

УДК 623.71

Н. Литвиненко, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ ЗАДАЧ

Бурхливий розвиток геоінформаційних систем і засобів дистанційного зондування Землі, що спостерігається протягом останніх десятиліть, обумовлює необхідність взаємної інтеграції цих напрямків. Розглядається питання використання геоінформаційних систем і технологій у сфері дистанційного зондування Землі для вирішення військових задач.

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, геоінформаційна система.

Постановка проблеми. З кожним роком збільшується кількість завдань, які успішно вирішують сучасні інформаційні технології, це, зокрема, методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та геоінформаційні системи (ГІС) і технології. Серед них: дослідження природних явищ, оцінка та передбачення результатів людської діяльності, спостереження і прогнозування стану місцевості, екологічне картографування тощо. Значення ДЗЗ підсилює виникнення протягом останніх десятиліть ГІС, які втілюють принципово новий підхід до роботи з просторовими даними.

Дані космічних спостережень сукупно з наземними даними становлять основу інформаційної бази ГІС, використання якої на території України на сьогодні набуває дедалі важливішого значення. ГІС – це сучасні комп'ютерні технології для картографування та аналізу об'єктів реального світу, а також явищ, що відбуваються на земній поверхні. ГІС забезпечує збирання, зберігання, оброблення, відображення і розповсюдження геопросторових даних. Основа ГІС становлять автоматизовані картографічні системи, а головними джерелами даних є різноманітні геообразження. ГІС призначені для розв'язування наукових і прикладних задач інвентаризації, аналізу, оцінки та прогнозу змін навколишнього середовища і прийняття управлінських рішень [1–3].

Отже, питання використання ГІС в галузі ДЗЗ для вирішення військових задач на цей час є досить актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективну роботу сучасних ГІС важко уявити без супутникових методів дослідження території поверхні Землі. Дистанційне супутникове зондування знайшло широке застосування в геоінформаційних технологіях у зв'язку зі швидким розвитком і вдосконаленням космічної техніки та згортанням авіаційних і наземних методів моніторингу.

ДЗЗ – науковий напрям, заснований на збиранні інформації про поверхню Землі без фактичного контактування з нею. Процес отримання даних про поверхню включає в себе зондування і запис інформації про відображену або відбиту об'єктами енергію з метою подальшої обробки, аналізу і практичного використання [1].

Виділяються наступні складові ДЗЗ:

1) наявність джерела енергії або освітлення – це перша вимога дистанційного зондування, тобто має бути джерело енергії, яке освітлює або живить енергією електромагнітного поля об'єкти, що становлять інтерес для дослідження;

2) випромінення і атмосфера – випромінення, що розповсюджується від джерела до об'єкта, частина шляху якого проходить крізь атмосферу Землі; цю взаємодію необхідно враховувати тому, що характеристики атмосфери впливають на параметри енергетичних випромінень;

3) взаємодія з об'єктом дослідження – характер взаємодії падаючого на об'єкт випромінення залежить від параметрів як об'єкта, так і випромінення;

4) реєстрація енергії сенсором – випромінення, що випускається об'єктом дослідження, потрапляє на віддалений високочутливий сенсор, потім отримана інформація записується на носій;

5) передача, прийом та обробка інформації – інформація, зібрана чутливим сенсором, передається в цифровому вигляді на приймаючу станцію, де дані трансформуються в зображення;

6) інтерпретація та аналіз – оброблене зображення інтерпретується за допомогою комп'ютера, після чого аналізується інформація про досліджуваний об'єкт;

7) застосування отриманої інформації – отримання потрібної інформації про об'єкт спостереження для вирішення практичної задачі.

Засоби ДЗЗ дозволяють отримувати відомості про стан атмосфери не тільки в локальному, а й у глобальному масштабі, що є досить важливим для військових цілей. Дані зондування надходять у вигляді зображень, як правило, у цифровій формі. Подальша обробка здійснюється комп'ютером. Тому проблематика ДЗЗ тісно пов'язана із завданнями цифрової обробки зображень.

Мета статті: обґрунтувати доцільність використання геоінформаційних технологій у сфері дистанційного зондування землі для вирішення військових задач.

Викладення основного матеріалу дослідження. Бурхливий розвиток геоінформаційних систем і засобів дистанційного зондування Землі, що спостерігається протягом останніх десятиліть, обумовлює необхідність взаємної інтеграції цих напрямків.

