

ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ДОКУМЕНТИ. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

В. Глотов, В. Макаревич, І. Тревого

Національний університет "Львівська політехніка"

Ключові слова: дистанційне знімання, цифрове зображення, електронна карта, оптико-електронна карта.

Постановка проблеми

Досвід військових конфліктів останніх років свідчить, що актуальними джерелами даних про місцевість є не тільки аерокосмічні знімки (переважно вже зроблені цифровими знімальними камерами), але й інші матеріали дистанційного знімання.

Зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями

Застосування матеріалів повітряного та космічного знімання під час військових конфліктів значно зменшує час та покращує якість вивчення місцевості командирами всіх ланок, надає можливість доведення до військ актуальних даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

У роботах різних авторів простежуються два термінологічні напрями стосовно назв даних, отриманих дистанційним зніманням.

1-й напрям. Автори, що працюють з готовими графічними файлами різних форматів, застосовують назви: графічне зображення, 2D зображення, зображення [1].

2-й напрям. Автори, що працюють з даними наземного, повітряного та космічного знімання, вживають назви: матеріали фотографічного та фотоелектронного знімання [2], піксельні знімки на екрані комп'ютера [3], знімки, що отримані нефотографічною апаратурою, нефотографічні зображення [4] тощо.

Невирішені частини загальної проблеми.

Такі термінологічні розбіжності не дають змогу побудувати чітку класифікацію даних, отриманих дистанційними методами, не зовсім повно характеризують суть сучасних процесів одержання даних про місцевість.

Постановка завдання

Враховуючи реалії сьогодення, доцільно вести мову про дистанційне знімання (дистан-

ційне зондування). Необхідно виконати класифікацію даних дистанційного знімання залежно від видів знімання, приладів для дистанційного знімання та фізичних процесів отримання зображень, надати сучасні терміни та визначення конкретних даних дистанційного знімання та документів, що розробляються на їх основі.

Виклад основного матеріалу дослідження

Класифікація даних дистанційного знімання. Отже, *дистанційне знімання (ДЗ)* – це процес отримання інформації про поверхню Землі (й інших космічних тіл), об'єкти, розташовані на ній або в її надрах, неконтактними методами за допомогою приладів для дистанційного знімання. ДЗ виконують з поверхні суші або моря, з повітря або з космосу в різних зонах електромагнітного спектра. Знімання може бути пасивним, коли фіксується власне або відбите сонячне випромінювання, і активним, коли об'єкти, що знімаються, опромінюються, наприклад, радіохвилями. Залежно від фіксованого діапазону електромагнітного випромінювання розрізняють такі види ДЗ: в ультрафіолетовому, видимому, ближньому, середньому і далекому або тепловому інфрачервоному, діапазонах, у мікрохвильовому радіодіапазоні. У разі одночасного використання декількох діапазонів говорять про багатозональне, або багатоспектральне, знімання, а за великої кількості використовуваних діапазонів (20 і більше) – про гіперспектральне знімання. За видом застосовуваної знімальної апаратури розрізняють *фотографічне* – фотознімання, телевізійне, фототелевізійне, *цифрове* – цифрове знімання, сканерне, радіолокаційне, з допомогою сонара, лазерне, лідарне знімання (рис. 1)

Прилади для дистанційного знімання – це прилади для реєстрації власного та (або) відбитого від об'єкта електромагнітного випромінювання з подальшим перетворенням сигналів в аналогову або цифрову форму: камери, давачі, або сенсори. Розрізняють фотокамери, цифрові камери, радары, сканувальні пристрої (сканери).

