

**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP**

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK

**JAWNE**  
**POUFNE**

Egz. Nr 2



**KOSMOS**  
**MILITARYZACJA KOSMOSU ORAZ PRZECIWDZIAŁANIE**  
**WOJSK LĄDOWYCH, WOJSK LOTNICZYCH I WOJSK**  
**OPK ŚRODKOM KOSMICZNYM PRZECIWNIA**

Część VII

**PRZECIWDZIAŁANIE KOSMICZNYM SYSTEMOM ZABEZPIECZENIA WOJSK**



55697

WARSZAWA

1988



**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP**

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK

JAWNE  
POUFNE

Egz. Nr 2



**K O S M O S**  
**MILITARYZACJA KOSMOSU ORAZ PRZECIWDZIAŁANIE**  
**WOJSK LĄDOWYCH, WOJSK LOTNICZYCH I WOJSK**  
**OPK ŚRODKOM KOSMICZNYM PRZECIWNIKA**

Część VII

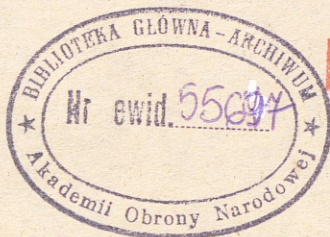
**PRZECIWDZIAŁANIE KOSMICZNYM SYSTEMOM ZABEZPIECZENIA WOJSK**



55697

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK

JAWNE



~~POUFNE~~

Egz. nr 2.



*Indivium*

KOSMOS

MILITARYZACJA KOSMOSU ORAZ PRZECIWDZIAŁANIE WOJSK LĄDOWYCH,  
WOJSK LOTNICZYCH I WOJSK OPK ŚRODKOM KOSMICZNYM PRZECIWIENIKA

Część VII

PRZECIWDZIAŁANIE KOSMICZNYM SYSTEMOM ZABEZPIECZENIA  
WOJSK

*Inteligencyjne  
no. "JAWNE"  
27.01.2005*

*pprk. M. Kertowski*

## SPIS TREŚCI

WSTĘP.....	
1. OCENA MOŻLIWOŚCI KOSMICZNYCH ŚRODKÓW ZABEZPIECZENIA I ICH WPLYW NA DZIAŁANIE WOJSK.....	
1.2. Kosmiczne środki rozpoznania i wojny elektronicznej.....	
1.2. Kosmiczne środki radionawigacji.....	
1.3. Kosmiczne środki meteorologiczne i topogeodezyjne.....	
2. PRZECIWDZIAŁANIE KOSMICZNYM ŚRODKOM ZABEZPIECZENIA.....	
2.1. Ogniove przeciwdziałanie kosmicznym systemom zabez- pieczenia.....	
2.2. Przeciwdziałanie kosmicznym systemom rozpoznania i wojny elektronicznej.....	
2.3. Radioelektroniczne przeciwdziałanie kosmicznym środ- kom radionawigacji.	
2.4. Radioelektroniczne przeciwdziałanie kosmicznym środ- kom meteorologicznym i topogeodezyjnym.....	
3. Uogólnienia i wnioski.....	
Wykaz literatury.....	
Załączniki:	
1. Satelity rozpoznawcze NATO.	

## WSTĘP

Historia techniki satelitarnej została zapoczątkowana przez Związek Radziecki umieszczeniem w 1957 r. na orbicie okołoziemskiej sztucznego satelity typu "Sputnik".

Od tego wydarzenia technika satelitarna rozwinęła się w różnych dziedzinach i z powodzeniem jest wykorzystywana dla potrzeb sił zbrojnych oraz potrzeb cywilnych.

Dla sił zbrojnych najbardziej wszechstronnie rozwinęła się technika rozpoznania, łączności, radionawigacji, obserwowania środowiska.

Obecnie technika satelitarna swoim wykorzystaniem objęła prawie wszystkie rodzaje wojsk i służb oraz obszary działań od strategii do taktyki a często także pojedynczy środek walki i żołnierza.

Technika satelitarna nie wypała dotychczas wykorzystywane środki, lecz je uzupełniła, rozszerzyła obszar wykorzystania a także zwiększyła dokładność prowadzonego rozpoznania, dokonywanych pomiarów i przesyłania różnych sygnałów. Dostęp do systemów satelitarnych z uwagi na wysoki poziom technologii ma tylko ograniczone grono państw.

W zakresie zabezpieczenia wojsk wykorzystywane są systemy satelitarne prowadzące rozpoznanie obiektów i emisję elektromagnetycznych, rozpoznanie stanu atmosfery i powierzchni ziemi dokonywania pomiarów dla potrzeb topogeodezji oraz zapewniające sygnały dla potrzeb nawigacji.

Wraz z doskonaleniem środków transportu oraz urządzeń pokładowych następuje uniwersalizacja w wykorzystaniu poszczególnych satelitów. Realizują często wiele zadań z zakresu rozpoznania, topogeodezji, wykrywania wybuchów jądrowych. W satelitarnych systemach zabezpieczenia montowane są również bloki dla potrzeb łączności.

Dla zbierania informacji ich przetwarzania, wysyłania sygnałów sterujących, zabezpieczenia przepływu informacji wykorzystuje się w sposób powszechny technikę radioelektroniczną i optoelektroniczną

i jakość tych urządzeń posiada decydujący wpływ na wartości techniczne całych systemów kosmicznego zabezpieczenia.

Praca niniejsza przedstawia analizę kosmicznych systemów zabezpieczenia oraz pokazuje możliwości przeciwdziałania im w warunkach prowadzenia działań zbrojnych na Europejskim Teatrze Wojny.

Godzi się zauważyć, że polskie siły zbrojne nie są przygotowane do kompleksowej walki z systemami kosmicznymi, jednak cząstkowe przeciwdziałanie jest w zasięgu naszych możliwości.

## 1. OCENA MOŻLIWOŚCI KOSMICZNYCH ŚRODKÓW ZABEZPIECZENIA I ICH WPLYW NA DZIAŁANIE WOJSK.

### 1.1. Kosmiczne środki rozpoznania i wojny elektronicznej.

Rozpoznanie satelitarne prowadzone jest przez USA od końca lat pięćdziesiątych i stanowi jeden z podstawowych rodzajów rozpoznania strategicznego /strategicznooperacyjnego<sup>x</sup>/ będąc głównym źródłem informacji o przeciwniku w skali globalnej. Wzrost efektywności satelitarnych systemów rozpoznawczych uzyskany w wyniku wykorzystania najnowszych osiągnięć nauki i techniki oraz możliwości bezkarnego penetrowania dowolnego obszaru kuli ziemskiej w okresie pokojowym spowodował, że znaczenie tego rodzaju rozpoznania ciągle rośnie, a jego środki są systematycznie doskonalone kosztem olbrzymich nakładów finansowych /rzędu kilku miliardów dolarów rocznie/. Stąd też obserwuje się szybki rozwój satelitarnych systemów rozpoznawczych przejawiający się w tym, że umieszczane na orbicie satelity posiadają coraz to dłuższy okres aktywnej działalności, skraca się czas dostępu do ich informacji rozpoznawczej i wzrasta jej jakość, a możliwość prowadzenia rozpoznania uniezależniona jest od warunków atmosferycznych i systemów rozpoznawczych.

Aktualnie, na rzecz sił zbrojnych NATO prowadzą rozpoznanie następujące rodzaje systemów rozpoznawczych /rysunek 1/:

- rozpoznania fotograficznego /obrazowego/;
- rozpoznania radioelektronicznego;
- wczesnego ostrzegania;
- wykrywania i obserwacji wybuchów jądrowych;
- rozpoznania akwenów morz i oceanów.

Zdobywanie przy pomocy systemów satelitarnych informacje mają

x/ amerykańskie regulaminy dzielą rozpoznanie na strategiczne i operacyjne, natomiast zachodnoniemieckie - na strategiczno-operacyjne i taktyczne.

ułatwić realizację głównych zadań rozpoznawczych do których w okresie pokoju można zaliczyć:

- zdobywanie danych o zamierzeniach wojskowo-politycznych dotyczących przede wszystkim planów użycia sił zbrojnych, a zwłaszcza użycia broni jądrowej;

- dokonywanie oceny sytuacji wojskowo-politycznej i ekonomicznej państw socjalistycznych;

- studiowanie składu bojowego sił zbrojnych i stanu ich gotowości bojowej;

- wykrywanie i określanie systemów wzrostu gotowości obronnej sił zbrojnych państw Układu Warszawskiego;

- studiowanie doktryn polityczno-wojskowych i sztuki operacyjnej;

- zdobywanie danych o rozwoju i wprowadzeniu do uzbrojenia nowej techniki bojowej; a szczególnie dotyczących broni masowego rażenia i środków jej przenoszenia;

- zdobywanie danych na temat operacyjnego przygotowania terenu, to znaczy rozmieszczenia i charakteru obiektów wojskowych, zakładów przemysłowych, ośrodków administracji państwowej, zasobów materiałowych itd.

Zasadniczymi obiektami rozpoznania satelitarnego mogą w tym okresie być:

- siedziby dowództw i sztabów /związków taktycznych, operacyjnych, instytucji centralnych/;

- stanowiska dowodzenia i systemy łączności;

- wojska w rejonach stałej dyslokacji;

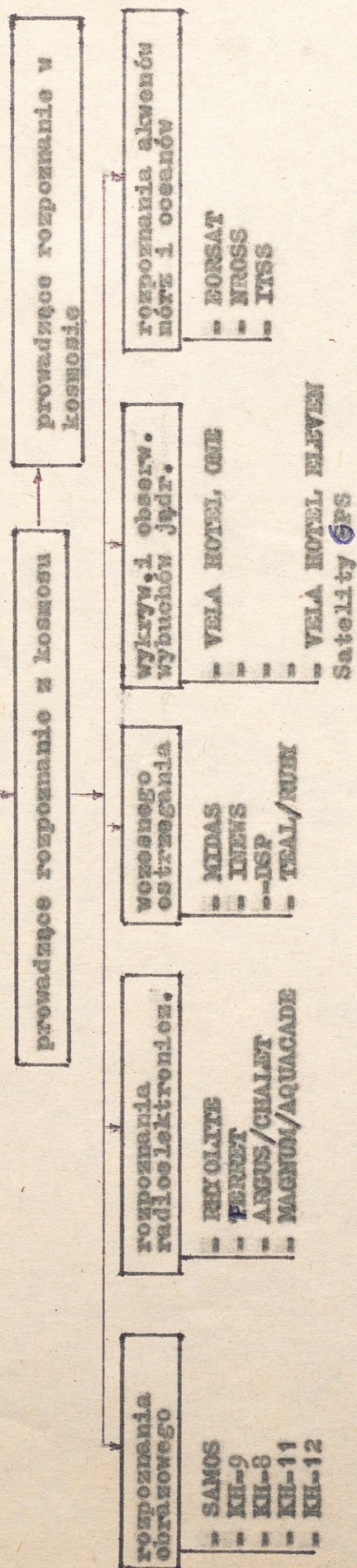
- siedziby wyższych uczelni wojskowych;

- poligony wojskowe;

- bazy materiałowo-technicznego zabezpieczenia wojsk;

- system linii komunikacyjnych;

- urządzenia fortyfikacyjne;



Rysunek 1. Klasyfikacja x/ satelitarnych systemów rozpoznawczych.

x/ Zaprezentowana klasyfikacja, mimo tego iż przyjęta została powszechnie w literaturze przedmiotu, obarczona jest błędem logicznym, polegającym na braku jednoczesnego kryterium podziału na niższym jej szczeblu, co utrudnia wazeregowanie poszczególnych typów satelitów do określonej grupy i jest przyczyną drobnych rozbieżności - te same satelity przez różnych autorów zaliczane są do innych grup. Przedstawiony na rysunku podział satelitów dokonany został na podstawie amerykańskiego monitora obronnego "THE DEFENCE MONITOR" nr 10/86 Waszyngton/ oraz artykułów magazynu "Aviation Week and Space Technology".