Для спостереження із космосу використовують дистанційні методи, за яких дослідник має можливість на відстані отримувати інформацію про досліджуваний об'єкт. Наприклад, необхідно оцінити стан лісових масивів у районі майбутніх бойових дій. Апаратура супутника, задіяна в моніторингу, буде реєструвати інтенсивність світлового потоку від досліджуваних об'єктів у декількох ділянках оптичного діапазону. Методи вивчення Землі з космосу не випадково відносять до високотехнологічних. Це пов'язано не тільки з використанням ракетної техніки, складних оптико-електронних приладів, комп'ютерів, швидкісних інформаційних мереж, але і з новим підходом до отримання та інтерпретації результатів вимірювань. Супутникові дослідження проводяться на невеликій площі, однак вони дають можливість узагальнювати дані про всю Земну кулю. Супутникові методи дозволяють отримувати результат за порівняно короткий інтервал часу, що в умовах гострого дефіциту часу при виконанні бойових завдань є досить важливим.

До особливостей дистанційних методів відносять вплив середовища (атмосфери), через яке проходить сигнал зі супутника. Наприклад, наявність хмарності,

що закриває об'єкти й робить їх невидимими в оптичному діапазоні. Але навіть і за відсутності хмарності, атмосфера послаблює випромінювання від об'єктів.

Тому супутниковим системам доводиться працювати в так званих вікнах прозорості, враховуючи, що в них має місце поглинання і розсіювання газами та аерозолями. У радіодіапазоні можливе спостереження Землі і крізь хмарність.

При ДЗЗ використовується оптичний діапазон електромагнітних хвиль і мікрохвильовий діапазон радіодіапазону. При пасивних методах зондування в оптичному діапазоні джерелами електромагнітної енергії є розігріті до досить високої температури тверді, рідкі, газоподібні тіла. На хвилях завдовжки більше 4 мкм власне теплове випромінювання Землі перевершує випромінювання Сонця. Реєструючи інтенсивність теплового випромінювання Землі з космосу, можна досить точно оцінити температуру суші й водної поверхні, яка є найважливішою екологічною характеристикою. Вимірявши температуру верхньої межі хмарності, можна визначити її висоту, якщо врахувати, що в тропосфері з висотою температура зменшується в середньому на 6,5 °С/км. При реєстрації теплового випромінювання із супутників використовується інтервал довжин хвиль 10–14 мкм, у якому поглинання в атмосфері є невеликим.

Перші зображення Землі з космосу були отримані за допомогою фотокамери. Ця методика застосовується і в наш час. Супутник з фотореєстрації "Ресурс-Ф1М" (Росія) дозволяє фотографувати Землю в інтервалі довжин хвиль 0,4–0,9 мкм. Зняті матеріали передаються на Землю і проявляються. Аналіз знімків, як правило, проводиться візуально за допомогою проекційної апаратури, яка дозволяє також отримувати кольорові фотовідбитки. Метод забезпечує високу геометричну точність зображення; можна збільшити знімки без помітного погіршення якості. Однак він мало оперативний, оскільки зображення предстали в вигляді фотографій, а не в цифровій формі, і ефективний у видимому та ближньому інфрачервоному діапазонах.

Цих недоліків позбавлені сканерні методи. Сканер із циліндричною розгорткою являє собою маятник, закріплений в одній точці, який коливається перпендикулярно напрямку руху. На кінці маятника в його фокальній площині встановлений об'єктив з точковим фотоприймальним пристроєм. Під час руху апарата над Землею з виходу фотоприймального пристрою знімається сигнал, пропорційний освітленості у видимому або ближньому інфрачервоному діапазоні тієї ділянки земної поверхні, на яку в цей момент спрямована вісь об'єктива. На практиці сканер нерухомий, а коливається (обертається) дзеркало, зображення від якого через об'єктив потрапляє в фотоприймальний пристрій. Сканерна інформація в цифровій формі передається із супутника в реальному часі або в записі; на Землі вона обробляється на комп'ютері.

Лінійний сканер містить розташовані в лінію нерухомі фоточутливі елементи, кількість яких коливається від 190 до 1000. На лінійку через об'єктив фокусується зображення земної поверхні, усі елементи знаходяться у фокальній площині. Лінійка, орієнтована поперек напрямку руху супутника, переміщається разом з ним, послідовно зчитуючи сигнал, пропорційний освітленості різних ділянок поверхні та хмар.

