її державам-учасникам повний, вільний та відкритий доступ до майбутнього угруповання українських супутників дистанційного зондування Землі.

На період від 2018 до 2022 рр. передбачено такі основні заходи: створення оптико-електронної космічної системи “Січ-2-1” в межах європейського проекту “Copernicus” (2020 р.); “Січ-2-2” (2021 р.); “Січ-3-0” (2022 р.); “Січ-2М”, зокрема: створення оптико-електронної системи високого розрізнення, яка працюватиме у дальньому інфрачервоному діапазоні (2022 р.). Оптико-електронні знімальні системи матимуть розрізнення 8 та 2,5 м.

Заплановано створення інформаційної системи використання супутникових даних в інтересах природно-ресурсного моніторингу та запобігання надзвичайним ситуаціям як частини європейських та світових систем (GEOSS) та удосконалення космічних систем телекомунікації, навігації та спостереження. Передбачено виготовлення серійної та створення перспективної ракетно-космічної техніки, зокрема ракет-носіїв “Зеніт”, “Циклон-4М” тощо. Заплановано запуск космічних апаратів наукового призначення “Аерозоль”, “Мікросат-М” та інших.

Очевидно, що підготовка фахівців за спеціалізаціями з геодезії, фотограмметрії, дистанційного зондування, геоінформаційних систем, просторового моделювання та картографії потребує поглибленого вивчення засобів отримання аерокосмічної інформації, можливостей конкретного застосування матеріалів аерокосмічного знімання для картографування та вирішення цілої низки прикладних завдань.

Курс “Фотограмметрія та дистанційне зондування” є підставовим для підготовки всіх фахівців геодезичного профілю та складається з двох частин – фотограмметрії та дистанційного зондування Землі, його викладають на третьому курсі бакалаврської підготовки.

У межах другої частини курсу зосереджено увагу на матеріалі, що стосується основних підходів та методів дистанційного зондування Землі, фізичних основ ДЗЗ, важливих складових аерокосмічного знімального комплексу – літальних апаратів та знімальної апаратури. Окремі розділи стосуються наземних приймальних станцій та опрацювання аерокосмічних зображень.

У кінці кожного розділу подано контрольні запитання для самоконтролю студентів.

Розділ “Супутникові наземні приймальні станції” написав доктор технічних наук, професор, старший науковий співробітник ЦАКДЗ С. А. Станкевич; розділ “Спектральні перетворення та класифікація зображень” – аспірантка кафедри фотограмметрії та геоінформатики Львівської політехніки Ю. В. Денис.

Автори висловлюють вдячність директорів Інституту геодезії Національного університету “Львівська політехніка” К. Р. Третяку за сприяння у виданні підручника.