- rejony dogodne do wysadzania desantów;
- zmiany w stanie pokrycia i rzeźby terenu wynikające z działalności wojskowo-inżynieryjnej;
- rejony dogodne do działań i koncentracji wojsk.

Znacznego nasilenia działalności rozpoznawczej należy się spodziewać w okresie wzrostu napięć w sytuacji międzynarodowej, który dowództwo połączonych sił zbrojnych NATO określa mianem zagrożenia wojennego. W tym okresie działalność rozpoznawcza skierowana będzie zapewne na zbieranie informacji niezbędnych do planowania operacji strategicznej. Główny wysiłek rozpoznania skupiony więc zostanie na określeniu stanu gotowości przeciwnika do prowadzenia działań bojowych. Dlatego też w okresie zagrożenia wojennego przewiduje się umieszczenie w przestrzeni kosmicznej zwiększonej ilości satelitów rozpoznawczych /w tym satelitów rozpoznania szczegółowego KM-8 Closelook/ oraz dokonanie korekty parametrów orbit manewrowych satelitów rozpoznania obrazowego radioelektronicznego /KH-12, Argus-fahalet, Magnum /Agnacode/ mającej na celu zapewnienie ciągłej obserwacji strefy przyszłych działań bojowych. Obiektami szczególnego zainteresowania będą prawdopodobnie:

- systemy dowodzenia wojskami i kierowania środkami walki przeciwnika od szczebla taktycznego wzwyż;
- zgrupowania czołgów, wozów bojowych i transporterów opancerzonych
- jednostki i pododdziały wojsk raketowych i artylerii;
- zgrupowania wojsk desantowych;
- rubieże obronne i ich rozbudowa inżynieryjna;
- przeprawy na przeszkodach wodnych;
- polowe bazy zabezpieczenia materiałowo-technicznego;
- kolumny pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych na obszarze całego kraju;
- kolejowe transporty wojskowe w stacjach załadunkowych i na szlakach przejazdu;

- kolumny samochodów transportowych.

Rozpoznanie tych obiektów realizowane będzie głównie z wykorzystaniem satelitów rozpoznania obrazowego i satelitów rozpoznania radioelektronicznego, których około 40-50 sztuk<sup>x</sup> prowadzi aktywną działalność w przestrzeni kosmicznej /tabela 1 rys.2/.

obrazowa	RE	Satelity rozpoznawcze			Satelity geodezyj.	Satelity nawigacyjne
		wczesnego ostrzeg.	wykryw. wyk.jądr.	rozpoz. mórz i ocean.		
6						1
6		2				2
23		3				3
41	4	1			1	1
24	7	2	2			3
36	8		2		2	3
38	5		2		6	4
44	10	3			5	4
40	13	1	2	1	3	4
45	14	2		1	3	3
44	17	1	2		3	1
38	17	3	2		2	
35	18	1		1	2	2
38	10	2		1	2	4
40	14	3		1	1	4
33	13	1		2	2	5
39	10	4		4	4	5
39	12	2		6	2	9
36	8	5		7	1	9
38	7	4		1	1	12
37	6	4		3		6
37	7	5		8		8
39	4	7		8		6
M 776	204	47	12	50	40	97

Rysunek 2. Zestawienie ilościowe "aktywnych" satelitów znajdujących się na orbitach dokołoziemskich w latach 1959-1981.  
/na podstawie: SIPRI Yearbook 1982/

x/ Wielkość ta utrzymuje się na zbliżonym poziomie od kilku lat /patrz tabela 1/ oznacza to jednak gwałtowny wzrost możliwości rozpoznawczych, gdyż w ostatnich latach postępuje szybki rozwój nauk technicznych a ich zdobycze zwłaszcza elektroniki są natychmiast wykorzystywane do celów wojskowych, co powoduje że praktycznie każdy kolejny satelita jest udoskonaloną wersją swego poprzednika i posiada niekiedy nieporównywalnie większe możliwości techniczne.

## Satelitarne systemy rozpoznania obrazowego<sup>x/</sup>.

Satelity rozpoznania obrazowego stanowią najliczniejszą grupę satelitów rozpoznawczych /tabela 1/ utrzymywanych w kosmosie przez Stany Zjednoczone, należy więc sądzić, że spoczywa na nich główny ciężar realizacji zadań rozpoznawczych. Stwarzają one poważne zagrożenie, gdyż na podstawie otrzymywanych za ich pomocą obrazów, potencjalny przeciwnik może na bieżąco śledzić rozwój systemu obronnego państw Układu Warszawskiego, wykrywać i lokalizować obiekty, od funkcjonowania których zależy trwałość tego systemu, a uzyskane dane /razem z pomiarami geofizycznymi dokonywanymi przez inne satelity/ są podstawą do opracowania listy celów strategicznych na wypadek wojny jądrowej. Lista celów strategicznych na wypadek wojny jądrowej. Lista celów strategicznych Stanów Zjednoczonych, będąca podstawą SIOP /Single Integrated Operation Plan - Jednolity Zintegrowany Plan Operacyjny/ jest stale rozszerzana, a w 1984 roku znajdowało się na niej 40 tysięcy obiektów na terytorium ZSRR i innych państw socjalistycznych<sup>xx/</sup>. Satelity rozpoznania obrazowego są więc jednym z istotnych atrybutów odstraszania nuklearnego.

Aktualnie stosowane są trzy techniki otrzymywania obrazu.

Pierwsza z nich, najstarsza, polega na fotografowaniu wybranych obszarów powierzchni Ziemi przy pomocy teleskopowych kamer

x/ Wielu autorów mówi o satelitarnej rozpoznaniu fotograficznym /mając na myśli wszystkie systemy satelitarne przekazujące obraz powierzchni lądów co nie jest określeniem ścisłym, gdyż ostatnim satelitą wykorzystującą typową kamerę fotograficzną był Bird /1971 r./ następne zaś stosowały technikę fototelewizyjną /KH-11/ lub wielospektralną technikę telewizyjną /KH-12/. Dlatego też bardziej adekwatnym wydaje się być określenie "rozpoznanie obrazowe" - termin ten jest wykorzystywany w opracowaniach Zarz. II Sztab. Gen. WP.

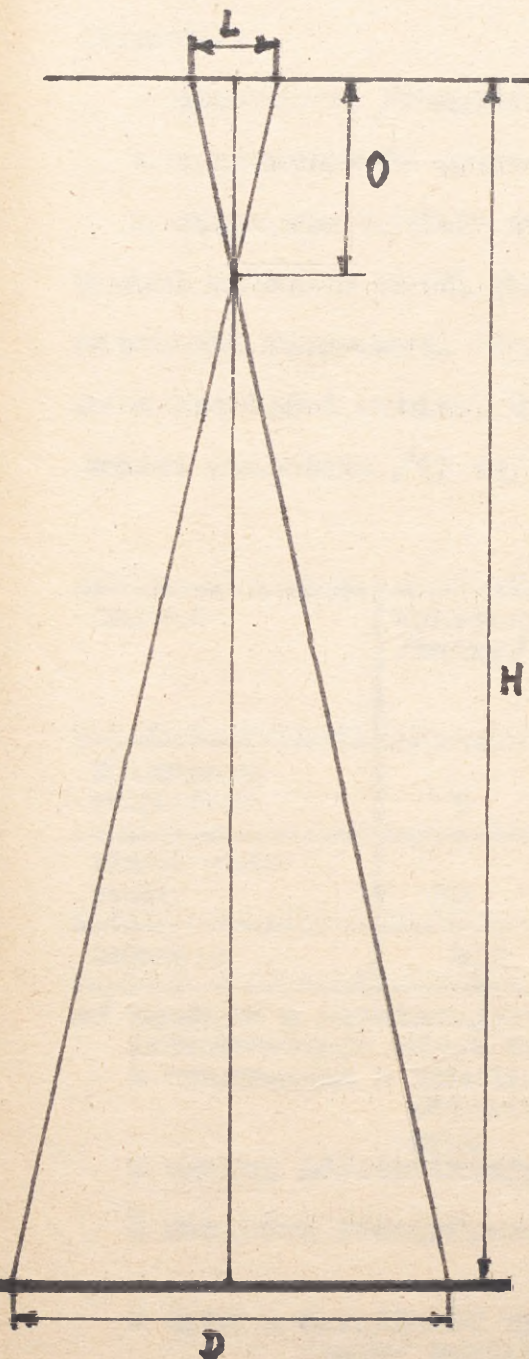
xx/ Z. Broniarek, A. Karkoszka: "Źródła spirali sbrojeń", W MON Warszawa 1985 r.

fotograficznych zamontowanych zwykle na heliosynchronicznych orbitach. Technikę tę wykorzystują satelity KH-8 /CLOSELOOK/, których kilka sztuk znajduje się w zapasach amerykańskich sił powietrznych z przeznaczeniem do wykorzystania w sytuacjach "alarmowych" <sup>2</sup>/. Ostatnio satelita tego typu umieszczony był na orbicie biegunowej /130-350 km/ w kwietniu 1984 roku i pozostawał na niej 128 dób. Wyposażony był w kamerę fotograficzną o ogniskowej długości rzędu 6 metrów oraz pojemniki z filmem o rozdzielczości około 175 linii na milimetr. Orbita została tak dobrana, że jej perygeum /130 km/ wypadło nad fotografowanym rejonem co pozwoliło uzyskać rozdzielczość zdjęć rzędu 12 cm /patrz rysunek 3/, a zatem teoretycznie każdy obiekt znajdujący się na powierzchni Ziemi o średnicy powyżej 12 cm mógł być zidentyfikowany na podstawie zdjęć wykonanych przez satelitę CLOSELOOK. Tak wysoka rozdzielczość pozwoliłaby rozpoznać nie tylko rodzaj uzbrojenia i techniki bojowej, a również jej typ /potrzeby w zakresie rozdzielczości wymaganej do interpretacji zdjęć przedstawiono w tabeli 2 rys. 4/.

