

## Satelitarne programy rozpoznawcze i szpiegowskie USA i ZSRR w okresie trwania zimnej wojny

# J-23 nadaje

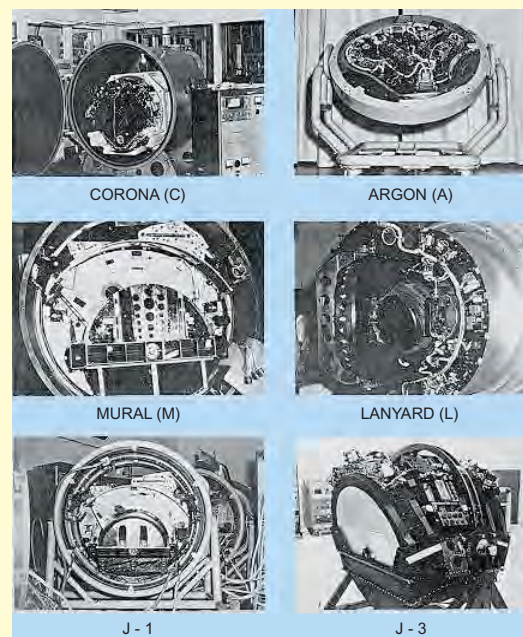
ROMUALD KACZYŃSKI

W 1955 roku prezydent USA Eisenhower zaproponował Chruszczowowi uzgodnienie programu zbrojeń strategicznych z wykorzystaniem rozpoznawczych zdjęć lotniczych (tzw. Open Skies). Propozycja została odrzucona. 14 października 1957 r. ZSRR umieścił na orbicie pierwszego sztucznego satelitę Ziemi (Sputnika). W tej sytuacji rząd USA podjął decyzję o wznowieniu prac nad utworzeniem programu zwiadu satelitarnego pod tajną nazwą CORONA.

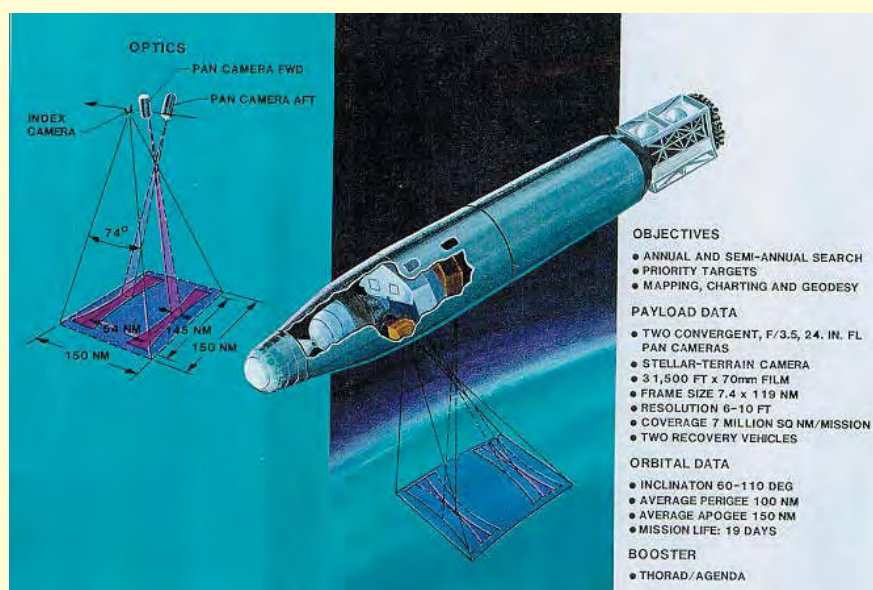
### Geneza zwiadowczych systemów satelitarnych

W latach 50. USA zdobywały informacje o terenach państw spoza „żelaznej kurtyny”, głównie ZSRR, przy użyciu balo-

nów. W ramach programu GENETRIX fotografowano obiekty naziemne za pomocą kamer panoramicznych HYAC produkcji Itek Corp. z obiektywem składającym się z trzech soczewek o ogniskowej 30,5 cm i przysłonie 1:5. Zdjęcia wykonywane były na filmie o szerokości



