

## PRELUCRAREA IMAGINILOR SATELITARE ÎN ARCVIEW

Valentin Răileanu \*

Imaginile satelitare au devenit, în ultimul timp, principala sursă de actualizare a informației geografice. În cadrul proiectului „Procurarea imaginilor aerocosmice pentru partea de centru a Republicii Moldova și prelucrarea lor în scopul evidențierii și evaluării situațiilor geoeologice” au fost achiziționate trei imagini satelitare Spot 2 ale teritoriului Republicii Moldova pentru perioada de vegetație a anilor 1992, 1996 și 2002.

Programul Spot a fost lansat în anul 1986 de către Franța pentru achiziționarea imaginilor suprafeței terestre de pe întregul glob. În prezent mai funcționează sateliții Spot 2, 3, 4 și 5. Aceste aparate cosmice sunt plasate pe orbite polare circulare la altitudinea de 822 km, sincronizate cu Soarele, cu perioada de revoluție 101 minute. Ele îndeplinesc un ciclu complet în 26 zile, revenind la același loc al suprafeței terestre. În 24 ore sunt efectuate 14 și 5/26 rotații cu o deplasare spre vest la fiecare rotație succesivă cu 2823 km. Pe parcursul unui ciclu complet sunt efectuate 369 rotații.

Elaborarea instrumentelor de achiziționare a imaginilor a fost efectuată de către Centrul Național de Studii Spațiale (CNES) din Franța, în colaborare cu Belgia și Suedia. Programul Spot este administrat de CNES și Spot Image. CNES este responsabil de controlul orbitelor și recepționarea datelor la stația din Toulouse (Franța). Spot Image este responsabil de planul de activitate zilnic, de procesarea telemetrică a imaginilor, de completarea catalogului „Sirius”, de producerea și dezvoltarea produselor, de exploatarea comercială a produselor. În prezent, catalogul „Sirius” conține 10 milioane de imagini, dintre care 6 milioane sunt disponibile pentru utilizatori.

În tabelul 1 sunt prezentate caracteristicile tehnice ale instrumentelor instalate la bordul satelitului Spot 2.

Tabelul 1. Parametrii instrumentelor Spot 2 de achiziționare a imaginilor

Instru- mentul	Diapazonul spectral				Acoperirea imaginii	Poziționare absolută	Diapazonul dinamic	Unghiul de incidență
	Pancromatic	B1	B2	B3				
2 HRVs	0.50 - 0.73 $\mu\text{m}$	0.50 - 0.59 $\mu\text{m}$	0.61 - 0.68 $\mu\text{m}$	0.78 - 0.89 $\mu\text{m}$	60 km x 60 - 80 km	< 350m	8 biți	$\pm 31.06$

Pentru utilizatori, Spot Image furnizează diferite produse și efectuează, după necesitate, diferite nivele de preprocesare ale datelor inițiale cu scopul de a facilita folosirea acestor produse. Imaginile achiziționate au fost procesate la nivelul 2A, prin care se efectuează normalizarea semnalului CCD pentru a compensa variațiile radiometrice ale sensibilității detectorului, corecția geometrică pentru compensarea efectelor sistematice, inclusiv distorsiunea panoramică, rotația și curbatura Pământului, variația altitudinii orbitale a satelitului și corecții geometrice pentru a corespunde cu proiecția standard a hărților (UTM WGS 84), fără a folosi puncte de control pe teren. Primele două imagini reprezintă partea centrală a republicii, iar ultima este deplasată spre est (valea Nistrului).

\* Institutul de Geografie al AȘM, Chișinău

Imaginile pseudocolor sunt codificate în standardul RGB (roșu, verde, albastru) în felul următor: B1 – albastru, B2 – verde, B3 – roșu.

Poziționarea imaginilor este prezentată în tab. 2.

**Tabelul 2.** Caracteristicile scenelor

Data achiziționării	Coordonate, grade									
	Centru		Nord		Est		Sud		Vest	
	Lat.	Long.	Lat.	Long.	Lat.	Long.	Lat.	Long.	Lat.	Long.
9 octombrie 1992	N047° 02' 41"	E208° 42' 27"	N047° 21' 51"	E028° 28' 20"	N047° 14' 54"	E029° 11' 51"	N046° 43' 35"	E028° 59' 39"	N046° 50' 23"	E028° 13' 04"
1 iunie 1996	N047° 02' 42"	E028° 45' 13"	N047° 21' 51"	E028° 28' 20"	N047° 14' 42"	E029° 14' 40"	N046° 43' 29"	E029° 01' 52"	N046° 50' 34"	E028° 15' 58"
1 septembrie 2002	N047° 02' 42"	E029° 08' 12"	N047° 21' 48"	E028° 50' 57"	N047° 14' 50"	E029° 37' 33"	N046° 43' 33"	E029° 25' 06"	N046° 50' 28"	E028° 38' 56"

Prima imagine (octombrie 1992) reprezintă partea centrală a republicii cu municipiul Chișinău, lacul de acumulare Ghidighici, râul Nistru (lângă Vadul lui Vodă), lacurile de lângă Dânceni, o parte din bazinele râului Bâc și Ichel și pădurile de lângă Capriana și Călărași, șoselele naționale spre Dubăsari, Leușeni, Bălți, etc.