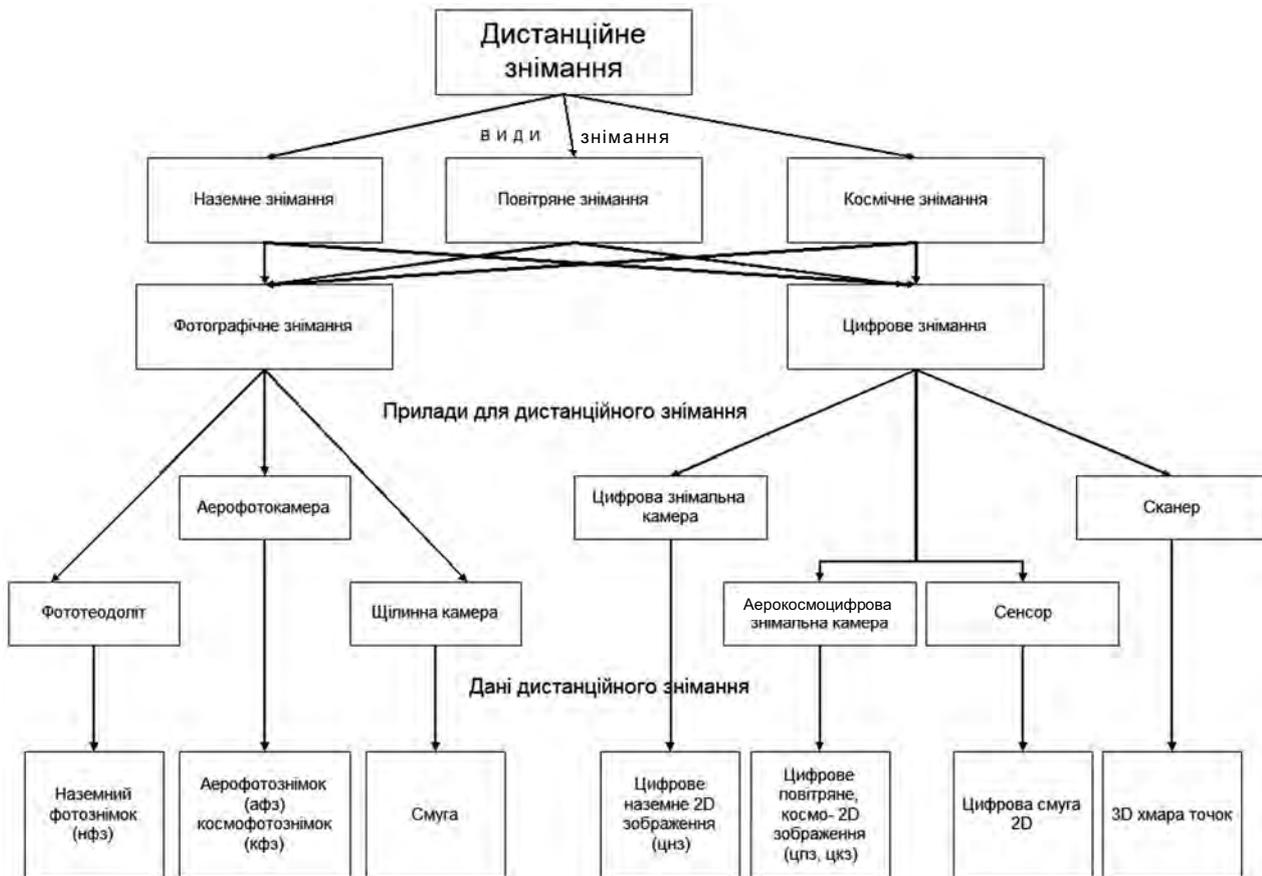


Рис. 1. Основні види, прилади та дані дистанційного знімання

Дані дистанційного знімання (ДДЗ) – це дані про поверхню Землі, об’єкти, розташовані на ній або в її надрах, отримані в процесі знімання будь-якими неконтактними, тобто дистанційними методами. За усталеною традицією до ДДЗ зараховують дані, отримані за допомогою знімальної апаратури наземного, повітряного або космічного базування, що дає змогу одержувати зображення в одному або декількох секторах електромагнітного спектра. Характеристики такого зображення залежать від багатьох природних умов і технічних факторів. До природних умов належать сезон знімання, освітленість поверхні, що знімається, стан атмосфери тощо. До основних технічних факторів – тип платформи, на якій встановлено знімальну апаратуру; тип сенсора; метод управління процесом знімання; орієнтація оптичної осі знімального апарата; метод отримання зображення. Головні характеристики ДДЗ визначаються кількістю і градаціями спектральних діапазонів; геометричними особливостями одержуваного зображення (вид проєкції, розподіл спотворень), його роздільною здатністю.