Rzeczywista rozdzielczość zdjęć satelitarnych, rozumiana jako średnica najmniejszego obiektu, który można rozpoznać na zdjęciu, jest jednak wielkością trudno wymierną, uzależnioną od wielu czynników, takich jak:

- długość fali światła projekcji;
- jakość /drobnoziarnistość, czułość/ filmu lub innego rodzaju materiału, na który dokonywana jest projekcja;
- jakość systemu optycznego;
- długość ogniskowej teleskopu;
- rozwartość optyczna soczewek i zwierciadeł /decydująca o tym ile światła może zebrać obiektyw/;

OZNACZENIA



L - szerokość linii taśmy filmowej /jeżeli na 1 mm taśmy mieści się około 175 linii wówczas

$$L = \frac{1}{175} \cong 0,0057 \text{ mm/;}$$

O - ogniskowa kamery fotograficznej /w przypadku /KH-8 O  $\cong$  6 m/;

H - odległość w jakiej znajduje się kamera od fotografowanego obiektu /dla KH-8 H 120 km/

D - średnica najmniejszego obiektu /części płaszczyzny/ jaki może być odzwierciedlony na taśmie filmowej w sposób umożliwiający jego identyfikację /rozdzielczość zdjęcia/

$$D = \frac{L \cdot H}{O}$$

dla KH-8

$$D = \frac{5,9 \cdot 10^{-4} \cdot 13 \cdot 10^6}{600} \cong 12 \text{ cm}$$

Wnioski:

Średnica najmniejszego możliwego do sfotografowania obiektu /rozdzielczość zdjęcia satelitarnego/ jest wprost proporcjonalna do długości ogniskowej kamery fotograficznej, a zatem, biorąc

pod uwagę tendencję do zwiększania rozdzielczości zdjęć satelitarnych /uzyskiwania możliwości identyfikacji jak najdrobniejszych szczegółów należałoby się liczyć z:

- zwiększaniem długości ogniskowej kamer fotograficznych;
- zwiększaniem rozdzielczości taśm filmowych wykorzystywanych do zdjęć satelitarnych /większa ilość linii na 1 mm taśmy - a więc mniejsza szerokość linii/;
- sprawdzeniem satelitów rozpoznawczych na okres wykonywania zdjęć na jak najniższej wysokości.

Rys. 3. Podstawowe uwarunkowania rozdzielczości fotograficznych zdjęć satelitarnych.

- wysokość orbity /oddalenie kamery od fotografowanego obiektu/;

- nieostrość /zamlenie/ atmosfery;

- kontrastowość optyczna obiektu.

A zatem rzeczywista rozdzielczość zdjęć wykonywanych przy pomocy satelity KH-8, jeśli wierzyć danym dotyczącym jakości materiału filmowego, długości ogniskowej kamery fotograficznej oraz wysokości orbity, nie może być tak wysoka jak sugerują to źródła zachodnie /12 cm/ nawet przy założeniu, że wykonywane

TABELA 2

Obiekt	Wykrywanie <sup>x/</sup> /metry/	Ogólna iden- tyfikacja <sup>x/</sup> /metry/	Dokładna identy- fikacja <sup>x/</sup> /metry/	Opis <sup>x/</sup> /metry/
Wyrzutnia rakietowa	3	1,5	0,6	0,3
Okręt pod- wodny	30	6	1,5	0,9
Samolot	4,5	1,5	0,9	0,15

x/ Zgodnie z obowiązującymi w Stanach Zjednoczonych ustaleniami interpretacja zdjęć satelitarnych obejmuje:

- wykrywanie - lokalizację i określenie kategorii jednostek, obiektów lub działalności o znaczeniu militarnym;
- ogólną identyfikację - określenie rodzaju ogólnego typu obiektu /celu/;
- dokładną identyfikację - rozróżnienie typu obiektu /celu/ na podstawie posiadanych wzorców rozpoznawczych;
- opis - określenie wybranych charakterystyk wykrytego obiektu /celu/ takich jak: wielkość /rozmiary/, konfiguracja /topografia/, elementy składowe /bloki, podzespoły/, wyliczenie wyposażenia itd.

Zarówno ustępną jak i sznycielowa interpretacja zdjęć odbywa się poprzez komputerowe porównywanie kolejnych zdjęć tego samego rejonu /wykonanych o tej samej porze dnia i z tego samego punktu na orbicie/. Obiekty rozpoznawane są na podstawie wzorców rozpoznawczych zakodowanych w pamięci komputera oraz różnic pomiędzy poszczególnymi zdjęciami wychwytywanych poprzez wyspecjalizowaną aparaturę fotoelektroniczną.

Rys. 4. Wymagania w stosunku do rozdzielczości zdjęć satelitarnych niezbędnej do ich interpretacji /opracowane na podstawie "The Defence Monitor" Nr 10/86/.

były one przy bardzo dobrych warunkach atmosferycznych, a napewno nie odnosi się ona do wszystkich rodzajów obiektów i do całej powierzchni fotografowanej obszaru. Niemniej, jeśli nawet w stosunku do małokontrastowych przedmiotów rozdzielczość obrazu pogorszy się o rząd wielkości i będzie wynosiła około 100 cm, pozostaje ona

bardzo wysoką i salicyć ją można do silnych stron systemu CLOSE-LOOK. Inną silną stroną tego systemu jest manewrowość satelitów KH-8, która pozwala wykonywać zdjęcia dokładnie z tego samego punktu na orbicie & o tej samej porze dnia, co znacznie usprawnia proces interpretacji zdjęć, ponieważ zapewnione są niemalże identyczne warunki ekspozycji świetlnej fotografowanego obszaru, bardziej widoczne więc są wszelkie zachodzące na nim zmiany /np. zmiany miejsca położenia lub pojawienie się nowych obiektów/.

System CLOSELOOK posiada jednak kilka słabych punktów. Najważniejszym z nich jest całkowite uzależnienie od warunków atmosferycznych. Zdjęcia mogą być wykonywane tylko w dobrych warunkach atmosferycznych, gdy fotografowany obszar jest dobrze oświetlany przez słońce, a zatem mimo, że satelita przelatuje nad celem dwukrotnie w ciągu doby /raz w dzień i raz w nocy/ zdjęcia może wykonywać tylko raz i to tylko w słoneczne dni/.

Kolejną poważną niedoskonałość tego systemu stanowi sposób przekazywania obrazu na Ziemię. Satelita jest wyposażony w kilka ognioodpornych pojemników, w których umieszczane są taśmy filmowe po ich naświetleniu, następnie pojemniki taśm na rozkaz z ośrodka kierowania, lub automatycznie są wyrzucane w kierunku Ziemi i przechwytywane w powietrzu przez samoloty wojskowe lub wylądowane z oceanu przez śmigłowce czy kutry. Przechwycony /wylowiony/ pojemnik jest transportowany do ośrodka zbierania i opracowywania danych, tam taśmy filmowa jest wywoływana, wykonywane są odbitki

które podaje się komputerowej fotointerpretacji, a po jej zakończeniu i opracowaniu wyników informacja rozpoznawcza przekazywane są do kompetentnych organów sztabowych. Czas dostępu do informacji rozpoznawczej wynosi od kilku tygodni do kilku miesięcy, co powoduje dezaktualizację znacznej części zdobytych informacji, aktualnymi pozostają jedynie informacje dotyczące obiektów stacjonarnych oraz wolno zachodzących procesów /rozbudowa inżynieryjna i fortyfikacyjna oraz inne przedsięwzięcia operacyjnego przygotowania terenu/. Nasuwa się stąd wniosek, że najbardziej prawdopodobnym zadaniem pozostających w rezerwie sił powietrznych USA satelitów KH-8, w przypadku ich wykorzystania, będzie szczegółowe rozpoznanie operacyjnego przygotowania terenu.

Na terytorium Polski zasadniczymi obiektami rozpoznania prowadzone za pomocą systemu CLOSSELOOK mogą być najprawdopodobniej:

- siedziby dowództw i sztabów /związki taktycznych, związków operacyjnych, instytucji centralnych/;
- system komunikacji, a zwłaszcza sieć dróg kołowych, kolejowych, wodnych oraz lotniska, które mogą być wykorzystane do przewozu /przemieszczania, przegrupowania, manewru, ewakuacji/ wojsk i ich tyłów oraz ładunków wojskowych;
- bazy materiałowo-technicznego zabezpieczenia wojsk;
- rejony dogodne do wysadzania desantów zwłaszcza na rubieżach: Odry-Nysy, Wisły, wybrzeża morskiego;
- urządzenia fortyfikacyjne, rubieże obronne i ich rozbudowa fortyfikacyjna;
- rejony dogodne do koncentracji i działań wojsk;
- przeprawy na przeszkodach wodnych.

Dość najlepszą jest druga, stosowana jeszcze doraźnie technika rozpoznania obrazowego, polegająca na wykorzystaniu wielospektral-

*Rep. obrazowe*

- 16 -

nej kamery fotograficznej /wyprodukowanej przez firmę Eastman Kodak/ dokonującej obróbki materiału filmowego w sposób automatyczny /na pokładzie satelity/ oraz skanera telewizyjnego /Laboratoria CBS/ przetwarzającego zdjęcie na ciąg elektrycznych sygnałów cyfrowych, które są następnie przesyłane kanałami radiowymi do naziemnego ośrodka zbierania i opracowania informacji rozpoznawczych. Tę technikę stosują satelity KH-9 /Big Bird/ i Dasp, które są wykorzystywane do prowadzenia rozpoznania obrazowego rejonów budzących szczególne zainteresowanie amerykańskich organów rozpoznawczych<sup>x/</sup>. Niezależnie od przekazywania obrazu drogą radiową, satelity serii Big Bird wyposażone są w specjalne pojemniki, w których wrzuca się materiał filmowy na Ziemię, celem zapewnienia możliwości dokładniejszej fotointerpretacji wybranych obiektów, ponieważ rozdzielczość obrazu przekazywanego drogą radiową wynosi około 1 m, podczas gdy rozdzielczość obrazu utrwalonego na materiale filmowym sięga rzędu 15-30 cm. W

Satelity Big Bird zachowały silne strony systemu KH-8, a więc wysoką rozdzielczość zdjęć i manewrowość pozwalającą wykonywać zdjęcia dokładnie z tego samego punktu orbity. Powazną ich zaletą jest zastosowanie wielospektralnej kamery fotograficznej wywołującej materiał filmowy na pokładzie satelity i skanera telewizyjnego przekazującego uzyskany obraz na Ziemię.

x/ Satelity te zakończyły już swoją służbę jako zasadniczy środek rozpoznania obrazowego i wykorzystane są tylko do zadań doradczych m.in. w 1981 roku KH-9 był umieszczony na orbicie do prowadzenia rozpoznania obrazowego obszaru Polski, gdyż spodziewano się "interwencji radzieckiej". Obecnie wystrzeliwany jest przeciętnie jeden satelita tego rodzaju rocznie.