Станції для прийому інформації із супутників на Землі містять антену з опорно-поворотним пристроєм, радіоприймальний пристрій і засоби обробки, зберігання і відображення інформації. Найбільш розповсюджені дзеркальні антени з параболічним рефлектором наво-

дяться на супутник за командами комп'ютера, у який закладено орбітальні дані. У фокусі антени встановлений опромінювач, сигнал із якого посилюється підсилювачем. Далі сигнал по кабелю надходить на приймач, цифровий сигнал із виходу якого обробляється на комп'ютері. Оброблені зображення поміщуються в базу даних.

Для визначення напрямків застосування ДЗЗ проведено аналіз характеристик основних супутників для дистанційного зондування, які використовуються сьогодні.

Супутники NOAA (США). Метеорологічні та природознавчі супутники NOAA мають довжину 4,18 м, діаметр 1,88 м, масу на орбіті 1030 кг. Кругова орбіта має висоту 870 км, один виток супутник робить за 102 хв. Площа сонячних батарей супутника 11,6 м², потужність батарей не менше 1,6 кВт, але з часом батареї деградують через вплив космічних променів і мікрометеорів. Для нормальної роботи супутника необхідна потужність не менш 515 Вт.

Супутники серії NOAA обертаються на майже кругових геліосинхронних орбітах з висотою порядку 850 км. Через кривизну Землі зона радіовидимості супутника становить ± 3400 км, тому за один прохід супутника вдається отримати інформацію з поверхні близько 3000–7000 км. У цей час на орбіті знаходяться шість супутників зазначеної серії (NOAA 11, 12, 14, 15, 16 і 17), але функціонують надійно тільки три (NOAA 12, NOAA 16, NOAA 17), що дозволяє отримувати інформацію про стан навколишнього середовища в регіоні з частотою не рідше 6–10 разів на добу.

На супутниках серії NOAA встановлені прилади AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), які забезпечують безперервні ряди спостережень у видимому та інфрачервоному діапазонах спектра.

Прилад AVHRR є типовим сканером. Відмінною особливістю приладу AVHRR є можливість приймати сигнал у вікні прозорості атмосфери 10–12 мкм. Одночасно прилад дозволяє приймати сигнал у видимій і в ближній інфрачервоній областях спектра при складанні повного зображення поверхні Землі за одну добу. Це, за досить довгого ряду спостережень, робить його незамінним при оцінці поточних змін рослинності планети.

На супутниках NOAA встановлена апаратура HIRS для визначення температури у тропосфері на різних висотах (вертикальні профілі атмосфери) і смузи огляда 2240 км. Для цього HIRS містить автоматичний сканувальний спектрофотометр інфрачервоного діапазону, який використовує властивість вуглекислого газу змінювати положення і ширину лінії поглинання на довжинах хвиль порядку 14–15 мкм залежно від тиску. Цей самий прилад дозволяє оцінювати загальний вміст озону в стовпі атмосфери з поглинання теплового випромінювання від поверхні Землі й атмосфери на довжині хвилі 9,59 мкм.

Крім зазначеної апаратури на супутниках встановлені: прилад SSU для дослідження стратосфери; мікрохвильовий прилад MSU для визначення температурних профілів стратосфери; апаратура пошуку і порятунку за міжнародною програмою Коспас/SARSAT; система ARGOS для збирання метеорологічної та океанографічної інформації з автоматичних метеостанцій, морських буїв і повітряних куль.

Супутники серії "Ресурс-01" (Росія). Багатозональна космічна інформація високої і середньої роздільної здатності, що надходить з космічних апаратів (КА) "Ресурс-01", широко використовується у різних галузях народного господарства і службами Росії, країн СНД, а також в інтересах досліджень наук про Землю.

КА "Ресурс-01" запускаються на кругові сонячно-синхронні орбіти заввишки 600–650 км, нахилом 98°. Період обертання супутників – 97,4 хв, роздільна здатність на поверхні – 150–250 м.

На КА "Ресурс-01" N4 встановлений комплекс апаратури для вивчення природних ресурсів Землі, екологічного контролю, метеорологічного забезпечення, проведення геліо- та геофізичних спостережень, дослідження радіаційного балансу Землі. Орбіта КА "Ресурс-01" N4 – сонячно-синхронна. Місцевий середній сонячний час у підсупутниковій точці в середніх широтах на низхідній гілці (проліт у напрямку північ-південь) становить близько 10 год 15 хв, а на висхідній гілці (проліт у напрямку південь-північ) – близько 20 год 50 хв. Орієнтація КА тривісна, одна з осей направлена в наDIR, інша вісь – по вектору швидкості. Передача даних розміщеного на борту КА науково-інформаційного комплексу здійснюється по цифровій і аналоговій радіолінії.