Для підготовки та ведення бойових дій переважно користуються топографічними кар-

тами різних масштабів, які дають наочне і точне зображення об’єктів місцевості і достатньо повну їх характеристику. Але під час користування картою необхідно враховувати, що на ній зображені не всі деталі місцевості та, безумовно, є зміни внаслідок часу. Наприклад, не показані сезонні зміни, руйнування місцевих об’єктів внаслідок бойових дій тощо. Ці дані про місцевість уточнюють за допомогою додаткових джерел.

Періодичне дистанційне знімання місцевості, зайнятої супротивником, дає змогу відстежувати всі зміни, які відбуваються у його розміщенні. Під час знімання місцевості, на якій проходять бойові дії військ, отримують зображення, на яких можна розпізнати місця розташування військ та бойової техніки, траншей, ровів, інші відомості про супротивника.

Перевага ДЗ ще й у тому, що воно надає можливість вивчати камеральним способом (у штабних умовах) місцевість, зайняту супротивником, його розташування на значну глибину. Це дуже полегшує командирам і штабам усіх ступенів прийняття рішення перед початком та у ході бою.

Найпоширенішим сучасним способом отримання додаткової інформації про місцевість є цифрове наземне, повітряне та космічне знімання, за результатами якого здійснюють:

- 1) *розвідку супротивника* (виявлення угруповань і пересування військ, вогневих засобів, оборонних споруд, бойової техніки);
- 2) *розвідку місцевості*, особливо її змін у районах бойових дій;
- 3) *оперативне виправлення* топографічних карт та інших графічних документів;
- 4) *спостереження за діями своїх військ* (контроль результатів ураження цілей авіацією, артилерією, перевірка якості маскуванню своїх військ);
- 5) *топогеодезичну підготовку позицій і визначення координат цілей*;
- 6) *орієнтування на місцевості*, організацію навігації наземних рухомих об'єктів, виявлення перешкод і шляхів їх об'їзду.

У технологіях сучасного ДЗ місцевості *лазерні системи* успішно конкурують із цифровим зніманням. Це пояснюється тим, що сканування за допомогою цих систем можна виконувати у будь-який період року: незалежно від вегетації рослин та від хмарності. Лазерні станції огляду земної поверхні є оптико-електронними системами, робота яких базується на підсвічу-

ванні місцевості променем лазера і використанні його для формування зображення.

Інфрачервоні станції розвідки є оптико-електронними системами, що перетворюють невидимі інфрачервоні (теплові) випромінювання місцевості на електричні сигнали. Інформація на виході системи може бути подана у вигляді оптичного зображення, а також в табличній, цифровій і текстовій формі. Ця інформація може видаватися на екран для безпосереднього дешифрування або записуватися на інші сучасні носії інформації [9].

Телевізійні (ТВ) системи повітряної розвідки – це сукупність оптичних, електронних і радіотехнічних пристроїв, що слугують для огляду місцевості і розташованих на ній об'єктів і передавання зображень на землю. У систему входить передавальна і приймальна станції, що об'єднані ширококутовим радіоканалом передачі зображення.

Тепер у військах здебільшого застосовуються *цифрові повітряні (космічні) зображення (цпз, цкз)* (рис. 2) – зображення, подані в цифровому вигляді як растрові файли, що отримуються або безпосередньо по радіоканалах з повітряних чи космічних (літальних) апаратів для дистанційного знімання, або циф-