Wielospektralna kamera fotograficzna pozwala rejestrować obraz jednocześnie w kilku kanałach fotooptycznych co umożliwia uwzględnienie projekcji fotografowanych obiektów w funkcji długości fali światła. Ułatwia to zdecydowanie fotointerpretację zdjęć satelitarnych, gdyż właściwości optyczne powierzchni obiektów zmieniają się wraz z długością fali światła projekcji. Inaczej mówiąc, jeśli pomalujemy czołgi zwykłą białą olejną farbą i wyprowadzimy je na ośnieżone pole będą one małowidoczne w stosunku do otoczenia i niemożliwe do wykrycia na zdjęciach satelitarnych wykonanych techniką fotografii kolorowej w barwach naturalnych, natomiast na obrazie zarejestrowanym przez kanał fotooptyczny pracujący w ultrafiolecie będą one doskonale widoczne gdyż powierzchnia śniegu odbija 80-90 % fal o tej długości podczas gdy inne powierzchnie około 19 %. Podobna sytuacja występuje w przypadku roślinności oraz farby zielonej, którą malowany jest nasz sprzęt bojowy choć dotyczy ekspozycji światłem o innej długości fali.

Wywoływanie filmu na pokładzie satelity oraz przekazywanie uzyskanego obrazu przy pomocy skanera telewizyjnego na Ziemię zapewnia organom rozpoznawczym dostęp do zdobytych informacji w ciągu 2-3 godzin, co oznacza, że po upływie tego czasu od momentu wykonania zdjęcia satelitarnego organa dowódcze i sztabowe będą dysponowały informacją dotyczącą rodzaju, ilości i miejsca rozmieszczenia uzbrojenia i techniki bojowej oraz elementów operacyjnego przygotowania terenu w fotografowanym rejonie. Szerokość fotografowanego pasa podczas prowadzenia rozpoznania szczegółowego wynosi 120 km,

x/ Teleskopowe układy fotooptyczne o zmiennej ogniskowej pozwalają podczas prowadzenia rozpoznania szczegółowego wykonywać zdjęcia wybranych fragmentów obszaru znajdującego się w polu widzenia obiektu /120 km/ o szerokości 13-15 km.

a podczas rozpoznania ogólnego 300 km, a satelita serii Big Bird może przelatywać nad tym samym obszarem raz na dwie-trzy doby. Stąd nasuwa się wniosek, że pojedynczy satelita KH-9 celem sfotografowania całego obszaru Polski potrzebowałby w przypadku prowadzenia rozpoznania szczegółowego - 10-15 dób /5 przelotów nad obszarem kraju/, w przypadku rozpoznania ogólnego - 426 dób /dwa przeloty/, a do wykonania tych zadań w ciągu jednej doby należałoby użyć odpowiednio 5 i 2 satelity tej klasy<sup>x/</sup>.

Satelitarne systemy rozpoznania obrazowego serii Big Bird obarżone są poważnymi niedoskonałościami, z których najważniejszą pozostaje całkowite uzależnienie możliwości prowadzenia rozpoznania od dobrych warunków atmosferycznych i od korzystnej ekspozycji świetlnej rozpoznawanych obiektów. Nadal więc, podobnie jak w przypadku KH-8, zdjęcia będą posiadały wymaganą rozdzielczość tylko w przypadku ich wykonywania w słonecznej dni, przy odpowiednio przezroczystej atmosferze i jeśli obiekty będą wystarczająco kontrastowe w stosunku do tła. Innym wrażliwym punktem systemu jest sposób przekazywania obrazu. W przypadku wystąpienia zakłóceń w radiowym kanale łączności, może wystąpić zniekształcenie, częściowa lub całkowita utrata informacji /obrazu/, którą można będzie wprawdzie odzyskać, ale w kilka tygodni lub jeszcze później po ewentualnym przechwyceniu zrzuconego przez satelitę pojemnika z taśmą filmową. W tym czasie znaczna część informacji rozpoznawczych utraci już swoją wartość.

Istotnym mankamentem, rzutującym na żywotność systemów Big Bird /czas ich aktywnej działalności na orbicie wynosił 50-80 do

x/ Na orbitach biegunowych Stany Zjednoczone utrzymywały przeciętnie około 40 satelitów rozpoznania obrazowego, należy się więc liczyć z tym, że rozpoznanie obszaru Polski prowadzone jest w sposób ciągły.

180 dni jest rozchodowanie paliwa silników umożliwiającą korygowanie parametrów lotu oraz zakodowanie materiałów filmowych i chemikaliów niezbędnych do wywoływania zdjęć na pokładzie satelity. Problem ten mają rozwiązać promy kosmiczne.

Z przedstawionej charakterystyki systemów stosujących fototelewizyjną technikę rozpoznania obrazowego wynika, że przy ich pomocy mogą być rozpoznawane wszystkie zasadnicze obiekty rozpoznania satelitarnego /strona 4,5/, a także wykrywany i śledzony może być ruch wojsk zwłaszcza podczas ich przegrupowania drogami kołowymi, kolejowymi i morskimi na duże odległości. Uzyskane obrazy mogą być wykorzystane do tworzenia i aktualizowania wzorców rozpoznawczych obiektów dowodzenia i tyłowych, sposobu rozmieszczenia wojsk w terenie oraz zasad ich wykorzystania.

Możliwości satelitarnego rozpoznania obrazowego, zdecydowanie wzrosły w wyniku zastosowania techniki wideo do "obserwacji" powierzchni Ziemi. Technikę tę wykorzystują znajdujące się aktualnie w przestrzeni kosmicznej satelity KH-11 i KH-12 /IKON/.

Zasadnicza różnica w stosunku do wcześniej omówionej techniki fototelewizyjnej polega na wyeliminowaniu materiału fotograficznego jako powierzchni, na którą dokonywana była projekcja fotografowanego obszaru Ziemi przy pomocy teleskopowego obiektywu. Materiał fotograficzny został zastąpiony elementem ze sprzężeniem ładunkowym CCD /Charged Couple Devices/. CCD przedstawia sobą siatkę, w której umieszczone są mikroskopijne czujniki fotooptyczne. Każdy czujnik wytwarza potencjał elektryczny proporcjonalnie do intensywności padającego nań światła, odbitego od obrazu znajdującego się w polu widzenia układu optycznego kamery. Potencjały wszystkich czujników są kolejno mierzone i informacja o ich wartości wraz z adresami /koordynatami położenia czujnika w siatce

CCD/ wzujników których te wartości dotyczą, jest przekazywana na Ziemię do centrum komputerowego. Na ekranie wizyjnym o podwyższonej rozdzielczości /odpowiadającej liczbie czujników w siatce CCD/ odtwarzany jest obraz rejestrowany w danej chwili przez kamerę umieszczoną na satelicie. Na bieżąco obraz jest składowany w pamięci komputera, a następnie - poddawany automatycznej fotointerpretacji. Analityk siedzący przy konsoli wizyjnej może w dowolnym momencie zwiększyć ogniskową kamery gdy obraz wydał mu się interesujący.

W ten sposób zapewnione zostało prowadzenie satelitarnego rozpoznania obrazowego w czasie rzeczywistym.

Znaczne podwyższenie skuteczności tego rodzaju rozpoznania uzyskane zostało w wyniku zastosowania skanera wielospektralnego umożliwiającego rejestrowanie przy pomocy CCD projekcji obserwowanego obszaru przy różnych długościach fal światła widzialnego i w podczerwieni. Obraz w podczerwieni zawiera znacznie więcej informacji niż obraz otrzymany w wyniku projekcji światła widzialnego. Termiczna podczerwień /"ciepło"/ jest raczej emitowana niż odbijana, stąd skaner pozwala otrzymywać obraz powierzchni Ziemi również nocą. Obiekty o różnej temperaturze emitują energię w podczerwieni z różną intensywnością. Obiekty o różnej jakościowo powierzchni nawet jeśli posiadają ten sam kolor inaczej odbijają fale świetlne określonej długości.

Dlatego analitycy na podstawie obrazów wykonanych techniką wielospektralną są w stanie rozróżnić na przykład siatki maskujące od środowiska, które one imitują. Ukryte pod ziemią obiekty /schrony, silesy, stanowiska dowodzenia/ wywołają zapewne zmianę intensywności promieniowania cieplnego ziemi w miejscu ich ukrycia, co może je zdemaskować.

Zarejestrowany przez kamerę obraz przesyłany jest na Ziemię za pośrednictwem systemu łączności satelitarnej w kanale o odpowiednio wysokiej częstotliwości /1,76-3,00 GHz/ zapewniającym przekazywanie danych z szybkością do 256 000 bitów w ciągu sekundy<sup>x/</sup>.

Satelity KH-11 i KH-12 nie różnią się od siebie techniką prowadzenia rozpoznania. KH-12 /IKON/ jest udoskonaloną wersją satelity KH-11. Satelita KH-12 posiada rozdzielczość rzędu 15 cm podczas gdy KH-11 - 1,5 do 3 m /przy zbliżeniu nad cel - do 0,4 m/ KH-11 umieszczony jest na orbicie biegunowej /125-415 km/. IKON prowadzi rozpoznanie ogólne z wysokich orbit biegunowych /może je zmieniać/ a do rozpoznania wyznaczonych celów schodzi na wysokość do 130 kilometrów. Jest on przystosowany do uzupełniania paliwa w kosmosie. Cztery umieszczone w przestrzeni kosmicznej satelity KH-12 tworzą system, który jest w stanie podjąć prowadzenie w trybie ciągłym wyznaczonego obszaru kuli ziemskiej w ciągu dwudziestu minut od postawienia zadania. Zarówno KH-11 jak i KH-12 wyposażone są dodatkowo w aparaturę rozpoznania radioelektronicznego.

Newralgicznym punktem systemów KH-11 i KH-12 jest kanał przekazywania obrazu na Ziemię, zakłócenie którego może spowodować utratę informacji rozpoznawczych. Przewiduje się w przyszłości usunięcie tej niedoskonałości poprzez wyposażenie satelity KH-12 w komputer z odpowiednio pojemnym buferem pamięci, w którym składowany byłby obraz rejestrowany przez kamerę w przypadku niemożliwości przesłania go do stacji naziemnej /zakłócenie kanału łączności, znisz-

x/ "The New High Ground Strategie and Weapons of Space War", s.113

ozenie stacji naziemnej itp./.. Obraz ten przesyłany byłby zaraz po edzyskaniu łączności z macierzystym stacjonarnym centrum komputerowym lub po nawiązaniu łączności z innym ośrodkiem zbierania i opracowania informacji rozpoznawczych przystosowanym do odbioru obrazu satelitarnego w technice video. Planuje się budowę mobilnej, wersji tego rodzaju ośrodków, które w zdaniem specjalistów zachodnich, będą miały większe szanse przetrwania w przypadku rakietowego ataku przeciwnika.

Poważna słabość techniki video wynika z podstawowych zasad jej funkcjonowania. Jak już wspomniano projekcja stosunkowo dużego obszaru dokonywana jest na cały element ze sprzężeniem ładunkowym za pośrednictwem zmiennoogniskowych układów fotooptycznych składających się z soczewek i zwierciadeł. Jeśli ten układ znajdzie się w wiązce emisji naziemnego lasera, obezwładnienia ulegają wszystkie przystosowane do odbioru bardzo małej energii czujniki i następuje całkowita utrata wizji przynajmniej dotąd, dopóki laser będzie się znajdował w polu widzenia kamery, jeśli jego promieniowanie nie będzie wystarczająco silne by spowodować bezpowrotne uszkodzenie elementu ze sprzężeniem ładunkowym.