Kamery stosowane w programie CORONA



Schemat wykonywania zdjęć w programie CORONA

70 mm, pojedynczy kadr na filmie miał rozmiary 6,35 cm x 61 cm. Słynny samolot U-2 wystartował do pierwszego lotu zwiadowczego 4 lipca 1956 roku. Samoloty U-2 dostarczały wielu bezcennych informacji o terytorium ZSRR i państw ościennych aż do 1 maja 1960 r., kiedy to radziecka rakietą przeciwlotniczą ziemia-powietrze zestrzeliła maszynę U-2 prowadzoną przez amerykańskiego pilota F. Gary Powersa. W 1955 roku prezydent USA Eisenhower zaproponował Chruszczowowi uzgodnienie programu zbrojeń strategicznych z wykorzystaniem rozpoznawczych zdjęć lotniczych (tzw. Open Skies). Propozycja została odrzucona. 14 października 1957 r. ZSRR umieścił na orbicie pierwszego sztucznego satelitę Ziemi (Sputnika). W tej sytuacji rząd USA podjął decyzję o wznowieniu prac nad utwo-

zeniem programu zwiadu satelitarnego pod tajną nazwą CORONA. Zatwierdzony przez prezydenta Eisenhowera w lutym 1958 r. program koordynowały wspólnie CIA i US Air Force. Równocześnie powstały dwa uzupełniające programy – AEGON i LANYARD. ZSRR, po skonstruowaniu rakiet wynoszących obiekty w przestrzeń okołozemską, również rozpoczął podobny program pod tajną nazwą ZENIT.

## Program CORONA

W realizacji programu uczestniczyły największe specjalistyczne firmy amerykańskie, takie jak Lockheed, Itek Corpora-

THORAD lub ATLAS. Do orientacji satelity w przestrzeni wykorzystano m.in. zmienność pola magnetycznego Ziemi. Kamera KH-1 wykonywała zdjęcia na filmie Kodak o zdolności rozdzielczej 50-100 linii/mm, z rozdzielczością terenową 10,7 do 12,2 m.

W dalszych latach trwania programu CORONA skonstruowano ulepszone kamery: KH-2, KH-3, KH-4A i KH-4B. Wszystkie one wykonywały zobrazenia panoramiczne na filmie o szerokości 70 mm. Dwie sprzężone kamery KH-4B (znane również jako system J-3) wykonywały zdjęcia stereoskopowe wzdłuż kierunku lotu satelity, jedna –



Jedno z pierwszych zdjęć wykonanych w ramach programu CORONA (Pentagon w Waszyngtonie)

Kamera	KH-1	KH-2	KH-3	KH-4	KH-4A	KH-4B
Model	C	C'	C'''	Mural	J-1	J-3
Rodzaj zdjęć	mono	mono	mono	stereo	stereo	stereo
Obiektyw	F/5	F/5	F/5	F/3,5	F/3,5	F/3,5
	Tessar	Tessar	Tessar	Petzval	Petzval	Petzval
Ogniskowa [cm]	60,5 cm	60,5 cm	60,5 cm	60,5 cm	60,5 cm	60,5 cm
Zdolność rozdzielcza: na ziemi [m]	12	7,6	4-8	3-8	2,7-8	<2
filmu [linii/mm]			50-100		120	160
Skala zdjęć				1:300 000	1:305 000	1:247 500
Powiększenie				20x	40x	40x
Maks. skala opracowania				1:12 000	1:7500	1:7500
Podłoże filmu	aceton	poliester	poliester	poliester	poliester	poliester
Format zdjęcia [cm]	5,3x5,3	5,5x5,5	5,7x75,7	5,5x75,7	5,5x75,7	5,5x75,7

Tabela 1. Dane kamer użytych w programie CORONA

tion, Fairchild Camera, Eastman Kodak, General Electric i Douglas Aircraft Co. Pierwszą kamerą skonstruowaną specjalnie dla programu CORONA była kamera panoramiczna KH-1 (Key Hole) skanująca rejestrowany teren szczeliną z wirującym obiektywem z kompensacją rozmazu obrazu (FMC) oraz stabilizacją żyroskopową. Kamera wykonywała pionowe zdjęcia terenu obejmujące obszar o wymiarze 6 stopni w kierunku lotu satelity i 70 stopni w kierunku prostopadłym do lotu satelity. Terenowa rozdzielczość zdjęć wynosiła od 10 do 13 m. Ładownik z filmem był odrzeliwany z satelity i przechwytywany w powietrzu przez specjalne samoloty i helikoptery lub wylądowywany z morza przez okręty. Pierwsza seria zdjęć (wykonana 18 sierpnia 1960 r.) dostarczyła tyle materiałów zdjęciowych, ile samolot U-2 pozyskiwał podczas 60 misji.

