

ZDJĘCIA SATELITARNE SICH-2 - PIERWSZE ANALIZY

SATELLITE IMAGES SICH-2 - FIRST ANALYSIS

Stanisław Lewiński¹, Oleksandr Sotnikov², Michał Krupiński¹,
Olga Parshyna², Rafał Dąbrowski³

¹ Centrum Badań Kosmicznych PAN, Zespół Obserwacji Ziemi

² Dniprococosmos SC

³ Wojskowa Akademia Techniczna, Zakład Teledetekcji i Fotogrametrii WIG

SŁOWA KLUCZOWE: SICH-2, satelita środowiskowy, monitoring satelitarny, MSIIRS

STRESZCZENIE: Ukraińskie zobrazowania satelitarne pozyskane z satelity Sich-2 są nowymi danymi obrazowymi, dostępnymi w sposób operacyjny od końca 2011 roku. Powierzchnia Ziemi jest obrazowana w pięciu kanałach spektralnych. Pozyskiwane dane charakteryzują się zróżnicowaną rozdzielczością przestrzenną. Kanał panchromatyczny, zielony, czerwony i bliskiej podczerwieni (PAN, G, R, NIR) cechuje się rozdzielczością przestrzenną wynoszącą 8.2 m (nadir), natomiast rozdzielczość przestrzenna zakresu średniej podczerwieni (MIR) jest zdecydowanie mniejsza i wynosi 41.4 m (nadir). Zobrazowania Sich – 2, pod względem rozdzielczości przestrzennej, są zbliżone do danych obrazowych pochodzących z RapidEye, Formosat-2 i SPOT-5. Natomiast pod względem spektralnym odpowiadają zdjęciom SPOT-5. W artykule przedstawione są podstawowe parametry zobrazowań Sich-2 a także podane zostały przykłady wykorzystania ich w teledetekcyjnych badaniach powierzchni Ziemi. Są to wyniki prac prowadzonych przez firmę Dniprococosmos S.C., która specjalizuje się w teledetekcji satelitarnej oraz jest dystrybutorem zdjęć satelitarnych. Zespół Obserwacji Ziemi w Centrum Badań Kosmicznych PAN pozyskał oraz przeanalizował jedno z pierwszych zdjęć Sich-2 obrazujących obszar Polski. Na podstawie sceny obejmującej obszar okolic Lublina wykonano m.in. ocenę możliwości interpretacyjnych. W siedmiostopniowej skali MSIIRS (Multispectral Imagery Interpretability Rating Scale) analizowane zobrazowanie zakwalifikowano na poziomie 3.

1. WSTĘP

17 sierpnia 2011 ukraińsko-rosyjska rakieta nośna Dniepr, wystrzelona z kosmodromu Dombarowskiy w Rosji, wprowadziła na orbitę satelitę Sich-2. Satelita został zaprojektowany i wykonany przez ukraiński przemysł kosmiczny specjalnie dla celów obserwacji Ziemi. Sich-2 jest kontynuacją misji Sich-1, Okean-O oraz Sich-1M. Według założeń ukraińskiej polityki kosmicznej Sich-2 daje początek nowej konstelacji nowoczesnych mini satelitów przystosowanych do pozyskiwania wysokorozdzielczych zdjęć optycznych powierzchni Ziemi z rozdzielczością przestrzenną równą 8 m (Sich-2, Sich-2M), około 1 m (Sich-3-0) oraz wysokorozdzielczych obrazów radarowych (Sich-3-R). Są one projektowane na bazie platformy konstrukcyjnej MS-2 i charakteryzują się

wysokim zaawansowaniem technologicznym zarówno pod względem elektronicznym jak i zastosowanych podczas budowy materiałów polimerowych i kompozytowych. Zainstalowane urządzenia przystosowane są do pracy w warunkach otwartej przestrzeni kosmicznej i nie wymagają specjalnych zabezpieczeń w postaci hermetycznych obudów.