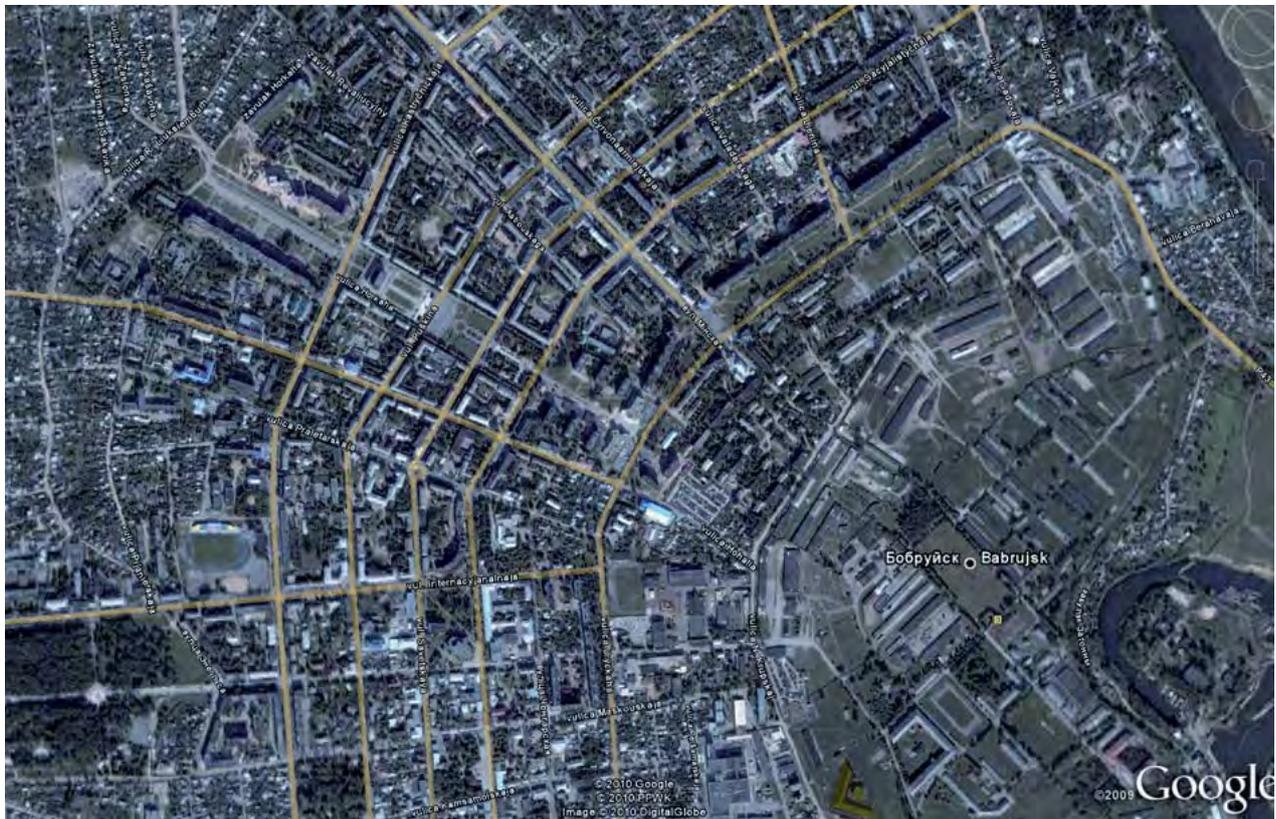


Рис. 2. Фрагмент цифрового космічного зображення, зробленого зі супутника Quick Bird

руванням аналогових зображень за допомогою сканера, теле- або відеокамери. Залежно від типу джерела даних та програмних засобів автоматичного дешифрування, для подання *цпз*, *цкз* використовують різні формати графічних даних, спеціальні формати “плоского” растра, спеціалізовані формати з використанням “пірамідних шарів”. У геометричному аспекті космічні зображення істотно відрізняються від повітряних зображень. Вони мають великі спотворення за рахунок сферичності Землі, труднощі витримання вертикального напрямку оптичної осі знімальної камери, зміни висоти польоту, рефракції атмосфери тощо. Водночас

спотворення за рахунок рельєфу на *цкз* практично відсутні.

Поняття про документи, створені на основі даних ДЗ. Командири підрозділів у військах, як правило, отримують дані ДЗ у вигляді готових документів, що поділяються за видом знімання на *фотодокументи* та *оптико-електронні документи*.

Фотодокументи – це дані наземного, повітряного, космічного фотографічного знімання, належно опрацьовані та оформлені. Поділяються на фотопанорами, окремі аеро- та космофотознімки з координатною сіткою, фото-схеми, фотоплани, фотокарти.

