

## ХАРАКТЕРИСТИКА РЕПЕРІВ, ЯК ОБ'ЄКТІВ ПОШУКУ ТА ВИЯВЛЕННЯ

І.М. Бутко

(подав д.т.н., проф. Д.В. Голкін)

*Узагальнені питання використання реперних об'єктів в процесі дешифрування знімків місцевості. Визначено вимоги до реперних об'єктів, як об'єктів пошуку та виявлення.*

**1. Загальна характеристика реперних об'єктів.** Під дешифруванням розуміють процес пошуку, виявлення та визначення координат та кількісних і якісних характеристик різних об'єктів. Воно включає дешифрування топографічних елементів місцевості та об'єктів. Визначення координат об'єктів здійснюється шляхом географічної прив'язки знімку.

Прив'язка знімків, отриманих з космічного апарата – це встановлення відповідності країв заснятих ділянок місцевості до відповідних країв еталонних топографічних карт. Існує декілька методів географічної прив'язки, але всі вони здійснюються за єдиним алгоритмом. На першому етапі проводиться так звана "груба прив'язка", основною метою якої є приблизне визначення географічних координат центру знімку за балістичними даними. Грубу географічну прив'язку можна провести використовуючи результати розрахунків підсупутникових точок на момент зйомки.

На другому етапі проводиться географічна прив'язка країв знімку до еталонних географічних карт. При цьому, для більш точної прив'язки, використовуються реперні точки (об'єкти). Реперними об'єктами називаються вихідні об'єкти, відносно яких визначається географічне положення решти об'єктів космічного знімка [1]. До реперних об'єктів, як об'єктів пошуку та виявлення, висуваються такі вимоги: компактність (з урахуванням масштабу знімка); контрастність; точність визначення координат реперних об'єктів має бути на порядок вищою, ніж точність координат решти об'єктів.

Існує ряд класифікацій реперних об'єктів. З досвіду практичної роботи можна запропонувати наступні [2].

1. Основа класифікації – об'єкти, зображення яких використовуються в якості реперних:

– *гідрографічні*: вигини рік, каналів; злиття (розгалуження) рік, перетинання каналів; характерні точки берегів озер, стариць; виступи островів, півостровів;

- *орографічні*: виступи (вигини) скель, осипів; окремі вершини гір;
- *соціально-економічні або антропогенні*: перехрестя, повороти, вигини залізничних і шосейних доріг; гідротехнічні спорудження; обрису сільськогосподарських угідь;
- *геоботанічні природні*: границі і характерні вигини лісових і чагарникових масивів.

2. За ступенем розпізнавання реперних об'єктів на картах можливо класифікувати наступним чином:

- *чітке*: об'єкти, що мають точечний характер, відмінно ототожнюються по карті за прямими ознаками;
- *гарне*: об'єкти, що мають точечний характер, добре ототожнюються по карті за прямими та непрямыми ознаками;
- *задовільне*: об'єкти, що мають лінійну довжину, порівняно надійно ототожнюються по карті за прямими та непрямыми ознаками;
- *невпевнене*: об'єкти ототожнюються по карті непевно, в основному за непрямыми ознаками.

Реперні об'єкти в залежності від їхніх розмірів і конфігурації діляться на *масштабні* (ліс, болота та ін.), *лінійні* (дороги, ріки і т.д.) і *компактні* (окремі будівлі, джерела води, вогневі позиції і т.д.) [1]. До основних характеристик реперних об'єктів відносяться їхні характерні ознаки, що допомагають з високим ступенем імовірності ідентифікувати реперний об'єкт.

Поряд із топографічними картами для вибору реперних об'єктів доцільно використовувати також геологічні карти. На них можуть бути показані древні русла рік, які добре видно на космічних знімках і зовсім не відображаються на топографічних картах. Істотно розширити число реперних об'єктів можуть не тільки геологічні, але й інші спеціальні карти (лісо- і землевпорядні, сільськогосподарські і т.д.). Залучення цих карт дає найбільший ефект при обробці космічних знімків на райони з бідною гідрографічною мережею, великими розораними площами, а також вкритими великою площею лісів.

**2. Демаскуючі ознаки реперних об'єктів.** Відмінні ознаки, що дозволяють розпізнавати на знімках об'єкти, що зображені на них, називаються демаскуючими. Вони можуть бути прямими й непрямыми. До прямих ознак належать: форма, розмір, тон; а до непрямих – взаємне розташування об'єктів.

**Форма зображення** – найбільш важлива демаскуюча ознака. На планових знімках зображення об'єктів відповідає їхньому вигляду зверху і схоже з їхніми обрисами на плані. За формою зображення розпізнається більшість масштабних і лінійних об'єктів, а на знімках із високою роздільною здатністю – і більшість компактних об'єктів.