Kamera KH-1 montowana była na satelitach serii AGENA, które umieszczane były na orbitach za pomocą rakiet

zdjęcie „do przodu”, druga – „do tyłu”. Pokrycie wynosiło 30° (15° w każdym kierunku).

W kamerach KH-4B stosowano obiektywy z ogniskową 61 cm i stałą przysłoną  $f = 3,5$ . Uzyskiwane przez system J-3 zdjęcia, wykonane na nowym filmie Kodak, charakteryzowały się terenową zdolnością rozdzielczą około 2 m. Wysoka zdolność rozdzielcza nowych materiałów fotograficznych Kodak (około 160 linii/mm) umożliwiła wykonywanie powiększeń zdjęć do 40 razy, co pozwoliło na opracowanie map nawet w skali 1:7500. Interpretacja zdjęć odbywała się na diapozytwach przy wykorzystaniu mikroskopów stereoskopowych, skonstruowanych specjalnie do tego celu. Dane kamer używanych w programie CORONA zamieszczono w tabeli 1.

Kamery KH-3 i KH-4 wyposażone były w dodatkowe obiektywy do wykonywania zdjęć horyzontu w celu wyznaczania elementów kątowych orientacji

zewnętrznej zdjęć oraz do wykonywania pionowych zdjęć małoskalowych dla ułatwienia dowiązania zdjęć panoramicznych do fotografowanego terenu. Satelity stosowane w programie CORONA poruszały się po orbitach o wysokości 185-280 km oraz 400 i 700 km. W czasie trwania projektu CORONA, tj. w latach 1960-1972, wykonano 362 zwiadowcze misje satelitarne.

Do wykorzystania zdjęć wykonanych w programie CORONA opracowane zostały nowe technologie i instrumenty. Opracowano np. metodę przetwarzania zdjęć panoramicznych, dowiązania

Lotnisko Dolon w ZSRR. Zdjęcie wykonane 20.08.1966 r. w ramach programu CORONA



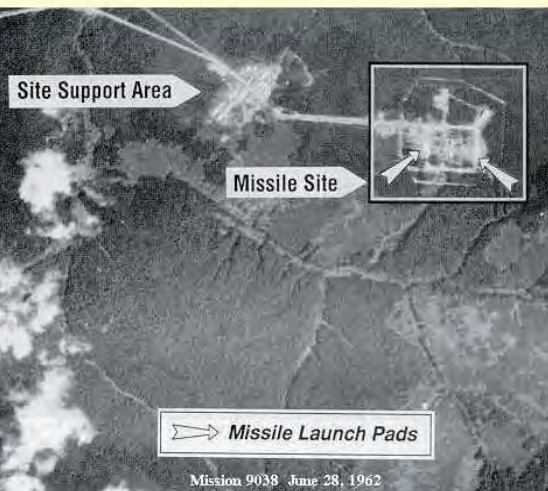
zdjęć panoramicznych do odwzorowań kartograficznych z wykorzystaniem zdjęć gwiazd.

24 lutego 1995 r. prezydent Clinton polecił odtajnić wszystkie zdjęcia wykonane w latach 1960-1972 (zasób ponad 860 tys. zdjęć) w ramach programów CORONA, ARGON i LANYARD. Zdjęcia udostępniane są przez ośrodek EROS Data Center w Sioux Falls (Południowa Dakota), podległy US Geological Survey. Zdjęcia można nabywać w postaci filmu lub odbitek papierowych o wymiarach 240 x 240 mm. Cena kopii wynosi 14-18 USD. Jedną z kamer stosowanych w projekcie można od 1996 roku oglądać w Muzeum Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej w Waszyngtonie.

Schemat pokrycia powierzchni Ziemi zdjęciami szpiegowskimi dostępny jest w Web GLIS USGS pod adresem: <http://edcwww.cr.usgs.gov/webglis/glisbin>. Od 1981 roku NASA wykonywała zdję-



Rosyjskie zdjęcie satelitarne KFA-3000 wykonane z wysokości około 240 km kamerą szpiegowską z obiektywem o ogniskowej 3 metry. Widać samochody na autostradzie oraz pojedyncze domy i wąskie ulice. Rozdzielczość terenowa około 1 metra