Imaginea a doua (iunie 1996) reprezintă practic aceeași scenă terestră ca prima.

Imaginea a treia (septembrie 2002) reprezintă partea centrală a bazinului râului Nistru (parțial), o parte din bazinele râurilor Bâc și Ichel, municipiul Chișinău, bazinul de acumulare de la Stația Hidroenergetică Dubăsari, Lacul Sărat, șosele naționale, etc. Toate acestea permit efectuarea unei analize a dinamicii proceselor și modificărilor pe teritoriul dat.

#### Procesarea preliminară a imaginilor

Deoarece nu dispunem de programe pentru prelucrarea imaginilor (extensia „Image Analysis” din ArcView sau produse ERDAS), am recurs la utilizarea temelor de tip GRID în ArcView.

Cu toate că imaginile primite au fost procesate preliminar de către Spot Image la nivelul 2A (corecția radiometrică și geometrică, proiecția geografică UTM cu elipsoidul WGS 84, furnizate în formatul imaginilor BIL), au fost necesare unele modificări. Partea informativă a imaginilor include aproximativ 3500 linii, iar fiecare linie – 3700 pixeli. Însă fișierul IMAG\_01.DAT are 5400 pixeli pe linie. Acești pixeli suplimentari, ce ocupă aproximativ 1/3 din imaginea totală, redați prin culoarea neagră, creează unele dificultăți la procesarea imaginilor. Imaginile au fost introduse în ArcView, care acceptă formatul BIL. Preliminar a mai fost pregătit fișierul IMAG\_01.HDR din date suplimentare, care permite de a georeferenția imaginea IMAG\_01.DAT (BIL). Imaginile georeferențiate au fost convertite în formatul GRID, decupate pentru a elimina pixelii suplimentari și exportate în formatul TIF, care este acceptat de mai multe programe de procesare a imaginilor.

#### Descifrarea imaginilor

În prezent există mai multe metode de descifrare a imaginilor satelitare, destinate pentru clasificarea terenurilor și determinarea limitelor parcelelor de teren. Informația stocată într-un pixel al imaginii poate fi prezentată printr-un vector  $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_n\}$ , unde  $x_i$  este semnalul din banda spectrală  $i$ . Diferite obiecte naturale sunt situate în diferite regiuni ale spațiului multidimensional  $n$ . Problema se reduce la determinarea unor granițe (de obicei neliniare), care separă aceste regiuni. Uneori unele obiecte naturale nimeresc nemijlocit pe granițele de clasificare, însă numărul lor este

limitat. Pentru instruirea clasificatorului sunt alese anumite porțiuni cunoscute și uniforme din imagine. După determinarea funcțiilor analitice ale granițelor de clasificare este efectuată clasificarea imaginii în întregime. Dintre metodele de clasificare de bază utilizate pot fi menționate analiza clusterilor, metoda statistică, când este cunoscută funcția de distribuție a informației (metoda parametrică) sau când această funcție trebuie să fie determinată din datele inițiale (metoda neparametrică), metoda funcțiilor discriminante, bazată pe teoria statistică, metoda verosimilității maxime, metoda componentelor principale ș. a. Corectitudinea clasificării depinde mult de eroarea clasificatorului și de aceea sunt necesare repetări cu diferite metode.

Din imaginile de teledetecție pot fi selectate patru grupuri mari de suprafețe naturale: vegetație, sol (nisip), suprafețe acvatice și omăt. Deoarece imaginile au fost achiziționate în perioada de vegetație, partea de bază a imaginilor o reprezintă spațiile verzi. Imaginile primite conțin primele trei clase. Concomitent cu metodele indicate mai sus, mai există o metodă de clasificare, bazată pe indicii vegetativi – diferite combinații de semnale din diferite benzi spectrale. Drept exemplu de astfel de indici pot servi:

$$NDVI = (I_{IR} - I_R) / (I_{IR} + I_{Rred}) \quad [\text{Rouse et al. (1973)}]$$

$$SAVI = [(I_{IR} - I_R) / (I_{IR} + I_R + L)] * (1 + L) \quad [\text{Huete, 1987}]$$