**Розмір зображення** залежить від масштабу знімку й розміру об'єктів. Шляхом порівняння вимірних на знімку розмірів об'єктів з їхніми фактичними розмірами можна, наприклад, відрізнити фунтову дорогу від шосе, канаву від каналу і т.д.

**Тон зображення**, ступінь почорніння світлочутливого шару на знімку, залежить від освітленості об'єкта і відбивної здатності його поверхні, від світлочутливості фотоматеріалів, що використовуються при зйомці, а також від пори року і часу доби, коли здійснюється зйомка. Чим краще об'єкт відбиває світлові промені, тим рівніша його поверхня і чим краще вона освітлена, тим світліше тон зображення. Наприклад, водяна поверхня відбиває тільки 5 % падаючих променів, із-за чого вона виділяється на знімку серед інших об'єктів своїм більш темним тоном. Добре накатана дорога має на знімку світлий тон, а пооране поле того ж кольору – більш темний тон.

Усе різноманіття кольорів об'єктів, зображених на знімку, передається тонами сірого кольору різної щільності, що дозволяє виявляти об'єкти і розрізняти їх.

Знімки, зроблені в літню пору року більш різнотонні, аніж зимові. У зв'язку з цим за знімками, що зроблені в літню пору року, можна розкрити більше деталей місцевості, аніж за зимовими.

**Взаємне розташування об'єктів.** Сутність цієї ознаки полягає у тому, що всі тактичні об'єкти (оборонні споруди, загорожі, вогневі позиції і т.п.) розташовуються на місцевості у відповідному порядку між собою і з топографічними елементами. Тому наявність одних об'єктів обумовлює можливість присутності інших, а також більш-менш визначає їхнє розміщення в залежності від умов місцевості.

Ця ознака має особливо важливе значення в тому випадку, коли інші ознаки виражені недостатньо чітко. Щоб при цьому краще використовувати як демаскуючі ознаки різні топографічні елементи, і характерні риси місцевості, що обумовлюють розміщення на ній інших об'єктів, треба результати дешифрування в процесі його виконання відразу ж переносити зі знімку на карту ділянки знятої місцевості. Карта дозволяє краще з'ясувати загальну систему розташування об'єктів противника з урахуванням умов місцевості.

При дешифруванні необхідно враховувати всі ознаки в сукупності. Значення непрямих ознак особливо зростає при виявленні замаскованих об'єктів. Однак обмежуватися при дешифруванні тільки цими ознаками не можна. Знайшовши непряму ознаку будь-якого об'єкта, необхідно обов'язково упевнитися в правильності дешифрування, використовуючи для цього прями ознаки.

**3. Характеристика реперних об'єктів, як елементів місцевості.** До реперних об'єктів належать окремі елементи місцевості, географічні координати яких заздалегідь відомі з заданою точністю. В залежності від масштабу знімка вони можуть бути частиною масштабного (окремі вершини гірської місцевості, окремі об'єкти населених пунктів і т.д.) або лінійного об'єкта (станції на залізничній колії, вододіл рік і т.д.).

Рельєф на знімках розпізнається головним чином завдяки різній освітленості схилів, тобто в основному по тінях. Затінення схилів, як-

равість його вираження залежить від різкості форм рельєфу.

При розгляданні знімків гірського району неозброєним оком можна легко розпізнати не тільки долини, хребти, лощини, окремі вершини, але навіть дрібні вимоїни. Досить добре читається на знімках також ярово-балковий чи горбкуватий рельєф. Однак слабовиражені форми рельєфу, як, наприклад, плоскі вододільні ділянки, пологі схили, широкі долини, на знімках при розгляданні їх неозброєним оком розпізнати неможливо.

Найкращі результати під час пошуку рельєфних реперних об'єктів дає стереоскопічне розглядання знімків. Воно дозволяє детально вивчити рельєф і безпомилково розпізнати всі його форми. Модель місцевості, що спостерігається під стереоскопом, різномасштабна, її горизонтальний масштаб у декілька разів менший, ніж вертикальний. Тому під стереоскопом усі форми рельєфу виглядають у перебільшеному вигляді, ніби витягнутими по висоті, тобто висота пагорбів, а також глибина ярів здаються більшими, ніж насправді.

Місця переходу від темного тону до світлого чи навпаки відповідають на місцевості лініям вододілів чи водозливів. Якщо цей перехід різкий, то вододіл (водозлив) має на місцевості чітко виражену форму, а якщо поступовий, то водозлив широкий, округлої форми.