Waga mini satelity Sich-2 wynosi 176 kg. Na jego pokładzie zainstalowane są skanery obrazujące powierzchnię Ziemi oraz cztery dodatkowe instrumenty naukowe dedykowane badaniom zmienności pola elektromagnetycznego oraz plazmy (*DN Probe*, *DE Probe*, *EZ electric probe*, LEMI-016M). Satelita porusza się na wysokości 700 km po orbicie heliosynchronicznej o inklinacji 98.24° [2].

2. ZDJĘCIA SATELITARNE SICH-2

Satelita Sich-2 został zaprojektowany z myślą o wykonywaniu zadań naukowych i aplikacyjnych związanych przede wszystkim z badaniem roślinności, warstwy powierzchniowej gleby, oceanów i zasobów wodnych w skali lokalnej i regionalnej. Parametry zainstalowanych skanerów pozwalają na efektywne wspieranie działań w sytuacjach kryzysowych takich jak powódzie, pożary, susze oraz inne klęski żywiołowe.

Obrazy powierzchni Ziemi są rejestrowane w pięciu zakresach spektralnych. W zakresie panchromatycznym (PAN), w czterech kanałach spektralnych związanych z zakresem zielonym, czerwonym oraz bliską podczerwienią (G, R, NIR) oraz w zakresie średniej podczerwieni (MIR). Rozdzielczość przestrzenna – GSD (Ground Sampling Distance) zakresów panchromatycznego i wielospektralnych wynosi 8.2 m. Zakres średniej podczerwieni rejestrowany jest z pięciokrotnie mniejszą rozdzielczością – 41.4 m. Skanery posiadają zdolność rejestracji zdjęć nachylonych do 30° od nadiru. Szerokość rejestrowanych scen wielospektralnych wynosi 48 km (w nadirze) oraz 58 km przypadku skanera średniej podczerwieni. Zestawienie podstawowych parametrów zdjęć Sich-2 w porównaniu ze zdjęciami RapidEye, Formosat-2 i SPOT-5 przedstawione jest w tabeli 1.

Tabela 1. Porównanie zdjęć satelitarnych Sich-2, RapidEye, Formosat-2 i SPOT-5 [1,2,3]

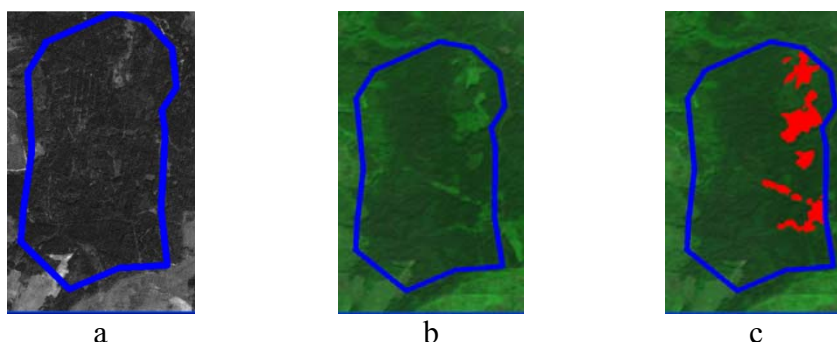
	Sich-2	RapidEye	Formosat-2	SPOT-5
kanaly spektralne	zakres [μm]	zakres [μm]	zakres [μm]	zakres [μm]
PAN	0.51 - 0.90	-	0.45 - 0.90	0.48 - 0.71
Blue	-	0.44 - 0.51	0.45 - 0.52	-
Green	0.51 - 0.59	0.52 - 0.59	0.52 - 0.60	0.50 - 0.59
Red	0.61 - 0.68	0.63 - 0.68	0.63 - 0.69	0.61 - 0.68
Red edge	-	0.69 - 0.73	-	-
Near Infrared (NIR)	0.80 - 0.89	0.76 - 0.85	0.76 - 0.90	0.78 - 0.89
Medium Infrared (MIR)	1.51 - 1.70	-	-	1.58 - 1.75
GSD (PAN)	8.2 m	-	2 m	2.5 / 5 m
GSD (MS)	8.2 m 41.4 m (MIR)	6.5 m	8 m	10 m
Rozdzielczość radiometryczna	8 bitów	12 bitów	8 bitów	8 bitów
Szerokość zobrażenia	48.8 km 58.1 km MIR	77 km	24 km	60 km
Czas rewizyty	4.5 dni	5.5 dni	1 dzień	3 dni