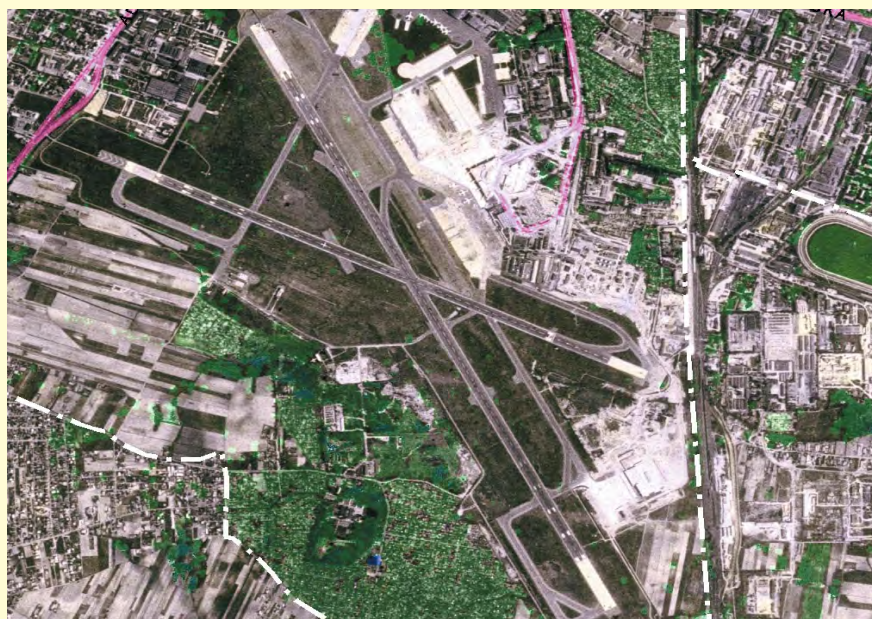
Zdjęcia wyrzutni raketowych w Yurya w ZSRR wykonane w programie CORONA w dniach 16 czerwca 1961 i 28 czerwca 1962 roku. Widać postęp w budowie stanowisk wyrzutni raket SS-7.

cia satelitarne z promów kosmicznych. Wykonano ponad 125 tys. zdjęć kamerami ręcznymi Hasselblad 500/CM i Linhof Aero Technika oraz specjalną kamerą do wykonywania zdjęć stereoskopowych o dużym formacie (LFC), które były wykorzystane do opracowań map topograficznych.

### Program ZENIT

ZSRR również uruchomił własny program wykonywania zdjęć satelitarnych dla celów szpiegowskich (kryptonim ZENIT). Jakkolwiek od 1962 r. ZSRR miał bazy wojskowe na Kubie, jednak nie dysponował takim samolotem szpiegowskim, jak np. U-2. Stąd koncepcja pozyskiwania informacji kartograficznych terenów USA z pułapu satelitarnego. Program ZENIT rozpoczęty został już w 1958 roku, w którym to w ZSRR

w ramach programu Wostok skonstruowano satelity zwiadowcze pod kryptonimem OD-1 i OD-2. Wysyłano w nich kosmonautę, który mógł wykonywać zdjęcia kamerą ręczną. W późniejszym czasie w satelitach umieszczano kamery automatyczne. Od 1961 roku rozpoczęto realizację programu ZENIT. Wykorzystano w nim kapsułę Wostok, w której – poza kamerą – zainstalowano systemy jej orientacji w przestrzeni. Używano kilku kamer fotograficznych SA-20 (z obiektywem o ogni-



Wycinek ortofotomapy cyfrowej międzynarodowego portu lotniczego Okęcie w Warszawie (skala oryginalu 1:50 000). Opracowanie cyfrowe na podstawie rosyjskich zdjęć szpiegowskich wykonanych z wysokości około 240 km kamerą KVR-1000 z obiektywem o ogniskowej 1 m. Widać pasy startowe z białymi liniami osi pasa (szerokość 1 m w terenie) oraz samoloty na miejscach postojowych

skowej 1 m) oraz kamer SA-10 (z obiektywem o ogniskowej 200 mm). Dodatkowo stosowano system rejestracji telewizyjnej „Bajkał”. Następnie skonstruowano system „Ftor-2R” składający się z czterech kamer. Były to trzy kamery z obiektywami o ogniskowej 1 m, wykonujące zdjęcia na filmie o formacie kadru 30x30 cm w pasie 3x60 km, oraz jedna kamera SA-10 o formacie kadru 18x18 cm. Każda z kamer wykonywała około 1500 zdjęć z wysokości około 200 km z rozdzielczością terenową 10-15 m. Kamery do zdjęć szpiegowskich produkowała firma znana z produkcji (dobrego na owe czasy) małoobrazkowego aparatu „Zenit”. Każda misja trwała od 8 do 12 dni. Satelity były umieszczane na orbicie o nachyleniu od 51,8 do 65 stopni zkosmodromów Bajkonur lub Plesetsk (nachylenie orbity 72-81 stopni). Ładownik z filmem był przechwytywany w powietrzu przez odpowiednie służby.