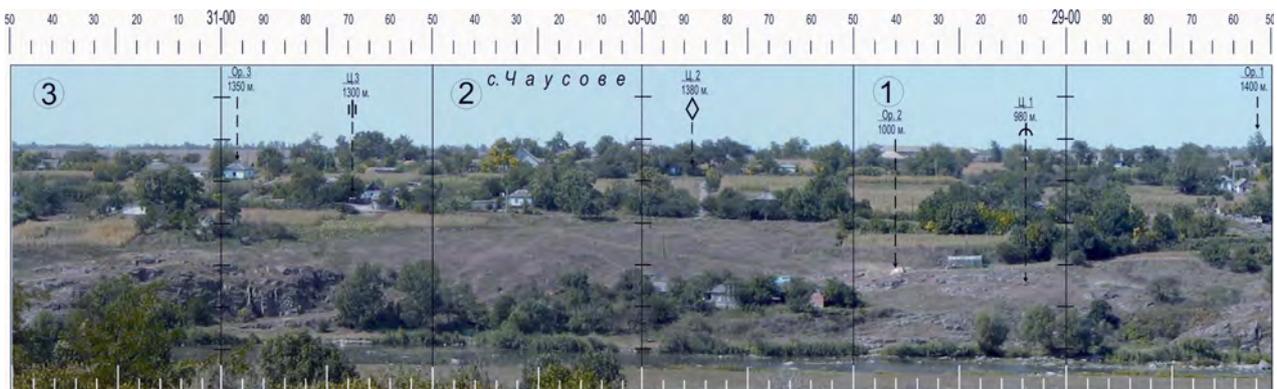


Рис. 3. Фрагмент фотопанорами

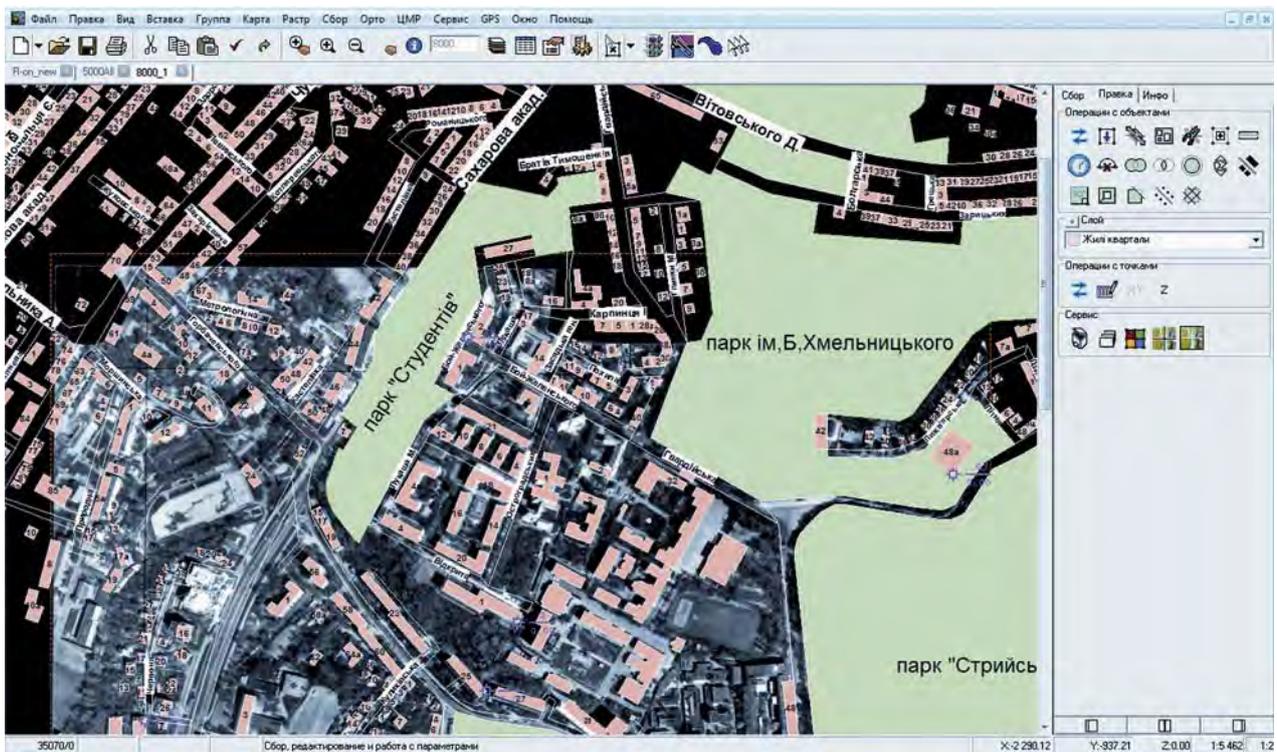


Рис. 4. Фрагмент оптико-електронної карти

Фотопанорама – документ, складений з декількох фотознімків, отриманих з одного пункту і змонтованих в один ряд. Залежно від ширини сектора спостереження фотопанорама може складатися з одного знімка або з декількох послідовно змонтованих знімків. Для здійснення цілевказання та орієнтування на фотопанорамі є кутомірні шкали. Багатоярусною фотопанорамою називають документ, складений зі знімків великого масштабу, послідовно змонтованих в ряди та яруси.

Аеро- або космофотознімок із координатною сіткою – це трансформований або контактний відбиток аеро- чи космофотознімка, на який нанесено прямокутну координатну сітку в системі координат, прийнятій для топографічних карт. Призначений для топогеодезичної прив'язки елементів бойових порядків військ, визначення координат стартових і вогневих позицій ракетних військ і артилерії, цілей і об'єктів.

Фотосхема – це фотозображення місцевості, що змонтоване з окремих планових нетрансформованих аеро- або космофотознімків та призначене для вивчення й оцінювання місцевості, оперативного доведення інформації до штабів і військ.

На фотосхемі підписують назви населених пунктів, рік, інших місцевих предметів, показують виявлені на місцевості цілі, а координатна сітка використовується тільки для цілевказівок.

Фотосхеми виготовляють, як правило, в масштабі повітряного знімання та використовують, переважно у штабах як розвідувальний документ.

Фотоплан – це фотозображення місцевості, що змонтоване з планових трансформованих аеро- чи космофотознімків у межах відповідного аркуша топографічної карти масштабу 1:25 000 – 1: 100 000, має однакову з картою координатну сітку і таке саме зарамкове оформлення. Призначений для визначення координат елементів бойового порядку і цілей у окремих районах, не забезпечених