Zdjęcia panchromatyczne i wielospektralne będące zestawami danych satelitarnych rejestrowanych z pokładu tego samego satelity posiadają najczęściej różną rozdzielczość przestrzenną. Dla bardzo wysokich, metrowych rozdzielczości, stosunek wielkości pikseli wynosi najczęściej 1:4 lub 1:2. Ukraińscy konstruktorzy przyjęli inne rozwiązanie. Dane panchromatyczne i wielospektralne charakteryzują się jednakową rozdzielczością przestrzenną (8,2 m). Jest ona taka sama jak w przypadku kanałów wielospektralnych zdjęć Formosat-2. Pod względem spektralnym SICH-2 najbardziej jest zbliżona do zdjęć SPOT-5. Brak zakresu niebieskiego (*Blue*) oraz czerwieni brzegowej (*Red edge*), który posiadają zdjęcia RapidEye, jest rekompensowany kanałem bliskiej podczerwieni (NIR). Mimo pięciokrotnie mniejszej rozdzielczości, w porównaniu z pozostałymi kanałami, zakres MIR jest szczególnie przydatny w badaniach związanych z monitoringiem wilgotności i kondycji roślinności. Zdjęcia są rejestrowane z rozdzielczością radiometryczną 8-bitów. Nie jest to dużo w porównaniu z najnowszymi zdjęciami metrowej rozdzielczości (10, 11, 12 bitów) ale równocześnie należy zauważyć, że z taką samą rozdzielczością pracują skanery FORMOSAT-2 i SPOT-5. Na uwagę zasługuje stosunkowo duża szerokość zobrazowań SICH-2, wynosząca 488 km i 581 km, odpowiednio dla skanera wielospektralnego i MIR. Predysponuje to zdjęcia SICH-2 do wykonywania szczegółowych opracowań w skalach regionalnych. Czas rewizyty jest zbliżony do zdjęć pozyskiwanych z wykorzystaniem jednego satelity konstelacji RapidEye.

3. PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ ZDJĘĆ SICH-2 W MONITORINGU ŚRODOWISKA

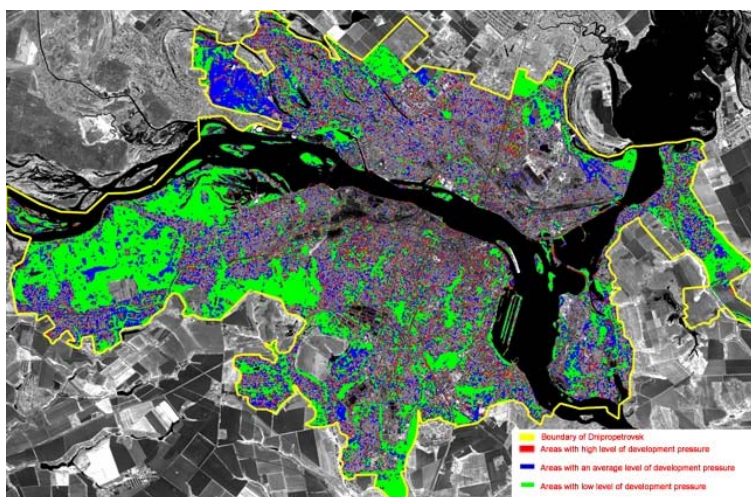
Zdjęcia pozyskiwane z satelity SICH-2, ze względu na swoje parametry, znajdują zastosowanie w monitoringu zasobów naturalnych, sytuacjach kryzysowych, monitoringu stanu rolnictwa, w planowaniu i zarządzaniu przestrzennym, a także są wykorzystywane w badaniach związanych z eksploatacją minerałów. Pierwsze opracowania zdjęć SICH-2 wykonane zostały przez firmę Dniprocosmos S.C., która również pełni rolę dystrybutora danych satelitarnych.