Pierwsze zdjęcia z satelity otrzymano w sierpniu 1960 roku. Pierwsze zdjęcia z misji ZENIT (znane pod nazwą KOSMOS) wykonane zostały w terminie od 28.07 do 8.08 1962 r. Udoskonalony program ZENIT-2 trwał od 1968 r. do 12.05.1970 roku (KOSMOS Nr 334). Następna generacja satelitów szpiegowskich realizowana była pod nazwą ZENIT-4. Użyto w niej nowych kamer z obiektywami o ogniskowej 3 metry i terenowej zdolności rozdzielczej około 1 metra. Piąta generacja satelitów szpiegowskich rozpoczęła wykonywanie zdjęć w 1982 roku, a szósta w 1994. Satelity radzieckie znane w literaturze jako KOSMOS (z odpowiednim numerem) stanowiły 95% wszystkich satelitów umieszczonych na orbitach przez ZSRR. Jedną trzecią z nich stanowiły satelity szpiegowskie.

Porównanie dwóch systemów, amerykańskiego CORONA i radzieckiego ZENIT, zamieszczono w tabeli 2.

## Zastosowania cywilne

W latach 80. w ZSRR dostępne były zdjęcia pod nazwą RESURS. Były one wykorzystywane głównie do opracowań map tematycznych i interpretacji dla celów geologicznych. Była to w gruncie rzeczy cywilna, słabsza wersja zdjęć satelitarnych dla celów naukowych (m.in. dla programu INTERKOSMOS) i gospodarczych. Najnowsze zdjęcia dla celów kartograficznych wykonywane są z wysokości 220 km zestawem kamer KVR-1000 i TK-350 (oraz KFA-3000) z pokryciem stereoskopowym w ramach programu KOMETA. Dane są dostępne w postaci filmu, odbitki na papierze oraz w postaci rastrowego obrazu cyfrowego na CD-ROM-ach. Zdjęcia sa-

Nazwa	Zenit-2	Zenit-4	Corona KH-1, 2, 3	Corona KH-4, 4A, 4B
Czas trwania programu od	1962	1963	1959	1962
do	1967	1970	1962	1969
Liczba misji	81	74	19 (8, 6, 5)	90 (24, 50, 16)
Czas trwania misji [dni]	8	8	3-7	7-15
Wys. orbity [km]	200-350	200-350	200-700	180-400
Liczba kamer	2-4	2	1	3
Ogniskowa [mm]	3x1000 1x200	1x3000 1x200	610	2x610 1x38
Format zdjęć [cm]	klatka 30x30 18x18	klatka 18x18	panorama 5,5x75,7	panorama 5,5x75,7
Liczba zdjęć dla kamery głównej	3x1500		800-1300	2x2700-3600
Zdolność rozdzielcza na ziemi [m]	15-10	1(?)	12-8	8; 2,7; 1,8
Wymiary ładownika z filmem [cm]	230x230	230x230	69x84	69x84
Waga ładownika [kg]	2400	2400	88	88

Tabela 2. Dane programu ZENIT (ZSRR) i CORONA (USA)

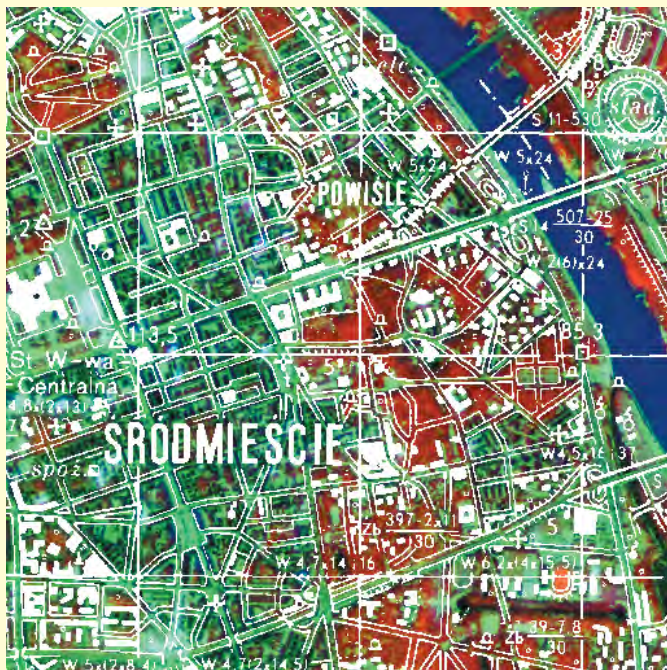
telitarne zostały niedawno odtajnione również w Rosji i dostępne są obecnie do użytku cywilnego.