топографічними картами, для оперативного виправлення топографічних карт, як основа для виготовлення фотокарт, а також для виконання інших завдань. На фотоплані можна здійснювати вимірювання так само, як і на топографічній карті. За точністю фотоплан відповідає топографічній карті того самого масштабу.

Фотокарта – це репродукція фотоплану, в яку вдруковані елементи змісту аркуша відповідної топографічної карти. Призначена для тих самих цілей, що і топографічна карта.

Створюються, за наявності часу, в масштабі 1: 25 000 або 1: 50 000 на окремі, найважливіші райони, що не забезпечені топографічними картами цих масштабів, а також на райони, де орієнтування на місцевості та навігація наземних рухомих об'єктів ускладнені.

Аеро- та космофотознімки і фотодокументи виготовляють на окремі ділянки і рубежі, не забезпечені доброякісною великомасштабною картою, чи на райони, істотно змінені під час бою. Вони призначені передусім для вивчення важливих об'єктів і районів – ділянок висадки десанту, великих водних перешкод, вузлів комунікацій, орієнтування на місцевості і прив'язки бойових порядків.

Аеро- та космофотознімки надходять у частини в дешифрованому вигляді, тобто на них умовними знаками показані виявлені об'єкти супротивника. Місцеві предмети на знімках не викреслюють, а тільки підписують назви деяких із них. Тому кожний командир повинен уміти читати зображення топографічних об'єктів на знімках місцевості і готувати їх до роботи.

До розвідувальних документів повітряного фотографування належать розвідувальні донесення, аеро- та космофотознімки і фотосхеми з віддешифрованими об'єктами супротивника, розвідсхеми.

Оптико-електронні документи – це зображення на екрані монітора або репродукції ділянок місцевості, отримані за допомогою цифрового або лазерного знімання місцевості, доповнені топографічними, картографічними та розвідувальними даними й оформлені у відповідних умовних знаках (рис. 2).