W porozumieniu z Ministerstwem Ekologii i Zasobów Naturalnych Ukrainy prowadzony jest monitoring parków narodowych i innych chronionych obszarów przyrodniczych. Na zdjęciu 1 przedstawiono przykład takich prac. Obszar na rysunku 1 przedstawia Szacki Park Narodowy, w obwodzie wołyński. Na podstawie zdjęcia panchromatycznego z satelity SPOT z 2000 roku i zdjęcia multispektralnego z satelity SICH-2 z 2011 roku określono zasięg wyrębów lasu. Analizy zostały przeprowadzone w środowisku oprogramowania ENVI. Wyodrębniono 46 obszarów, na których zidentyfikowano zmiany w stanie lasu. Obszar wykrytych zmian obejmuje 0.25% powierzchni Parku, dokładność klasyfikacji została oceniona na poziomie 86%.



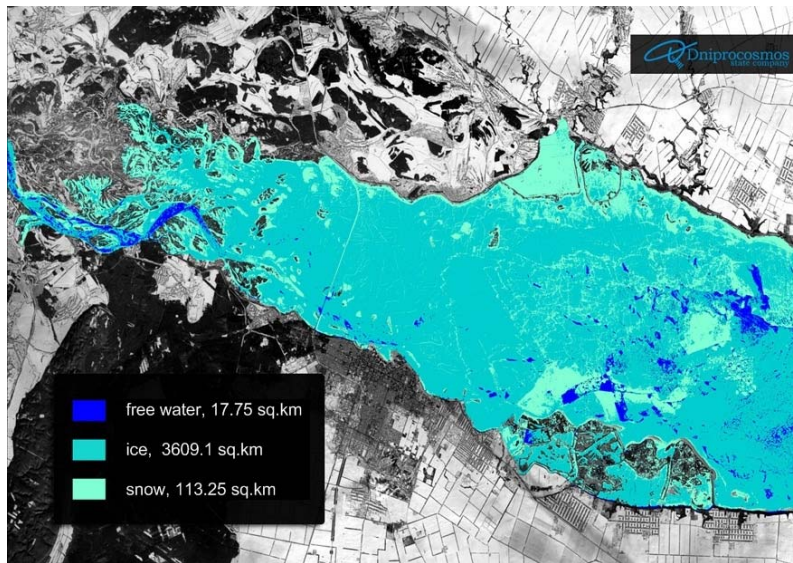
Rys. 1. Detekcja zmian (c) na podstawie zobrazowań SPOT (a) i Sich-2 (b). Na czerwono zaznaczone są zidentyfikowane zmiany; kolorem niebieskim granica Szackiego Parku Narodowego. (Źródło: Dniprocosmos S.C.)

W maju 2012 przy współpracy władz lokalnych zdjęcia Sich-2 zostały również wykorzystane w projekcie dotyczącym określenia powierzchni terenów zielonych w granicach administracyjnych trzeciego co do wielkości miasta Ukrainy – Dniepropetrowsk. Klasyfikację wykonano z zastosowaniem metody nadzorowanej algorytmem największego prawdopodobieństwa. Poprawność klasyfikacji została zweryfikowana w terenie i oceniona na poziomie prawie 100%. W ramach projektu określono również obciążenie antropogeniczne roślinności Dniepropietrowska (rys. 2). Na podstawie pomiarów in-situ ocenie poddano stan roślinności w granicach miasta. Analizowano stopień pokrycia powierzchni przez roślinność i obiekty o charakterze antropogenicznym. Porównując otrzymane wyniki z wartościami wskaźnika NDVI wyznaczono trzy zakresy obciążenia antropogenicznego roślinności (wysokie - NDVI 0,20-0,35, średnie - NDVI 0,36-0,45 i niskie obciążenie NDVI 0,46-0,70).