Супутники LANDSAT (США). Перший супутник LANDSAT (США) був запущений 23 липня 1972 р. Висота орбіти супутників LANDSAT 1, 2, 3 становила 920 км, а LANDSAT 4, 5 – 705 км. Усі ці супутники вже не функціонують. Період обертання супутника LANDSAT-5 становив 98 хв. Над однією й тією самою точкою поверхні пролітав один раз у 16 днів приблизно о 9 год 45 хв за місцевим часом. Слід відзначити, що LANDSAT 5 є рекордсменом за часом активної експлуатації супутників, які досліджують Землю: він працював на орбіті 28 років – з 1984 р. до початку 2013 р. LANDSAT 6 – на орбіту не вийшов, 7 – функціонує. Після виключення LANDSAT 5 на початку 2013 р. цей супутник залишався єдиним діючим супутником програми LANDSAT. У травні 2003 стався збій модуля *Scan Line Corrector (SLC)*. З вересня 2003 р. і дотепер використовується в режимі без корекції ліній сканування, що зменшує кількість одержуваної інформації до 75% від початкової.

Основними приладами супутників серії LANDSAT є прилад MSS (Multi-Spectral Scanner) і TM (Thematic Mapper). MSS має спектральні канали 0,49–0,605 мкм (зелена ділянка спектра), 0,603–0,7 мкм (червона), 0,701–0,813 мкм (червона – ближня інфрачервона), 0,808–1,023 мкм (ближня інфрачервона), зона огляду 185 км. Сканування здійснюється за допомогою дзеркала діаметром 30 см з частотою коливання 13,62 Гц.

Прилад MSS на супутнику LANDSAT 1, 2, 3 був класичним сканером і працював наступним чином. Випромінювання, відбите від поверхні Землі, збиралося телескопічною системою і спрямовувалось на сканувальне дзеркало. Це дзеркало поверталось навколо деякої осі з періодом 3,3 мсек, забезпечуючи сканування місцевості в напрямку, перпендикулярному руху супутника, кут зору становив приблизно 12°. За висоти орбіти супутника 920 км такий кут зору забезпечував ширину смуги огляду 185 км. Відбите від сканувального дзеркала випромінювання потрапляло на систему фільтрів, яка забезпечувала поділ випромінювання на спектральні діапазони. Після цього випромінювання реєструвалося за допомогою системи детекторів. У приладі MSS було передбачено по 6 детекторів для кожного спектрального діапазону. Це дозволяло одночасно приймати розсіяне випромінювання від 6 смуг шириною близько 80 м кожна, забезпечуючи тим самим роздільну здатність на місцевості 80 м. Зареєстровані сигнали за допомогою системи телеметрії передавалися на Землю, де з них формувалися зображення для кожної із спектральних смуг. Кожне з таких зображень складалося приблизно із 7581600 елементів (пікселів).

11 лютого 2013 р. був виведений на орбіту супутник LANDSAT 8. Він отримує дані для програми, використовуючи два набори інструментів, Operational Land Imager (OLI) і Thermal InfraRed Sensor (TIRS). Перший набір отримує зображення в 9 діапазонах видимого світла та ближнього ІЧ, другий – у 2 діапазонах дальнього (теплого) ІЧ.

Супутники SPOT (Франція). SPOT (System Probatoire D'Observation de la Terre) – система супутникового спостереження за Землею, що дозволяє отримувати знімки високої роздільної здатності з космосу. Згідно з її програмою перший запуск штучного супутника Землі SPOT 1 був здійснений у 1986 р., його робота припинилась у 1990 р. Супутники SPOT 1, 2, 3, 4, 5 уже не працюють. Нині на орбіті функціонують супутники SPOT 6, виведений на орбіту у 2012, та SPOT 7, запущений у 2014 р. Супутники оснащені високоточним стереоскопічним детектором, що дозволяє отримувати стереознімок для топографічних цілей і побудови моделей рельєфу, і двома камерами високої роздільної здатності, що дозволяють отримувати чорно-білі зображення з роздільною здатністю 5 м, а в режимі стереозйомки – 2,5 м, і кольорові – з роздільною здатністю 10 м. Крім того, на Spot 5 була встановлена камера Vegetation 2, що дозволяє отримувати практично щодня знімки всієї поверхні Землі з роздільною здатністю 1 км.