Z przedstawionej charakterystyki wynika, że systemy rozpoznawcze stosujące technikę video mogą realizować wszystkie zadania stawiane przed satelitarnym rozpoznaniem obrazowym dostarczając organom rozpoznawczym informacji o wykrytych obiektach w czasie rzeczywistym. Obiektami rozpoznania tych systemów mogą być zarówno cele stacjonarne jak i mobilne.

Głównymi obiektami rozpoznania na obszarze naszego kraju prawdopodobnie są:

- siedziby dowództw i sztabów /ZT, ZO, IC MON/ oraz elementy polowych systemów dowodzenia wojskami i kierowania środkami walki

tych szczebli;

- wojska w rejonach stałej dyslokacji i na poligonach;
- elementy operacyjnego przygotowania terenu, zwłaszcza system komunikacyjny oraz stacjonarne składy materiałów pędnych i smarów oraz bazy materiałowo-technicznego zabezpieczenia wojsk;
- elementy systemu obrony powietrznej kraju;
- zmiany w stanie pokrycia i rzeźby terenu; wynikające z działalności wojskowo-inżynierskiej;
- rejony dogodne do działań i koncentracji wojsk;
- rejony dogodne do wysadzenia desantów powietrznych i morskich;
- inne obiekty o znaczeniu wojskowym.

Przeprowadzona analiza satelitarnych systemów rozpoznania obrazowego wskazuje, że możliwości tych systemów w zakresie rozpoznania terytorium Polski przedstawiają się następująco:

1. W okresie pokoju /przyjmując, że w kosmosie utrzymywane jest około 40 satelitów rozpoznania obrazowego z czego do 80 % prowadzi rozpoznanie terytorium państw socjalistycznych/:

- przynajmniej dwukrotnie w ciągu doby prowadzone jest rozpoznanie ogólne terytorium naszego kraju, co oznacza że organa rozpoznawcze Stanów Zjednoczonych otrzymują przeciętnie 2 razy w tygodniu obraz powierzchni naszego kraju o rozdzielczości 1,5-3 m;

- przynajmniej raz na 2-3 doby prowadzone jest rozpoznanie szczegółowe wybranych obiektów o znaczeniu wojskowym zapewniające obraz o rozdzielczości 15-50 cm.

2. W okresie napięć społecznych rozpoznanie szczegółowe obszaru kraju może być prowadzone dwukrotnie w ciągu doby.

3. W okresie zagrożenia wojennego i ewentualnego konfliktu /ilość satelitów wzrośnie prawdopodobnie co najmniej dwukrotnie/:

- rozpoznanie ogólne może być prowadzone około 12 razy w ciągu doby co pozwala uzyskiwać obraz powierzchni całego kraju średnio co 4 godziny;

- rozpoznanie szczegółowe prowadzone będzie zapewne stosownie do potrzeb wynikających z rozwoju sytuacji na teatrze działań wojennych, a jego częstość może sięgać 4-8 razy w ciągu doby.

Uwzględniając, że rozpoznanie satelitarne prowadzone jest na szczeblu strategicznym, można powiedzieć, że rozpoznanie obrazowe obszaru Polski jest prowadzone w czasie rzeczywistym i jeśli nie będą realizowane odpowiednio skuteczne przedsięwzięcia przeciwdziałania, potencjalny przeciwnik posiada możliwość szczegółowego rozpoznania materialnych elementów systemu obronnego państwa.

## Satelitarne systemy rozpoznania radioelektronicznego.

Znaczenie rozpoznania radioelektronicznego w ostatnich latach gwałtownie wzrosło. Stanowi ono integralną część eskalowanej przez Zachód wojny elektronicznej i głównym jego zdaniem jest rozpoznanie systemów dowodzenia wojskami i kierowania środkami walki sił zbrojnych państw Układu Warszawskiego. Emisje naszych środków radioelektronicznych przechwytywane i zbierane przez satelitarne systemy nie tylko dostarczają przeciwnikowi informacji rozpoznawczej dotyczącej aktywności sił zbrojnych, lecz pozwalają tworzyć i aktualizować wzorce rozpoznawcze obiektów radioelektronicznych oraz struktury i zasady wykorzystania naszych systemów radioelektronicznych. Wzorce te wprowadzane są do komputerów sterujących pracą systemów rozpoznawczych oraz rozpoznawczo-uderzeniowych i stanowią podstawę automatyzacji procesu rozpoznania <sup>na</sup> wszystkich szczeblach dowodzenia, zapewniają jednocześnie możliwość niszczenia obiektów przez systemy rozpoznawczo-uderzeniowe w trybie automatycznym. Umożliwiają one również opracowanie skutecznych środków i metod obezwładniania radioelektronicznego naszych systemów dowodzenia wojskami i kierowania środkami walki.

W systemach satelitarnego rozpoznania radioelektronicznego wykorzystuje się satelity rozpoznawcze, naziemne, nawodne i powietrzne punkty odbioru i analizy informacji oraz opracowania danych. Wszystkie elementy systemu wyposażone są w zestawy technicznych urządzeń rozpoznania, łączności, rejestracji, przetwarzania oraz opracowania danych. Mogą to być urządzenia jedno lub wieloradaniowe.

Satelity rozpoznawcze najczęściej wyposażone są w następującą aparaturę<sup>x/</sup>:

x/ "Wojna elektroniczna", ASG WP- 1987 r.

- zespół antenowy, składający się z kilku odpowiednio dobranych anten, które zapewniają odbiór emisji elektromagnetycznych w różnych zakresach częstotliwości, w szerokim paśmie i z możliwością dokonywania namiaru źródeł tych emisji;

- zespół odbiorczy przeznaczony do wzmacniania wszystkich przechwyconych emisji elektromagnetycznych oraz określenia ich parametrów technicznych;

- analizator parametrów służący do uzyskiwania szczegółowej charakterystyki technicznej emisji i jego źródła /rodzaj, właściwości pracy itp./;

- zespół pelengacyjny przeznaczony do dokładnego namiaru źródeł emisji;

- zespół pamięci i opracowania informacji, w którym następuje sortowanie, rejestrowanie i przechowywanie zdobytych danych;

- zespół telemetryczny przewidziany do przesyłania rezultatów rozpoznania do naziemnych punktów analizy i oceny danych rozpoznawczych;

- zespół kontrolny sprawujący kompleksową automatyczną kontrolę działania wszystkich zespołów elektronicznej aparatury umieszczonej na pokładzie satelity.

Analogicznie do satelitarnego rozpoznania obrazowego, satelitarnie rozpoznanie radioelektroniczne prowadzone jest przez satelity rozpoznania ogólnego i rozpoznania szczegółowego.

Satelity RE rozpoznania ogólnego umieszczone są na kołowych orbitach biegunowych, których średnia odległość od Ziemi wynosi około 1300 kilometrów<sup>x/</sup>.

x/ Przytoczone dane liczbowe zaczerpnięte z opracowania Z. II Szt.Gen. WP "Rozpoznanie strategiczno-operacyjne w SZ NATO", Warszawa 1986 r.

Ich orbity mają układ prawie południkowy /kąt nachylenia do równika -  $96,7^{\circ}$ /, a okrążenie Ziemi trwa około 110 minut /prędkość w stosunku do Ziemi wynosi około 360 km/min./.. W ciągu doby satelita wykonuje 13 okrążeń Ziemi po orbitach odległych od siebie o ponad 3000 km.

Szerokość pasa rozpoznania wynosi około 2000 km i w kolejnych dobach przesuwa się on o około 500 km co powoduje, że dowolny punkt Ziemi jest "obserwowany" nie rzadziej niż raz na trzy dni.

Satelity RE rozpoznania szczegółowego pracują na kołowych orbitach biegunowych o wysokości do 700 km. Nachylenie orbity w stosunku do równika jest analogiczne jak w przypadku satelitów rozpoznania ogólnego. Czas obiegu Ziemi wynosi około 100 minut /prędkość ponad 400 km/min./.. W ciągu doby satelity prowadzące rozpoznanie szczegółowe okrążają Ziemię 14,5 raza po orbitach odległych od siebie o ponad 2700 kilometrów. W kolejnej dobie orbity są przesunięte w stosunku do orbit doby poprzedniej o około 450 km, co zapewnia, przy szerokości pasa rozpoznania 1000-2000 km, wykrycie i rejestrację pracy środka elektronicznego rozmieszczonego w dowolnym punkcie Ziemi nie rzadziej niż raz na dwa dni.

Satelity rozpoznania RE prowadzą rozpoznanie radiowe i radiolokacyjne oraz rozpoznanie systemów i środków radiolokacyjnych. W wyniku rozpoznania radiowego i radiotechnicznego wykrywają one i śledzą różne źródła promieniowania elektromagnetycznego, określają ich parametry i charakterystyki techniczne oraz przechwytyują informacje przekazywane środkami łączności, radionawigacji i radiotelesterowania. Z dużą dokładnością są rozpoznawane środki łączności radiowej, radioliniowej, satelitarnej oraz pracujące stacje radiolokacyjne /np. systemów OPK/, radionawigacyjne, telewizyjne oraz środki zakłóceń radioelektronicznych.

Rozpoznanie radiolokacyjne prowadzone jest w każdych warunkach meteorologicznych i umożliwia wykrycie obiektów zarówno odkrytych, jak i zamaskowanych znajdujących się na powierzchni Ziemi i pod jej powierzchnią, na morzu i w powietrzu - dzięki wykorzystaniu techniki wielospektralnej pozwalającej "obserwować" powierzchnię Ziemi w różnych zakresach widma fal elektromagnetycznych.

Dane zdobyte przez satelity rozpoznania RE są przekazywane w czasie rzeczywistym drogą radiową poprzez kanały łączności satelitarnej do naziemnych punktów odbioru i analizy oraz opracowania informacji rozpoznawczych.

Do prowadzenia rozpoznania RE są wykorzystywane satelity RHOLITE i FERRET /rozpoznanie szczegółowe/ oraz ARGUS/CHALET i MAGNUM/AQUACADE /rozpoznanie ogólne i szczegółowe/x/. Największe z nich możliwości posiada satelita MAGNUM/AQUACADE, który został w styczniu 1985 roku wprowadzony na orbitę geostacjonarną i uważany był za największego satelitę rozpoznania RE z czterech-pięciu znajdujących się w tym czasie na orbitach<sup>xx/</sup>.

Do wrażliwych punktów satelitarnych systemów rozpoznania można zaliczyć kanały przekazywania danych do naziemnych ośrodków, obezwładnienie których może uniemożliwić lub utrudnić przeciwnikowi dostęp do informacji rozpoznawczej.