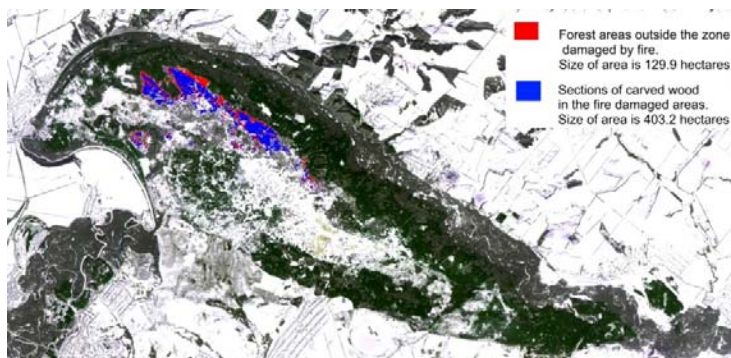
Rys. 2. Antropogeniczne obciążenie roślinności Dniepropietrowska. (Źródło: Dniprocosmos S.C.)

Przykładem wykorzystania zdjęć Sich-2 w sytuacjach kryzysowych jest monitoring stanu wód w Dnieprze. Opracowanie wykonane zostało w lutym 2012 na prośbę Ministerstwa Sytuacji Nadzwyczajnych Ukrainy. Mimo silnego zachmurzenia udało się zebrać serię zdjęć, na podstawie których wykonano klasyfikację w celu wyróżnienia i oszacowania powierzchni pokrywy śnieżnej, lodu i wody. Proces klasyfikacji był dwuetapowy. Najpierw wydzieloną wodę na podstawie wskaźnika NDVI, a następnie wykorzystano wskaźnik śniegu NDSI w celu identyfikacji okrywy śnieżnej i lodu. Fragment opracowania dla Dniepru w okolicach Krzemieńczuka przedstawiony jest na rysunku 3.



Rys. 3. Klasyfikacja zdjęć zimowych Sich-2 (luty 2012), rozpoznanie śniegu, lodu i wody na Dnieprze, w rejonie miasta Krzemieńczuk. (Źródło: Dniprocosmos S.C.)

Zobrazowania Sich-2 wykorzystane zostały również do oceny skutków pożaru jaki miał miejsce w lesie Novomoskovsk w 2010 roku. W tym celu porównano zdjęcia wykonane w 2012 ze zdjęciami RapiEye z okresu przed pożarem. Wykonane analizy pozwoliły na określenie powierzchni terenów spalonych (403.2 ha) oraz dodatkowo na wyznaczenie miejsc będących wynikiem wyrębu drzew (129.9 ha). Wyniki opracowania przedstawione są na rysunku 4.



Rys. 4. Detekcja terenów spalonych (kolor czerwony) w roku 2010 oraz miejsc wyrębu drzew (kolor niebieski) w rejonie Dnipropetrowska wykonana na podstawie porównania zdjęć RapidEye i Sich-2. (Źródło: Dniprocosmos S.C.)

Zdjęcia Sich-2 mogą być wykorzystywane w pracach związanych z szeroko pojętym monitoringiem przestrzeni rolniczej, ze szczególnym uwzględnieniem: ocena jakościowa upraw, szacowanie powierzchni upraw, śledzenie płodozmianu, określanie stopnia zachwaszczenia oraz stopnia rozwoju upraw, badanie warunków przyrodniczych, które mają wpływ na działalność rolniczą (podtopienia, osuwiska). Możliwe jest również wykonywanie analiz związanych w prognozowaniem plonów. Firma Dniprocosmos S.C. wspólnie z Ukraińskim Instytutem Agroekologii i Nauk Przyrodniczych opracowała pilotowy program klasyfikacji terenów rolniczych dla rejonu Kijowa. Analizy zdjęć satelitarnych wykonywane są w środowisku klasyfikacji obiektowej eCognition. Zaproponowany algorytm bazuje na informacjach pozyskiwanych z pól treningowych zdefiniowanych w czasie prac terenowych. Przeprowadzone testy wykazały, że jest możliwość rozróżnienia 11 klas pokrycia i użytkowania ziemi. Analizę dokładności przeprowadzono wykorzystując w oparciu o 27 pól testowych, reprezentujących wyodrębniane klasy. Całkowita dokładność klasyfikacji wyniosła ok. 83%.