На борту супутників SPOT розміщені багатоелементні сканувальні пристрої SPOT HRV (High Resolution Visible), які працюють в багатозональному (просторове розрізнення 20 м, спектральні діапазони 0,50–0,59, 0,61–0,68, 0,79–0,89 мкм) і панхроматичному (дозвіл 10 м) режимах. Супутник пролітає над однією й тією ж місцевістю кожні 26 днів, а смуга огляду приладу HRV становить 117 км, хоча спостереження підстилаючої поверхні може здійснюватися у смузі 950 км. Це досягається за допомогою поворотного дзеркала. Особливістю супутників SPOT є можливість отримувати стереозображення земної поверхні шляхом зйомки однієї і тієї ж ділянки на двох послідовних витках.

Супутники ERS (Європейське космічне агентство). Супутник ERS-1 був запущений у липні 1991 р., ERS-2 – у квітні 1995 р. Заввишки орбіта 798 км з нахилом 98° і періодом обертання 67–100 хв. До складу бортової апаратури включена радіолокаційна станція мікрохвильового зондування AMI (Active Microwave Instrument), яка забезпечує три режими роботи.

Режим побудови радіолокаційних зображень підстилаючої поверхні з використанням синтезованої апертури антени (AMI-SAR image mode) застосовується при спостереженні берегової зони, полярних льодів, при визначенні стану поверхні моря, виявленні особливостей геологічної будови земної поверхні, вивченні рослинного покриву. Сигнали, відбиті від поверхні Землі, можуть прийматися двома антенами, розташованими одна над іншою. По різниці фаз їх сигналів (інтерферометричний метод вимірювання) можна визначати висоту наземних об'єктів з точністю 10 м.

Режим вивчення морських хвиль з використанням синтезованої апертури антени (AMISAR wave mode) забезпечує визначення напрямку і довжини морських хвиль. Цей режим програмно включається кожні 200–300 км, дозволяючи одержувати зображення розміром 6,6 км, за якими можна оцінювати характеристики морських хвиль.

Режим трипроменевого скатерометра (AMI Scatterometer mode) призначений для визначення характеристик приповерхневих морських вітрів. У цьому режимі три передавальні антени формують три проме-

ні, що сканують в смузі шириною до 500 км, дозволяючи визначати напрямок і швидкість вітру.

До складу вимірювальної апаратури входить також радіолокаційний висотомір RA (Radar Altimeter) для визначення швидкості вітру, вимірювання характерної висоти хвиль, топографії морської поверхні, крижаного покриву і поверхні суші, побудови контурів крижаних масивів, а також виявлення кордонів морських льодів. Висотомір може працювати в режимі дослідження океану (Ocean Mode), забезпечуючи точність вимірювання швидкості хвиль 2 м/с і точність вимірювання висоти хвиль 0,5 м у межах плями розміром 1,6–2,0 км, точність визначення висоти підйому поверхні моря – 10 см.

Комплекс приладів ATSR (Along-Track Scanning Radiometer and Microwave Sounder) включає радіометр оптичного діапазону і двоканальний мікрохвильовий пристрій вертикального зондування. Радіометр призначений для спостереження поверхні моря та суші, вимірювання їхньої температури, температури верхньої хмарності й забезпечує прийом випромінювання у спектральних каналах 0,65, 0,85, 1,27, 1,6, 3,7, 11 і 12 мкм із просторовою роздільною здатністю 1 км у надирі.

Спектрометр GOME (Global Monitoring Experiment) використовується для побудови вертикальних профілів концентрації озону і малих газових компонентів (NO, BrO) в тропосфері і стратосфері, вимірювання потоків сонячного випромінювання, що відбивається поверхнею Землі й розсіюється атмосферою. Прилад працює в ультрафіолетовому діапазоні в спектральних каналах 0,24–0,295, 0,29–0,405, 0,4–0,605 і 0,59–0,79 мкм. Кожний канал містить ґрати детекторів із 1024 фотодіодів, температура яких підтримується в межах 39–41 °С термоелектричними охолоджувачами. Вертикальна роздільна здатність при визначенні концентрації озону становить 5 км.

Апаратура PRARE (Precise Range and Rate Equipment) забезпечує визначення параметрів орбіти супутника шляхом одночасної передачі двох радіосигналів з різною частотою на мережу спеціальних наземних станцій. Виміряна різниця часу приходу сигналів дозволяє виконати корекцію відносної дисперсії, яка обумовлена впливом іоносфери. Інформація про дальність до супутника і його радіальну швидкість передається назад на борт супутника й накопичується у спеціальному бортовому пристрої, а потім передається в пункт прийому інформації при прольоті над ним. Точність визначення дальності до супутника становить 4–8 см.