-----  
x/ Brak danych dotyczących szczegółowych charakterystyk satelitów ARGUS/CHALET i MAGNUM/AQUACADE. Dane dotyczące satelitów FERRET i RHOLITE są bardzo rozbieżne i nie będą przytaczane, analiza oparta została na charakterystykach zawartych w opracowaniu Zarządu II Szt. Gen. pt.: "Rozpoznanie strategiczno-operacyjne w siłach zbrojnych państw NATO", które zostały wcześniej przedstawione.

xx/ "The Defence Monitor", Nr 10/86, Waszyngton.

Przedstawiona charakterystyka satelitarnych systemów rozpoznania radioelektronicznego wskazuje, że obszar Polski może się znaleźć w pasie ich rozpoznania szczegółowego 3-4 razy w ciągu doby /przy założeniu, że rozpoznanie jest prowadzone przez 7-8 satelitów/. Nie można też wykluczyć, że obszar Polski znajduje się w polu "obserwacji" zawieszonemu na orbicie geostacjonarnej satelity MAGNUM/AQUACADE, co jest wysoce prawdopodobne ze względu na strategiczne znaczenie naszego terytorium wynikające z jego położenia geofizycznego.

Zasadniczymi obiektami satelitarnego rozpoznania radioelektronicznego mogą być:

- systemy łączności wszystkich rodzajów wojsk i służb szczebla operacyjnego i taktycznego /zwłaszcza podczas ćwiczeń poligonowych i sprawdzania gotowości bojowej itp./;

- systemy dowodzenia i kierowania środkami WOPK oraz OPL;

- systemy dowodzenia i nawigacji wojsk lotniczych;

- środki osłony radioelektronicznej i wsparcia radioelektronicznego;

- inne obiekty RE o znaczeniu wojskowym.

Rozpoznanie radioelektroniczne stwarza szczególnie duże zagrożenie dla wojsk, gdyż na podstawie rezultatów rozpoznania obrazowego. Rezultaty rozpoznania radioelektronicznego mogą ułatwić przeciwnikowi interpretację danych uzyskanych z rozpoznania obrazowego oraz wykrycie zamiaru planowanych przez nas i podejmowanych działań nawet jeśli nie wynika on z przyjętego ugrupowania wojsk.

### Satelitarne systemy wczesnego ostrzegania.

Satelitarne systemy wczesnego ostrzegania przeznaczone są do uprzedzenia Stanów Zjednoczonych i ich sojuszników o napadzie raketowo-jądrowym ze strony państw Układu Warszawskiego - tak przynajmniej głoszą wydawnictwa zachodnie i gdyby to rzeczywiście była cała prawda systemy te nie przedstawiałyby żadnego zagrożenia dla naszych Sił Zbrojnych. Analiza charakterystyk technicznych tych systemów wskazuje jednak na szersze możliwości ich zastosowania.

Satelity tych systemów - w literaturze zachodniej często określane wspólnym mianem "DSP" /od Defence Support Program - program zabezpieczenia obronnego/ - umieszczone są na geostacjonarnych orbitach o wysokości około 36 000 km w sposób zapewniający ciągłą obserwację całego terytorium Związku Radzieckiego i innych państw UW. Ich zasadnicze wyposażenie stanowi aparatura rozpoznawcza pracująca w pierwszym i drugim paśmie podczerwieni oraz urządzenie transmisji danych przekazujące obraz rejestrowany przez aparaturę rozpoznawczą w czasie rzeczywistym bezpośrednio i poprzez łącza satelitarne do naziemnych ośrodków. Płaszczyzna zwierciadła anteny aparatury rozpoznawczej wyłożone jest 80 000 ultraczułych czujników podczerwieni, z których każdy rejestruje promieniowanie podczerwone pochodzące ze skrawka ziemi o wielkości około  $0,0768 \text{ km}^2$  /kwadrat o boku około 250 m/. Tak wysoka rozdzielczość pozwala precyzyjnie określić miejsce startu, a następnie śledzić kierunek lotu rakiet balistycznych na podstawie promieniowania cieplnego pochodzącego od gazów wyrzucanych przez silniki rakiet w trakcie ich przechodzenia przez gęste warstwy atmosfery. Nie można jednak wykluczyć, że przy odpowiedniej czułości czujniki będą również

wykrywały start i śledziły lot rakiet manewrujących oraz samolotów odrzutowych określając z dokładnością około 200 metrów położenie wyrzutni rakietowych i lotnisk z których nastąpił start oraz zapewniając pomiar parametrów lotu rakiety /samolotu/. Analiza podczerwonego widma emisji spalin wyrzucanych przez silniki rakiety /samolotu/ umożliwia rozpoznanie jej typu, co pozwala na wyciąganie kolejnych wniosków odnośnie charakteru jej wykorzystania itd. Przekazywane przez DSP w czasie rzeczywistym informacje mogłyby w tej sytuacji posłużyć do wykonania natychmiastowych uderzeń na wykryte wyrzutnie /lotniska/ lub podjęcia odpowiednio skutecznej obrony przeciwrakietowej /przeciwlotniczej/. Tego rodzaju zastosowanie satelitów DSP stwarzałoby realne zagrożenie zwłaszcza dla wojsk rakietowych i lotnictwa. Zgodnie z amerykańskim "Monitorem obronnym" nr 10/85 r. w marcu 1986 roku miał się rozpocząć eksperyment ze zmodernizowanymi satelitami DSP oznaczonymi kryptonimem TEAL-RUBY, przystosowanymi do śledzenia w podczerwieni samolotów i rakiet manewrujących. Brak danych czy ten eksperyment się odbył a jeśli tak, to czy zakończył się pomyślnie, dlatego też przyjmując gorszą dla nas ewentualność należy się liczyć z tym, że "obsługujące" terytorium Polski satelity DSP posiadają możliwość śledzenia samolotów w podczerwieni. Satelity DSP wyposażane były dodatkowo w czujniki ultrafioletu i mierniki promieniowania jądrowego /satelita IMEWS umieszczony na orbicie w 1970 r./ przeznaczone do obserwacji wybuchów jądrowych w atmosferze, jednak obecnie funkcję tą przyjęły satelity nawigacyjne systemu GPS NAVSTAR.

#### 4. Satelitarne systemy obserwacji wybuchów jądrowych.

Stany Zjednoczone w latach 1963-1970 umieściły na orbitach geostacjonarnych o wysokości około 112 000 kilometrów 12 satelitów serii VELA /VELA HOTEL ONE - VELA HOTEL TWELVE/ wyposażonych w detektory rentgenowskie, promieniowania gamma i neutronowego, w celu zapewnienia sobie obserwacji podziemnych, naziemnych i powietrznych wybuchów jądrowych. Czas aktywności tych satelitów wynosił trzy lata. W 1970 roku tę funkcję przejęły satelity wczesnego ostrzegania ~~MEWS~~, a obecnie pełnią ją satelity nawigacyjnego systemu GPS, które zostaną omówione w dalszej części opracowania.

Satelitarne systemy obserwacji wybuchów jądrowych ~~VELA~~ i ~~MEWS~~ nie stwarzały zagrożenia dla obszaru Polski.

#### 5. Satelitarne systemy rozpoznania morskiego.

Znajdujące się w dyspozycji amerykańskich sił morskich satelitarne systemy rozpoznawcze należą również do grupy systemów rozpoznawczych przekazujących zdobywane informacje w czasie rzeczywistym. Satelitarne systemy rozpoznania morskiego przeznaczone są do:

- wykrywania, identyfikacji i określania położenia okrętów nawodnych i podwodnych oraz statków handlowych;
- prowadzenia rozpoznania systemów łączności marynarki wojennej;
- zdobywania danych oceanograficznych /głębokości akwenu, wysokości fal morskich, temperatury wody, zasolenia, szybkości i kierunku prądów itp./ niezbędnych do podwyższenia celności strategicznych rakiet wystrzeliwanych z okrętów podwodnych oraz do

zwalczania okrętów podwodnych przeciwnika.

W skład systemu<sup>x/</sup> wchodzi cztery satelity /statek-matka i trzy podsatelity/ oraz naziemne centrum odbioru analizy i opracowania informacji rozpoznawczej. Komplet satelitów umieszczony jest przy pomocy jednej rakiety nośnej na orbicie kołowej o wysokości około 1000 km /600 mil/ i nachyleniu do równika -  $63,5^{\circ}$ . Następnie dwa lub trzy podsatelity opuszczają statek-matkę oddalając się na odległość zapewniającą obserwację całego obszaru znajdującego się poniżej akwenu /akwenów/. Podsatelity, wyposażone w czujniki podzerwieni, fal milimetrycznych oraz urządzenia rozpoznania radiowego, przechwytyją wszystkie dostępne im emisje urządzeń radioelektronicznych oraz rejestrują "widziany" za pomocą czujników podzerwieni i fal milimetrycznych obraz znajdującego się pod nimi morza, przesyłając w czasie rzeczywistym zdobywane dane do satelity-matki, który retransmituje je uzupełniając informacją, o położeniu satelity od którego one pochodzą.

Komputerowa analiza otrzymywanych przez naziemny ośrodek drogą radiową danych pozwala na otrzymanie informacji rozpoznawczych dotyczących aktualnego położenia znajdujących się na obserwowanym akwencie okrętów i statków, pracy ich systemów radioelektronicznych oraz danych oceanograficznych.

Przez kilka lat amerykańskie siły morskie prowadziły pod kryptonimem CLIPPER BOW badania nad wykorzystaniem do swoich celów satelitów wyposażonych w radary o wysokiej rozdzielczości. Kongres zawiesił dotację na te badania i zostały one zaniechane,

-----  
x/ Opis systemu przytoczony za "The New High Ground...", s. 115.

lecz z faktu ich podjęcia wynika wniosek, że specjaliści sił morskich, nie są zadowoleni z rozdzielczości aktualnie eksploatowanych systemów.

W 1983 roku amerykańskie siły morskie podjęły badania nad zintegrowanym systemem rozpoznania taktycznego ITSS /Integrated Tactical Surveillance System/x/. Jednym z elementów wyposażenia satelity wchodzącego w skład tego systemu miał być aktywny radiolokator przystosowany do prowadzenia rozpoznania w każdych warunkach atmosferycznych, przeznaczony do wykrywania zarówno okrętów, jak i samolotów przeciwnika /zwłaszcza bombowców/. Informacje rozpoznawcze miały być przetwarzane, analizowane i wstępnie opracowywane w trybie automatycznym na pokładzie satelity, a następnie przekazywane bezpośrednio na okręty sił morskich w postaci pozwalającej na ich wykorzystanie bez konieczności oczekiwania, aż zostaną one przetworzone przez wielki komputer znajdujący się w ośrodku naziemnym. ITSS miał zapewnić dowódcom jednostek pływających dostęp do informacji rozpoznawczej w czasie rzeczywistym. Brak jest danych o przebiegu i wynikach badań nad ITSS a w stosunku do dotychczas eksploatowanego systemu wynika kolejny wniosek, że słabą jego stroną jest przetwarzanie informacji rozpoznawczych w naziemnym ośrodku co wydłuża czas dostępu do informacji rozpoznawczej oraz zwiększa możliwość jej utraty w przypadku zakłócenia kanału łączności na jednym z etapów jej przekazywania /satelita rozpoznawczy - satelita łączności, satelita łączności - Ziemia, Ziemia - satelita łączności, satelita łączności - jednostka pływająca/.

x/ "The New High Ground...", s. 116.