4. OCENA MOŻLIWOŚCI INTERPRETACYJNYCH ZDJĘĆ SICH-2

4.1. Skala NIIRS

Skala NIIRS (z ang. *National Imagery Interpretability Rating Scale*) powstała w latach 70-tych ubiegłego wieku w Intelligence Community USA. Początkowo przyjęto założenie, że będzie ona wykorzystywana jedynie dla celów wojskowych przez specjalistów z zakresu teledetekcji oraz fotointerpretacji m.in. do określania potencjału fotointerpretacyjnego analizowanych danych obrazowych. Zasada działania skali NIIRS polega na przypisaniu obrazowi liczby (wartości skali) wskazującej na możliwości jego interpretacji, co jest miarą użyteczności obrazu. NIIRS jest unikalnym narzędziem do obiektywnego pomiaru subiektywnej wartości charakteryzującej możliwości interpretacji obrazu dla:

- określenia przydatności zobrazowań,
- określenia wymagań dla nowo pozyskiwanych zobrazowań,
- zarządzania zadaniami z zakresu pozyskiwania zobrazowań,

- wspomaganie procesu projektowania i oceny przyszłych systemów zobrazowania,
- pomiaru wydajności systemów obrazujących i urządzeń wykorzystujących zobrazowania.

Ze względu na swoje walory system oceny danych obrazowych w oparciu o kryteria NIIRS sprawdził się w praktyce wojskowej, dlatego też podjęto działania mające na celu jego adaptację do zadań cywilnych (komercyjnych). W zależności od rodzaju analizowanych danych obrazowych (zakresu spektrum EM wykorzystywanego podczas ich pozyskania) istnieją cztery główne systemy ich klasyfikacji: RNIIRS (*Radar National Imagery Interpretability Rating Scale*), VNIIRS (*Visible National Imagery Interpretability Rating Scale*), MSIIRS (*Multispectral Imagery Interpretability Rating Scale*) oraz IRNIIRS (*Infrared National Imagery Interpretability Rating Scale*). W ramach każdego z wymienionych systemów istnieje 10 poziomów oceny (wyjątek stanowi MSIIRS – 8 poziomów) oznaczonych liczbą od 0 do 9. Im wyższa jest wartość skali NIIRS, tym bardziej „szczegółową” informację można uzyskać na podstawie obrazu. Do zdefiniowania możliwości interpretacji obrazu na poszczególnych poziomach skali stosuje się opisy tekstowe, nazywane kryteriami (Superintendent of Documents USGPO, 1959).

Kryteria cywilne systemu NIIRS są podzielone na trzy kategorie oparte na celu, któremu ma służyć wykorzystanie zobrazowań:

- Naturalne (*Natural*): te kryteria dotyczą cech przyrody i dóbr naturalnych, takich jak roślinność, skały, strumienie i formy ukształtowania terenu.
- Rolnicze (*Agricultural*): te kryteria dotyczą użytków rolnych, sprzętu rolniczego lub żywego inwentarza. Ta kategoria dotyczy również nielegalnych upraw, takich jak marihuana, kokaina i słoma makowa.
- Miejskie i przemysłowe (*Urban/Industrial*): ta kategoria dotyczy budowli cywilnych jak drogi, koleje i zabudowania.

W tabeli 2 przedstawione zostały wybrane kryteria dotyczące poziomów oznaczonych liczbami od 0 do 9 systemu VNIIRS (Dąbrowski *et al.*, 2010).

Tabela 2. Przykładowe kryteria „cywilne” na poszczególnych poziomach VNIIRS

Poziom VNIIRS	Kryterium
0	Interpretacja obrazu jest niemożliwa przez słabą widoczność lub bardzo słabą rozdzielczość.
1	Wykrycie średniej wielkości portu.
2	Wykrycie dużych budynków.
3	Wykrycie pociągów lub ciągów taborów na linii kolejowej - torze.
4	Identyfikacja poszczególnych torów, par szyn, wież sterowniczych, zwrotnic na torowiskach.
5	Identyfikacja typów poszczególnych wagonów.
6	Identyfikacja samochodów jako sedan lub furgon.
7	Identyfikacja poszczególnych dwuteowników szyn kolejowych.
8	Identyfikacja wycieraczek na pojazdach.
9	Identyfikacja poszczególnych haków szynowych.