Для ефективного використання даних ДЗЗ у ГІС потрібно застосовувати сучасні методи обробки інформації із супутникових зображень. Процес інтерпретації та аналізу зображень ДЗЗ складається з ідентифікації та (або) вимірювання параметрів цілей спостереження. Цілями в ДЗЗ можуть бути будь-які об'єкти, видимі на знімку. Якщо дані ДЗЗ наведені в цифровому форматі, то аналітичні операції проводять, використовуючи комп'ютер. Цифрова обробка застосовується для розширення можливостей візуальної інтерпре-

тації, для автоматизованого розпізнавання об'єктів, виключаючи людське втручання.

Ручна інтерпретація та аналіз беруть початок з часів активного використання аерозйомки і практично не вимагає спеціалізованого обладнання. Для цифрової обробки, навпаки, необхідне дороге професійне устаткування. З іншого боку, візуальний аналіз можна проводити тільки над одношаровими зображеннями, тоді як комп'ютерна техніка здатна працювати з багатошаровими знімками.

Цифровий аналіз незамінний при одночасному аналізі безлічі спектральних смуг та обробці великих масивів даних, тому він є досить перспективним для вирішення військових задач. Ідентифікація об'єктів заснована на знаходженні візуальних відмінностей між об'єктами, таких як розходження в колірному тоні, формі, розмірі, текстурі, тіні, структурі, асоціації.

Результатом процедури обробки даних ДЗЗ є цифрова карта, координати об'єктів якої посилаються на дійсні координати об'єктів реального світу, які вони представляють [1, 4, 5].

Висновки і перспективи подальших напрямків дослідження. Використання ГІС і технологій у сфері ДЗЗ для вирішення військових задач дозволить:

1. Проводити оперативне оновлення баз геопросторових даних, цифрових та електронних карт, інших картографічних матеріалів за допомогою ГІС;
 2. Оптимізувати вирішення навігаційних задач;
 3. Здійснювати вивчення та ГІС-аналіз районів місцевості, які є недоступними для польового обстеження або аерозйомки (через складні погодні умови, недостатню видимість, неосвоеність території або неможливість підходу);
 4. Отримувати дані щодо противника, здійснювати моделювання та прогнозування можливих дій.
- Сучасна концепція ведення бойових дій обумовлює жорсткі вимоги до оперативності й живучості управління військами. Використання ГІС у сфері ДЗЗ дозволить вивести ці якості на новий рівень. Досвід провідних країн світу свідчить, що ефективність сучасних збройних сил значною мірою залежить від рівня насиченості на всіх рівнях управління комп'ютерами й засобами комунікацій, базами даних і електронними носіями інформації, а також уміння всіх військовослужбовців ефективно використовувати дані засоби.

Список використаних джерел:

1. ARCREVIEW. Современные геоинформационные технологии. – 2001. – № 2 (17). – 16 с.
2. Берлянт А. М. Картография: учебник для вузов / А. М. Берлянт. – М.: АспектПресс, 2001. – 336 с.
3. Терминал для обработки данных со спутника SPOT 6 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://club.cnews.ru/blogs/entry/terminal_dlya_obrabotki_dannyh_so_sputnika_spot_6_razrabatyvayut_v_its_skaneks.
4. ARCREVIEW. Современные геоинформационные технологии. – 2002. – № 3 (22). – 24 с.
5. Самардак А. С. Геоинформационные системы / А. С. Самардак. – Владивосток: ДВГУ, 2005. – 124 с.

Надійшла до редколегії 03.04.18

Н. Литвиненко, канд. техн. наук, ст. науч. сотруд.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ВОЕННЫХ ЗАДАЧ

Бурное развитие геоинформационных систем и средств дистанционного зондирования Земли, которое наблюдается в течение последних десятилетий, обуславливает необходимость взаимной интеграции этих направлений. Рассматривается вопрос интеграции геоинформационных систем и технологий в области дистанционного зондирования Земли для решения военных задач.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, геоинформационная система.

N. Lytvynenko, PhD in Technical Sciences, Senior Research Associate
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

**THE APPLYING OF GIS INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE SPHERE OF THE REMOTE SENSING
OF THE EARTH TO SOLVE MILITARY PROBLEMS**

The rapid development of geographic information systems and means of remote sensing, observed in recent decades, requires the mutual integration of these areas. This article focuses on the integration of geographic information systems and technologies in the field of remote sensing to solve military problems.

Keywords: remote sensing, geographic information system.