Zdjęcia spektrostrefowe KFA-1000 są rutynowo wykorzystywane w IGIK do opracowań map tematycznych i topograficz-

nych metodami fotogrametrycznymi od ponad 12 lat. Pierwszą publikacją dotyczącą opracowania ortofotomapy w skali 1:50 000 na podstawie tych zdjęć autor zaprezentował na Kongresie MTFiT w Kioto w Japonii w 1988 r.



Ortofotomapa centrum Warszawy (skala oryginału 1:10 000) wykonana przez autora metody fotogrametrii cyfrowej z rosyjskich zdjęć szpiegowskich KVR-1000



Ortofotomapa centrum Warszawy (skala oryginału 1:25 000) wykonana przez autora metodą fotogrametrii cyfrowej z rosyjskich zdjęć szpiegowskich KVR-1000 z nałożoną (w kolorze białym) wojskową mapą topograficzną w skali 1:25 000. Widoczne jest wzbogacenie treści w porównaniu z mapą kre-skową. Takie zdjęcia można wykorzystać do aktualizacji starych map topograficznych w skali 1:25 000.

Zdjęcia KVR-1000 również były wykorzystane w IGIK do opracowań map satelitarnych rejonu Warszawy i różnych województw w skalach od 1:50 000 do 1:25 000. Maksymalna dokładność opracowanych map była rzędu  $m_{x,y} = +/-6$  m w terenie (poniżej 0,3 mm w skali mapy 1:25 000).

Zdjęcia stereoskopowe wykonane kamerą TK-350 pozwalają na wyznaczenie wysokości punktów terenowych z dokładnością  $m_h < +/-7$  m. Przykładowe rosyjskie zdjęcia satelitarne oraz opracowane na ich podstawie mapy obrazowe zamieszczono w artykule.

Dostępne obecnie w Rosji zdjęcia satelitarne i produkty kartograficzne sprzedawane są przez firmę SOVINFORMSPUTNIK (<http://www.sovinformspudnik.com/product.html>).

Idea Prezydenta Eisenhowera, dotycząca wspólnego projektu uruchomienia programu „Open Skies”, czyli fotografowania terytoriów krajów uczestniczących w programie, została więc zrealizowana przez oba kraje bez formalnej akceptacji przez

rządy USA i ZSRR. Dane satelitarne były jedynymi niezależnymi danymi szpiegowskimi o obiektach przeciwnika, co pozwoliło obu supermocarstwom na otrzymywanie aktualnych danych kartograficznych i interpretacyjnych niemożliwych do pozyskania innymi metodami. Być może przyczyniło się to do zażegnania niebezpieczeństwa wybuchu światowej wojny jądrowej oraz do upadku komunizmu.

**Dr hab. Romuald Kaczyński** jest profesorem Instytutu Geodezji i Kartografii (e-mail: [rom@igik.edu.pl](mailto:rom@igik.edu.pl))

#### Literatura

1. R. A. McDonald, 1997: *CORONA, Between the Sun and the Earth. The first NRO Reconnaissance Eye in Space*. ASPRS, Bethesda, MD, USA.
2. R. Kaczyński, J. Konieczny, 1988: *High resolution Soviet space photographs for topographic mapping*. 16th Congress ISPRS, Kyoto, B 27, T. B 2, pp. 501-505.
3. R. A. McDonald, 1995: *CORONA: Success for Space Reconnaissance, a Look into the Cold War and a Revolution for Intelligence*. ASPRS, Photogrammetric Eng. and Remote Sensing, Vol. 61, No. 6.

*Od naszych instrumentów  
tańsze są tylko  
banany*

PENTAX



**GEOPRYZMAT**  
WYŁĄCZNY PRZEDSTAWICIEL FIRMY **PENTAX**, 05-090 RASZYN, ul. WESOŁA 6, tel./fax (22) 720-28-44