Ze względu na swoją konstrukcję, skala NIIRS jest niezależna od jakiegokolwiek systemu rejestracji zdjęć i zapewnia wykonanie obiektywnej oceny możliwości interpretacyjnych obrazów. Jest to niezwykle prosta oraz szybka metoda postępowania. Tematyka dotycząca budowy oraz wykorzystania NIIRS została szerzej omówiona przez (Dąbrowski, *et al.*, 2010).

4.2. Sich-2 w skali MSIIRS

Na podstawie kryteriów MSIIRS określono poziom zobrazowania Sich-2. Oceniając możliwości interpretacyjne zobrazowania, kolejno dla każdego poziomu skali MSIIRS, identyfikowano na zdjęciu charakterystyczne obiekty, odpowiadające danemu kryterium. Jednym z kryteriów opisujących pierwszy poziom jest rozróżnienie pomiędzy obszarami zurbanizowanymi a terenami rolniczymi (rys. 5a). Poziom drugi wymaga m.in. aby zdjęcie pozwalało na wykrycie wyrębów w lasach, co przedstawiono na rysunku 5b. Możliwość rozróżnienia typów zabudowy (np. domki jednorodzinne, budynki przemysłowe) pozwoliła ostatecznie ocenić zdjęcie na poziomie 3 w skali MIIRS (rys. 5c).



Rys.5. Fragmenty zobrazowania Sich-2 odpowiadające kolejnym poziomom skali MIIRS (a-poziom 1, b-poziom 2, c-poziom 3). (Źródło: Dniprocosmos S.C.)

5. PODSUMOWANIE

Mija już ponad rok od chwili wprowadzenia na orbitę satelity Sich-2. W tym czasie sprawdzono poprawność działania wszystkich systemów pokładowych oraz rozpoczęto operacyjne rejestrowanie zdjęć powierzchni Ziemi. Przykładowe zdjęcia dostępne są między innymi na stronie internetowej (<http://www.nkau.gov.ua/>). W stosunkowo krótkim czasie w firmie Dniprocosmos S.C. wykonano na podstawie zdjęć Sich-2 szereg opracowań o charakterze aplikacyjnym. Wyniki uzyskane w toku tych prac potwierdzają możliwości praktycznego zastosowania nowych danych satelitarnych. Zdjęcia Sich-2 mogą być wykorzystywane w szeroko rozumianym monitoringu środowiska oraz w tzw. sytuacjach kryzysowych, jakimi są wielko-powierzchniowe pożary lasów czy też powódzie. Ze względu na rozdzielczość przestrzenną mogą one wspomagać lub zastępować charakteryzujące się nieznacznie lepszymi parametrami zdjęcia Formosat-2, SPOT a nawet zdjęcia RapidEye. Na szczególną uwagę zasługuje możliwość korzystania z informacji pozyskiwanych w zakresie MIR.

Możliwości interpretacyjne zdjęć Sich-2 zostały ocenione na poziomie 3 w skali MSIIRS. Dla porównania zdjęcia Landsat są oceniane na poziomie 1 natomiast zdjęcia o większej rozdzielczości przestrzennej – Ikonos i WorldView-2 na poziomie 5. Analizując uzyskane wyniki dla zdjęć Sich-2 należy pamiętać, że ocena została wykonana na podstawie zdjęcia zarejestrowanego w marcu. Z punktu widzenia interpretacji wizualnej nie jest to optymalny czas rejestracji zdjęć. Powierzchnia Ziemi nie jest już przykryta warstwą śniegu, ale równocześnie nie rozpoczął się okres gwałtownej wiosennej wegetacji. Skutkuje to obniżeniem naturalnego kontrastu między roślinnością a obiektami o charakterze antropogenicznym. Uzyskany wynik w skali MSIIRS należy traktować jako minimalny, potencjał interpretacyjny zdjęć Sich-2 odpowiada wymaganiom zdefiniowanym co najmniej na poziomie 3.