Ponieważ, wzdłuż wybrzeży Morza Bałtyckiego przebiega granica terytorium państw Układu Warszawskiego istnieje wysokie prawdopodobieństwo, że Stany Zjednoczone prowadzą satelitarne rozpoznanie morskie tego akwenu, a zatem okręty naszej marynarki wojennej oraz wszystkie elementy jej systemów dowodzenia oraz środki i systemy radioelektroniczne okrętów znajdują się ciągle w polu obserwacji satelitów rozpoznawczych. Na podstawie rezultatów tego rozpoznania przeciwnik buduje i aktualizuje wzorce obiektów radioelektronicznych marynarki wojennej, analizuje zasady ich pracy i sposoby wykorzystania, a następnie opracowuje środki i metody skutecznego ich obezwładnienia w ramach wojny elektronicznej. Zbierane są również informacje dotyczące sposobów i charakteru wykorzystania naszych okrętów, śledzony jest z kosmosu ich stan ilościowy oraz uzbrojenie, a także aktualne ich położenie.

#### 1.2. Kosmiczne środki radionawigacji.

-----

Coraz wyższe wymagania stawiane różnorodnym środkom walki stworzyły zapotrzebowanie na systemy, które pozwalają na określanie pozycji we współrzędnych topograficznych. Jest to szczególnie niezbędne dla obiektów znajdujących się na morzach i oceanach oraz w przestrzeni powietrznej i kosmicznej. Systemy takie oparte o pracę środków radioelektronicznych zostały zbudowane i swoim zasięgiem obejmują określoną część obszaru świata, a niektóre z nich wykorzystywane są w skali światowej.

Parametry tych systemów przestały odpowiadać potrzebom współczesnych środków walki i dlatego, w erze opanowywania kosmosu zwrócono uwagę na możliwość wykorzystania do tego celu urządzeń rozmieszczonych w kosmosie.

Warunki przestrzeni okołoziemskiej okazały się bardzo korzystne do budowy systemów radionawigacji o znaczeniu światowym.

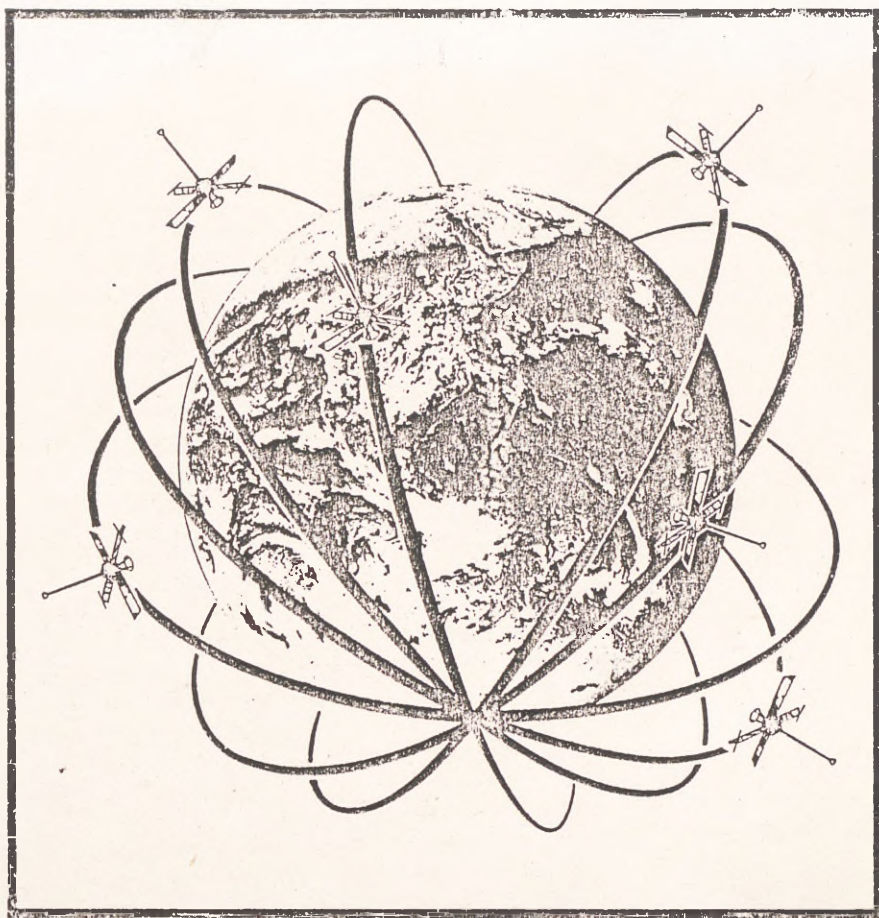
Pierwszym systemem nawigacyjnym zbudowanym głównie dla potrzeb marynarki wojennej USA jest system TRANSIT pracujący operacyjnie od 1964 roku, zapewniający dane na obszarze całego świata. Od 1967 roku zezwolono na eksploatację tego systemu przez statki cywilne różnych państw i obecnie z systemu tego korzysta około 50.000 statków w tym także statki polskie.

System TRANSIT składa się z trzech elementów składowych:

- zespołu satelitów, które w sposób ciągły nadają sygnały radiowe nawigacyjne;
- zespołu stacji śledzących i kontrolnych, które kontrolują i uaktualniają dane z satelitów;
- urządzeń odbiorczych użytkowników z oprzyrządowaniem pozwalającym na określenie pozycji statku.

Zasada pracy systemu TRANSIT polega na pomiarze przesunięcia Dopplera nadawanych sygnałów radiowych obiektu nadawczego krążącego po znanej orbicie okołoziemskiej. Dla określenia pozycji niezbędne jest odebranie sygnału z jednego satelity, okrążającego Ziemię co 107 minut i nadającego nieustannie sygnały na częstotliwości 150 i 400 MHz.

Użytkownicy określają swe pozycje przez mierzenie i analizę przesunięcia Dopplera sygnałów w ciągu czasu trwania przelotu satelity. Dla objęcia nawigacją całego globu po orbitach polarnych kołowych na wysokości 1075 km krąży od 4 do 6 satelitów w jednym czasie, co pokazuje poniższy rysunek.



Rys. 3.3 Konstelacja orbitalna systemu TRANSIT.

Krające po orbitach satelity nie pozwalają na ciągle uzyskiwanie danych nawigacyjnych, a średni czas uzyskania kolejnych pomiarów wynosi od 30 do 100 minut.

Nad całością pracy systemu czuwają cztery stacje naziemne oraz centrum kontroli znajdujące się w Point Mugu w stanie Kalifornia.

Do podstawowych danych wykorzystywanych przez użytkownika należą:

- zmierzone przesunięcie Dopplera w czasie przeletu satelity w czasie 10 do 16 minut co zapewnia dokładną podstawę pomiaru;

- korekta refrakcji jonosferycznej w dwóch pasmach częstotliwości;

- parametry orbitalne satelity przekazywane w postaci modulacji danych na sygnałowej fali nośnej;

- dokładne znaczniki czasu przekazywane przez satelitę;

- ruch obiektu w czasie przelotu satelity.

Użytkownicy wykorzystują dwa rodzaje urządzeń:

- odbiorniki dwukanałowe /marynarka wojenna/ gdzie maksymalny błąd pomiaru pozycji wynosi od 100-200 metrów;

- odbiorniki jednokanałowe /statki cywilne/ gdzie maksymalny błąd pomiaru pozycji wynosi od 200-500 metrów.

System ten jest modyfikowany przez wprowadzanie na orbitę nowego typu satelity zwanym NOVA.

W związku z budową nowego systemu NAVSTAR eksploatację systemu TRANSIT przewiduje się do około 2000 roku.

System TRANSIT posiada tylko zastosowanie dla sił morskich i nie odpowiada warunkom współczesnych broni, które wymagają pomiarów nawigacyjnych w krótkich i bardzo krótkich odstępach czasu oraz w sposób ciągły. Również dokładność pomiarów nie jest wystarczająca dla broni o dużej celności. System, większe znaczenie posiada na dużych akwenach oceanicznych, natomiast małe akweny jakim jest Bałtyk w zupełności mogą się obywać bez takiego systemu i nie będzie to miało większego wpływu na prowadzenie działań zbrojnych. Do słabych stron TRANSITU zalicza się także stosunkowo mała ilość satelitów nawigacyjnych krążących po średnich orbitach, co w przypadku konfliktu zbrojnego czyni je łatwym obiektem ataku. Posiada on także tę wadę, że strona przeciwna dysponująca urządzeniami odbiorczymi może bez przeszkód korzystać z niego na równych prawach.

TRANSIT jest systemem o wysokiej niezawodności, który zapewnia pokrycie na całym świecie z okresową dostępnością namiarów do ustalenia pozycji. Pracuje niezależnie od warunków pogodowych, pozwala w określonych warunkach osiągać wysoką dokładność. Skuteczność systemu ma wyraźną przewagę nad wieloma dotychczas stosowanymi systemami radionawigacji morskiej.

Jak wynika z charakterystyki systemu oraz wniosków co do przydatności jego na współczesnym polu walki, dla potrzeb wszystkich rodzajów sił zbrojnych, a także cywilnych /komercyjnych/ Stany Zjednoczone rozpoczęły pracę w 1973 roku nad nowym radionawigacyjnym systemem globalnym o nazwie GPS NAVSTAR. System GPS NAVSTAR jest już po badaniach i wg przyjętego harmonogramu do służby operacyjnej powinien zostać wprowadzony w latach 1988-90.

Globalny system radionawigacyjny GPS NAVSTAR jest oparty na wykorzystaniu satelitów, które dostarczają z wysoką dokładnością danych trójwymiarowych odnośnie pozycji odbiorcy /trójwymiarowej/, prędkości i czasu do dowolnej liczby odpowiednio wyposażonych odbiorców. GPS NAVSTAR został opracowany dla zaspokojenia szeregu wymagań współczesnego i przyszłego pola walki. Zastosowanie tego systemu ma:

- zapewnić dowolnej liczbie użytkowników dokładne, ciągłe, dostępne na całym świecie i niezależne od pogody trójwymiarowe dane we współczesnej siatce odniesienia dotyczące pozycji i prędkości użytkownika dla różnych celów;
- powstrzymać obecną tendencję do mnożenia systemów, a z czasem nawet ich likwidacją;
- zwiększyć skuteczność sił zbrojnych przez zwiększenie dokładności współczesnych broni;
- pozwolić na zwiększenie ekonomiczności systemu przez przejęcie także innych zadań o charakterze wojskowym i cywilnym.

Potencjalne możliwości systemu umożliwiają udostępnienie go innym państwom w tym głównie członkom NATO.