Ріки, струмки, озера й інші водойми легко дешифруються по однотонному зображенню поверхні води і різко окресленим береговим лініям. Не мають чітко виражених країв озера на болотах. Штучні водойми (водоймища, ставки) розпізнаються за наявністю греблі (дамби), що зображується у вигляді вузької рівної смужки. Для каналів і каналізованих рік характерна однакова ширина русла, його прямолінійність, плавність вигинів, тіні від стінок каналу, наявність шлюзів та інших гідротехнічних споруджень. Мости на ріках зображуються у вигляді перемичок, до яких підходять дороги. На наявність броду вказують дороги або стежки, що підходять по обидва боки до ріки, а також мілізна, що добре виділяються на тлі ріки своїм більш світлим тоном. Ліс легко розпізнається по чіткому контурі узлісь і тінях від дерев, а також по характерній зернистості зображення, що створюється освітленими кронами і темними проміжками між ними. Зображення ділянки вирубаного лісу різко виділяється на тлі невирубаного; вирубана ділянка має більш світлий тон, видні рідкі дерева і їхні тіні. Так само розрізняються просіки. Зображення чагарнику і лісової порослі на відміну від зображення лісу має дрібну зернистість. Болота в залежності від зволоженості можуть мати сірий чи темно-сірий тон; чим світліше зображення болота, тим воно сухіше і більш прохідне. Якщо на знімку помітні стежки і дерева, то болото прохідне. Якщо ж видні чорні смуги з різкими краями, то це болото непрохідне. На знімках, що зроблені взимку, болота розрізнити важко.

Грунтові дороги відрізняються звивистістю, нерівномірною шириною полотна, відсутністю бічних канав, наявністю об'їздів (розгалужених ділянок полотна). Ширина ґрунтових доріг зазвичай 4 – 5 м. Тон їх

нього фотозображення залежить від накатаності полотна. Автостради і шосейні дороги мають ознаки: чіткі контури полотна, значні по довжині прямолінійні ділянки і плавні, заокруглення, кювети і канави по сторонах, що зображуються у вигляді темних смужок, лінії зв'язку та посадки уздовж дороги. Відрізнити шосе від автостради можна по ширині полотна: у шосе вона не перевищує 6 – 8 м (від канави до канави). Для автострад характерна наявність шляхопроводів і обладнаних з'їздів з однієї дороги і в'їздів на інші дороги в місцях їхнього перетинання.

Для залізниць характерні: прямолінійність, плавні, з великим радіусом, заокруглення; наявність уздовж полотна широких смуг відчуження і різних споруд (вокзалів, платформ, поворотних кіл, будок і т.п.); перетини з автомобільними дорогами під прямим кутом; тон зображення залізниць сірий чи ясно-сірий, темніший, аніж у шосейних доріг. Число колій визначають по ширині залізничного полотна: в одноколінійній залізниці ширина полотна складає приблизно 5 м, у двоколінійній – 10 м, у трьохколінійній – 15 м. Вузькоколіїні залізниці зазвичай примикають до доріг нормальної колії і ведуть до складів, заводів, лісо- і торфорозробок, кар'єрів і т.д. На знімках вони виглядають вужчими, порівняно зі звичайним залізничним полотном, мають більш різкі заокруглення. Тунелі визначаються за розривами дорожнього полотна і по тіні біля входу до них.

Населені пункти легко розпізнаються за характерною структурою системи вулиць і площ. Характер планування і забудови населених пунктів, наявність у них парків, стадіонів, промислових підприємств, аеродромів і т.д. легко виявляється на знімках, що дозволяє легко відрізнити місто від селища. Для останніх характерне зображення малих за розмірами і однотипних за обрисом будівель і присадибних ділянок, що примикають до них. Промислові підприємства ідентифікуються по великих будинках виробничих корпусів, іноді з характерним заскленним дахом, по складах сировини і готової продукції, по високих трубах, естакадах, а також по під'їзних коліях. Казарми і військові містечка зазвичай мають геометрично правильно розташовані однотипні будинки, плаці, спортивні містечка, гаражі, парки для військової техніки і характерну систему упоряджених доріжок усередині містечка.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гонин Г.Б. *Космическая фотосъемка для изучения природных ресурсов*. – Л.: Недра, 1980. – 356 с.
2. Карпович И.П. *Военное дешифрирование аэроснимков*. – М.: ВИ, 1990. – 584 с.

Надійшла 3.12.2002

**БУТКО Ігор Миколайович**, закінчив ВІКІ ім. Можайського у 1990 році, ХВУ – у 2002 році. Область наукових інтересів – пошук та виявлення реперних об'єктів на зо-

*браженнях.*

---