Sich-2 daje początek nowej konstelacji wysokorozdzielczych satelitów środowiskowych. Założenia ukraińskiej polityki kosmicznej wskazują, że w najbliższym czasie będą dostępne zobrazowania o podobnej oraz zwiększonej rozdzielczości przestrzennej, rejestrowane z pokładów kolejnych nowych satelitów.

6. LITERATURA

Dąbrowski R., Orych A., Walczykowski P., 2010. Ocena możliwości wykorzystania wysokorozdzielczych zobrazowań satelitarnych w rozpoznaniu obrazowym. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*. Vol 21, str.75-86.

Superintendent of Documents, US Government Printing Office, 1959. MIL-STD-140A, Washington, DC.

Źródła internetowe:

[1] Astrium, 2012: <http://www.astrium-geo.com/>

[2] Państwowa Agencja Kosmiczna Ukrainy, 2012: <http://www.nkau.gov.ua/>

[3] RapidEye, 2012: <http://www.rapideye.com>

SATELLITE IMAGES SICH-2 - FIRST ANALYSIS

KEY WORDS: SICH-2, environmental satellite, satellite monitoring, MSIIRS

Summary

Ukrainian-Russian carrier rocket Dnepr, that was launched on August 17, 2011 from the Baikonur Dombrowskij in Russia, has placed in orbit the Sich-2 satellite. It is a satellite dedicated to Earth observation, designed and manufactured by the Ukrainian space industry. Sich-2 is a continuation of the mission Sich-1, Okean-O and Sich-1M. According to the Ukrainian National Space Policy the Sich-2 gives rise to a constellation of modern micro-satellites. They are designed to collect imagery of the Earth surface in the visible and near-infrared radiation with a spatial resolution of: 8 m (Sich-2, Sich-2M), 1 m (Sich-3-O) and the 1 m radar images (Sich-3-R). Satellites are characterized by high sophistication in terms of electronic and polymeric and composite materials used during the construction. Installed devices are designed to work under the "open" space and do not require special protection in the form of sealed enclosures.

Sich-2 satellite operates at a 700 km altitude on the Sun synchronous orbit and having the inclination of 98.24°. The image data are collected in four spectral bands, with a spatial resolution of

8.2 m (PAN, R, G, B) and 41.4 m in the mid-infrared (MIR). The optical system provides the ability to change viewing angle from nadir up to 30°. Width of the panchromatic and multispectral scene is 48 km (at nadir) and 58 km for the MIR scanner.

The article demonstrates the possibility of using the new Ukrainian satellite images acquired from the Sich-2, which, due to the spatial resolution are similar to the image data from FORMOSAT-2, SPOT-5 and RapidEye. Examples of using Sich-2 for monitoring of vegetation in built-up areas, monitoring of natural disasters (floods, snow drifts, fires) and classification of agricultural areas are presented. These are the results of work carried out by the company Dniprocosmos S.C., which specializes in satellite image processing and is a distributor of satellite data.

The team of the Earth Observation Group from the Space Research Centre of the Polish Academy of Sciences acquired one of the first images from the Sich-2, that captured Polish territory. Based on a scene depicting the area around Lublin, in March 2012, analysis of interpretation possibilities were performed. It was done using the MSIIRS (Multispectral Imagery Interpretability Rating Scale) interpretation system. The Sich-2 image was classified at level 3 of eight-point scale.

Dane autorów:

Dr hab. inż. Stanisław Lewiński
e-mail: stlewinski@cbk.waw.pl
telefon: 22 496 62 86

Oleksandr Sotnikov
e-mail: operator@dniprokosmos.dp.ua
telefon: (+38) 56 234 03 70

Michał Krupiński
e-mail: mkrupinski@cbk.waw.pl
telefon: 22 496 63 88

Olga Parshyna
e-mail: olga@dniprokosmos.dp.ua
telefon: (+38) 56 234 03 70

Rafał Dąbrowski
e-mail: dabrowski@wat.edu.pl
telefon: 22 683 92 69