$$TNDVI = (NDVI + 0.5)^{1/2} \quad [\text{Deering et al. (1975)}],$$

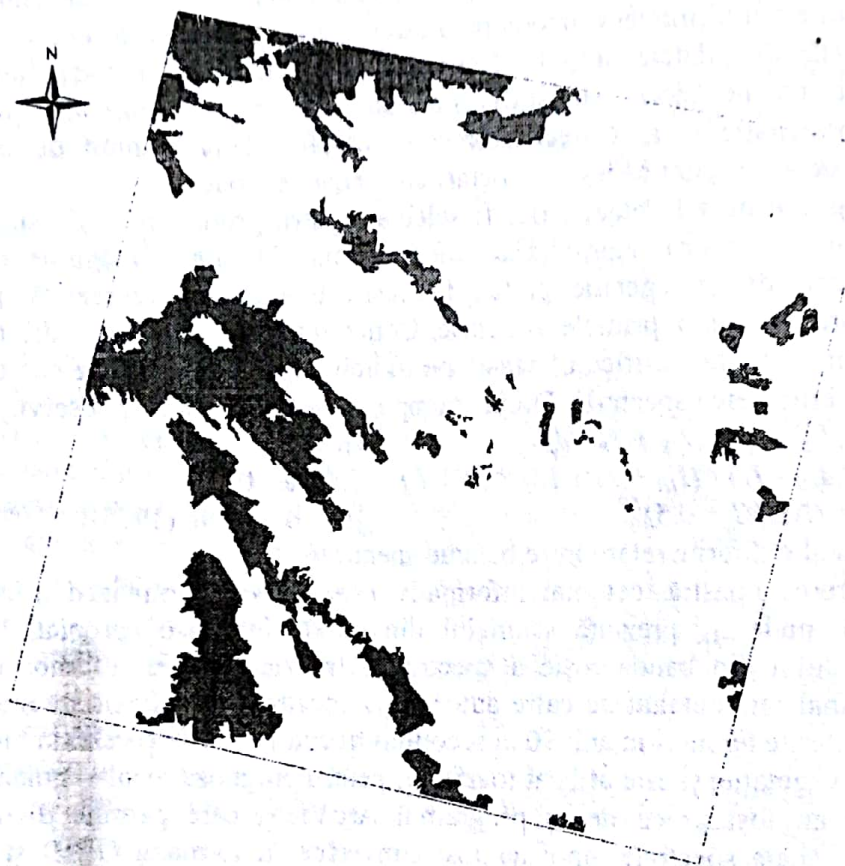
precum și alte diferite relații între benzile spectrale.

După părerea noastră, cel mai informativ este NDVI (normalized difference vegetation index), unde  $I_{IR}$  prezintă semnalul din banda infraroșu apropiat, iar  $I_R$  corespunde semnalului din banda roșie a spectrului. Informativitatea diferitor indici vegetativi a fost analizată detaliat de către autor după spectrele de reflexie înregistrate din avion pentru diferite terenuri în anii 90 ai secolului trecut. NDVI se corelează bine cu suprafața foliară a vegetației și este utilizat foarte des pentru prognoza recoltei grânelor.

Imaginile au fost procesate în programul ArcView, care permite divizarea imaginilor în trei canale spectrale, apoi au fost convertite în formatul GRID și s-au calculat, pixel cu pixel, valorile NDVI. Funcția NDVI primește valori de la -1 până la 1 și poate fi privită ca derivata logaritmică a spectrului în intervalul spectral roșu – infraroșu apropiat. Deoarece semnalele acestor două canale pentru sol (mai ales pentru cernoziom) sunt aproape egale, clasele de sol și vegetație pot fi separate după valoarea zero a NDVI. Fiindcă ArcView prezintă unele facilități pentru gridurile cu tabele de atribute în numere întregi, formula a fost modificată în felul următor:  $NDVI = 200 * [(I_{IR} - I_R) / (I_{IR} + I_R) + 1] = 200 * I_{IR} / (I_{IR} + I_R)$ . Astfel NDVI primește valori între 0 și 200, nivelul de separare al vegetației de sol fiind 100. Imaginile au fost clasificate în 9 clase: 2 clase în nuanțe de albastru – suprafețe acvatice; 3 clase în nuanțe de brun – sol neacoperit; 4 clase în nuanțe de verde – vegetație. Nuanțele de brun întunecat indică soluri mai bogate în humus sau cu un conținut mai mare de umezeală, soluri proaspăt arate. Nuanțele de verde se corelează cu suprafața foliară a vegetației, de aceea terenurile împădurite sunt redatate prin verde închis. Localitățile rurale și urbane au o factură mozaicată din verde și brun. Prezintă interes modificările învelișului vegetal de la prima imagine, la ultima (lunile octombrie, iunie, septembrie). Este evidentă ponderea suprafețelor arate în octombrie (prima imagine), precum și suprafețele acvatice de diferită adâncime (imaginea a treia).

Pe imaginea a doua sunt evidențiate destul de clar suprafețele împădurite – păduri naturale și unele parcuri din regiunea municipiului Chișinău. Această imagine a fost vectorizată și din nou georeferențiată (fig.1), apoi au fost calculate ariile suprafețelor împădurite și evaluată ponderea pădurilor în suprafața totală, redată de imagine. După

necesitate, din aria pădurilor pot fi excluse poienile sau terenurile neîmpădurite din interiorul lor.



**Fig. 1.** Repartiția pădurilor în partea centrală a republicii

### **Concluzii**

Posibilitățile de conversie între straturile de tip IMAGE și GRID în ArcView permit să se prelucreze imagini satelitare, fără a utiliza programe sau module speciale, în particular de a calcula indicii de vegetație și a efectua clasificarea diferitor terenuri. Studiile efectuate pot fi utile pentru actualizarea informației despre structura peisajelor.