Застосування у військах *цпз, цкз* відрізняється тим, що основою створення документів з їх залученням є електронна карта. Дані ДЗ місцевості використовуються як один з растрових шарів інформації. Звичайно, під час імпортування цифрового повітряного або космічного зображення в карту воно трансформується за відповідним алгоритмом програмного забезпечення і приводиться до системи координат і масштабу електронної карти. Необхідно додати, що основні програми з опрацювання баз даних електронних карт не тільки використовують поодинокі *цпз, цкз* як підкладину, але й дають змогу монтувати групи зображень як автоматично, так і в інтерактивному режимі, вирівнювати контрастність та насиченість зображень. Тому надалі вестимо мову про **оптико-електронну карту** – спеціальну електронну карту або її репродукцію, одним з растрових шарів якої слугують трансформовані поодинокі або змонтовані групи *цпз, цкз*.

Основним видом оптико-електронних документів для військових користувачів є оптико-електронна карта. Перевагою такої карти над традиційною фотокартою є можливість відобразити всю топографічну інформацію на фоні зображення місцевості або тимчасово приховати засобами програмного забезпечення інформацію, що не потрібна у цей час та заважає вивченню ділянки місцевості. На рис. 4 зображено фрагмент оптико-електронної карти. Деякі шари змісту топографічної карти тимчасово приховано для зручності нанесення контурів об'єктів, орієнтирів, цілей.

Перелік документів, створених на основі даних дистанційного знімання, що застосовуються у військах як джерела даних про місцевість, наведено в таблиці.

Перелік документів, створених на основі даних дистанційного знімання

Фотодокументи		Оптико-електронні документи	
№ з/п	Назва документа	№ з/п	Назва документа
1	Фотопанорама	1	Оптико-електронний документ
2	Аеро- або космофото-знімок з координатною сіткою	2	Оптико-електронна карта
3	Фотосхема		
4	Фотоплан		
5	Фотокарта		

Висновки

1. Під час створення навчальної, навчально-методичної літератури необхідно застосовувати сучасні терміни, які повно й однозначно характеризують документи, що використовуються командами, штабами у ході організації та ведення бойових дій.

2. Необхідне внесення змін до чинних термінологічних стандартів або навіть створення нових, які б відображали сучасну термінологічну систему дистанційного знімання, даних дистанційного знімання та документів, створених на підставі цих даних.

Література

1. Абламейко С.В., Лагуновский Д.М. Обработка изображений: технология, методы, применение: Учеб. пособие. – Мн.: Амалфея, 2000. – 304 с.

2. Берлянт А.М. Карта – второй язык географии: (Очерки о картографии). Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1985. – 192 с.

3. Картоведение: Учебник для вузов / А. М. Берлянт, А.В. Востокова, В.И. Кравцова и др.; Под ред. А.М. Берлянта – М.: Аспект Пресс, 2003. – 477 с.

4. Билич Ю.С., Васмут А.С. Проектирование и составление карт: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1984. – 364 с.

5. Берлянт А.М. Картография: Учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 336 с.

6. Геоинформатика / А.Д. Иванников, В.П. Кулагин, А.Н. Тихонов, В.Я. Цветков. – М.: МАКС Пресс. 2001. – 349 с.

7. Берлянт А.М. Виртуальные геоизображения. – М.: Научный мир, 2001. – 56 с.

8. Современные методы географических исследований: Кн. для учителя / К.Н. Дьяконов, Н.С. Касимов, В.С. Тикунов. – М.: Просвещение; АО “Учеб. лит”, 1996. – 207 с.

9. Аэрокосмические методы географических исследований / В.М. Сердюков, Г.А. Патыченко, Д.А. Синельников. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 223 с.

Оптико-електронні документи.

Терміни та визначення

В. Глотов, В. Макаревич, І. Тревого

Здійснено класифікацію даних дистанційного знімання. Надано сучасні терміни та визначення конкретних даних дистанційного знімання та документів, що розробляються на їх основі. Зроблено висновки.

Оптико-электронные документы.

Термины и определения

В. Глотов, В. Макаревич, И. Тревого

Выполнена классификация данных дистанционной съемки. Представлены современные термины и определения конкретных данных дистанционной съемки и документов, разрабатываемых на их основе. Сделаны выводы.

Optical-electronic documents.

Terms and definitions

V. Glotov, V. Makarevich, I. Trevoho

The classification of remote location, depending on the type of location, devices for wireless remote shooting and physical processes to obtain images. Presents modern terminology and definitions of specific data for remote shooting and instruments developed on their basis. Conclusions.