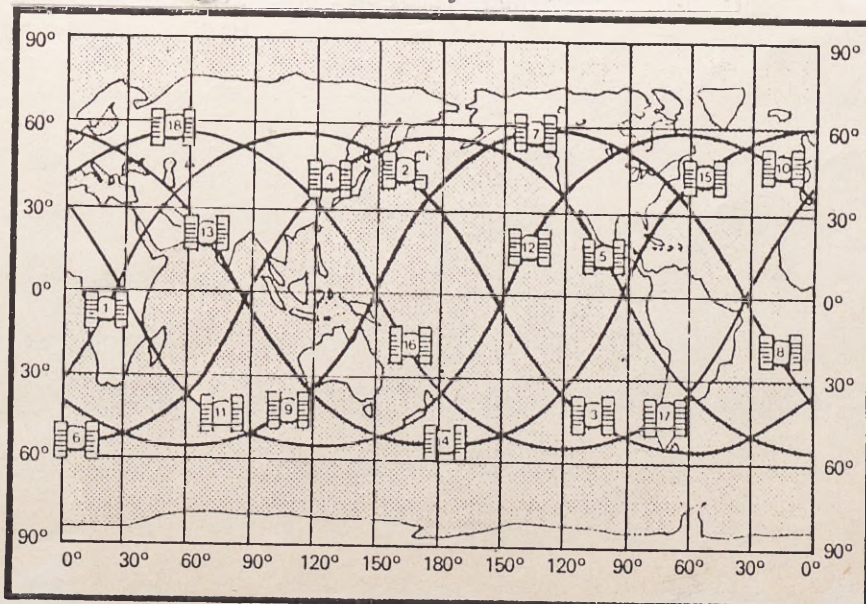
System GPS NAVSTAR składa się z trzech zasadniczych członów:

- wyposażenia kosmicznego;
- centrum kierowania i ośrodków naziemnych;
- wyposażenia użytkownika.

Kosmiczny człon operacyjny składa się z 18 satelitów /w dalszej perspektywie 24/ krążących po orbitach kołowych o czasie obiegu 12 godzin na wysokości 17 540 km. Satelity te są rozmieszczone w sześciu płaszczyznach orbitalnych położonych każda z nominalnym nachyleniem  $63^\circ$ . Orbitalne położenie systemu ma zapewnić minimum cztery satelity stale widoczne dla użytkowników naziemnych w dowolnym miejscu na Ziemi. Każdy satelita przekazuje te same sygnały radiowe z szumem pseudolosowym /PRN/ i dokładną informacją w czasie. Transmisja satelitarna zawiera meldunek nawigacyjny obejmujący dane oraz informacje o przesunięciu punktu pracy zegara satelitarnego.

Układ satelitów w przestrzeni przedstawia poniższy schemat.

Konstalacja orbitalna systemu NAVSTAR



Aparaturę pokładową satelity stanowią:

- nadajnik radiowy pracujący na dwóch częstotliwościach  
 $1_1 = 1575,42$  MHz i  $1_2 = 1227,6$  MHz dysponujący mocą 200 W.

Zastosowanie dwóch częstotliwości pozwala użytkownikowi określić opóźnienie ścieżki grupowej w jonosferze. Sygnał składa się z dwóch rodzajów sygnałów nawigacyjnych: do precyzyjnego określania położenia /kod P/ i do lokalizacji przybliżonej i odnajdywania /kod C/A/. Każdy z tych sygnałów składa się z ciągu pseudolosowego cyfr binarnych z modulacją częstotliwością fali nośnej nadawanej dla kodu P z szybkością 10,23 Mb, oraz dla kodu C/A 1,023 Mb. Sygnał C/A zapewnia możliwość szybkiego odbioru dla użytkowników precyzyjnego sygnału P, a także daje przybliżony sygnał lokalizacyjny dla użytkowników którzy wymagają mniejszej dokładności danych.

Sygnał zawiera dane o położeniu satelity, poprawki na warunki propagacji fal w atmosferze oraz czas odniesienia /określany przez główne centrum kontrolne/. Sygnały odebrane na drugiej częstotliwości, umożliwiając wprowadzenie poprawek związanych z opóźnieniem grupowym fal w jonosferze lub innymi zniekształceniami wnoszonymi przez środowisko atmosferyczne;

- zegar atomowy /wzorzec czasowy/ od dokładności którego zależy błąd w określaniu położenia. Przy założeniu, że dokładność pomiaru pozycji na ziemi powinna wynosić 10 m, w satelitach NTS-3 zastosowano masery wodorowe, które wymagają kalibracji z centrum 1-2 razy w miesiącu;

- blok detekcji wybuchów jądrowych /IONDS/ służący do rejestracji wybuchów w skali światowej i przekazywania o nich danych do centrum oraz użytkowników systemu;

- blok łączności pozwalający na przekazywanie krótkich meldunków do użytkowników;

- urządzenia odbiorcze przyjmujące sygnały korekcyjne z Ziemi;
- źródła zasilania w postaci ogniw słonecznych;
- silniki korekcyjne.

Całkowita masa satelity wynosi około 350 kg, a aparatura jest uodporniona na impuls elektromagnetyczny oraz uder termiczny.

Człon naziemny składa się z czterech stacji kontrolnych rozlokowanych w różnych częściach świata, których zadaniem jest śledzenie wszystkich satelitów znajdujących się w ich zasięgu oraz odbieranie i gromadzenie emitowanych przez nie sygnałów nawigacyjnych. Sygnały te są następnie przetwarzane w komputerze, centrum kierowania systemem, zlokalizowanym na kontynencie amerykańskim. Na ich podstawie obliczane jest dokładne położenie satelitów w przestrzeni oraz obliczanie i korygowanie ewentualnych błędów i wnoszenie niezbędnych poprawek.

Na podstawie ciągłego pomiaru parametrów orbitalnych satelitów określone są fluktuacje pola grawitacyjnego i ciśnienia słonecznego oraz ich wpływ na ruch satelitów, korygowany jest czas zegarów pokładowych a także szacowane jest opóźnienie propagacji fal radiowych w atmosferze. Główna stacja naziemna w miarę potrzeb przekazuje do satelitów ich aktualne położenie, poprawki czasowe i poprawki na opóźnienia propagacyjne. Urządzenia pokładowe mają wystarczającą dokładność by dostarczać wysoce dokładne dane nawigacyjne przez szereg dni, w przypadku braku codziennej aktualizacji danych z centrum naziemnego.

Wyposażenie użytkownika składa się z zespołu układów odbierających sygnały. Układ taki składa się zazwyczaj z odbiornika, procesora nawigacyjnego i urządzenia kontrolno-wizualizującego lub innego urządzenia zobrazowania. Obecnie opracowane około 50-ciu typów urządzeń użytkownika, a zastosowanie któregoś z nich uzależ-

nione jest od wymagań użytkownika.

Zestaw odbiorczy użytkownika wymaga zwykle sygnałów z czterech satelitów jednocześnie by określić czas i położenie użytkownika w trzech wymiarach. Urządzenie odbiorcze dokonuje tej operacji przez określenie odległości od obserwowanych satelitów i poprzez pomiar czasu propagacji od satelity do użytkownika.

Pomiary systemu lokalizacji globalnej GPS NAVSTAR tworzą wspólną sieć współrzędnych na całym świecie. Jednakże geodezyjnym układem odniesienia wykorzystywanym przez system jest Pomiar Geodezyjny Świata z 1972 roku /WGS-72/ i wyposażenie użytkownika przekształca pomiary na współrzędne mierzone w tym systemie. Możliwe są także przekształcenia pomiarów na współrzędne w dowolnym innym systemie odniesienia, co dokonuje producent na życzenie użytkownika.

Badania terenowe systemu w pierwszej i drugiej fazie wykazały osiągnięcie następujących parametrów:

- dla wszystkich pomiarów dokładność poniżej 13 m uzyskano dla 50 % pomiarów i 25 m dla 90 %;
- dokładność określania prędkości 0,12-0,8 m/sek;
- dokładność zrzutu bomb ślizgowych poprawiła się o jeden rząd wielkości w stosunku do systemów konwencjonalnych;
- dokładność spotkania między samolotami, między śmigłowcami oraz okrętami była nie gorsza niż 30 m;
- naprowadzenie żołnierza na wyznaczony punkt osiągnięto z dokładnością 3 m.

Dokonywane próby wykonywano w różnych warunkach pogodowych oraz środowiskowych, stwierdzając, że nie mają one wpływu na dokonywane pomiary.

Przeprowadzone badania dotyczące przewidywanych korzyści z wykorzystania systemu GPS NAVSTAR na polu walki. Niektóre z tych

ocen prezentują się w następujący sposób:

- szerokość kanału oczyszczonego z nim na morzu dla okrętów korzystających z systemu może być 93 razy węższa niż przy wykorzystaniu systemu Loran-C;
- podczas działań artylerii jest potrzeba 10 razy mniej pocisków do zniszczenia, przy określaniu współrzędnych celu przy pomocy systemu GPS NOESTAR;
- skuteczność niszczenia celu przez lotnictwo wykorzystujące dane systemu wzrasta o 400 do 600 %;
- bezpośrednie wsparcie lotnicze może zmniejszyć granice bezpieczeństwa czterokrotnie a prawdopodobieństwo zniszczeniu celu wzrasta o 300 do 400 %.

#### Analiza zastosowania wojskowego.

Duża dokładność i dostępność na całym świecie danych z systemu GPS NAVSTAR sprawiają, że w niedalekiej przyszłości może znaleźć szerokie zastosowanie.

W lotnictwie: może zapewniać dane nawigacyjne w czasie przelotu i przy wykonywaniu zadań bezpośrednio lub przy współpracy z autonomicznymi systemami nawigacyjnymi z znacznie większą dokładnością. Precyzyjne dane o położeniu i prędkości dostępne w sposób ciągły pozwolą na ograniczenie wykorzystania innych urządzeń szczególnie promieniujących energią EM, a zarazem podniosą dokładność użycia uzbrojenia. System umożliwi użycie lotnictwa w złych warunkach atmosferycznych i w warunkach nocnych oraz używanie uzbrojenia "na ślepo". Umożliwi precyzyjne spotkania w tym do tankowania w powietrzu, zrzuty ładunków i ludzi, wykonywanie zadań rozpoznawczych, sporządzanie map fotograficznych, wyznaczanie celów, naprowadzanie na cele itp.

System pozwoli na szersze zastosowanie środków bezpilotowych. Będzie mógł przekazywać pełne dane o wybuchach jądrowych co

pozwole na ostrzeżenie o strefach zagrożonych, równocześnie dostarczy sztabom pełną informację o wybuchach jądrowych.

Przy pomocy systemu będzie można przekazywać w bloku łączności krótkie sygnały i meldunki.

W siłach morskich: oprócz tych danych które posiada lotnictwo pozwala na dokładniejsze umiejscowienie raf, min, boi co zwiększa bezpieczeństwo żeglugi. Można także uzyskać znaczne polepszenie dokładności operacji stawiania min oraz rozmieszczania boi rozpoznawczych i sygnalizacyjnych. W istotny sposób podniesie się skuteczność środków ogniowych sił morskich. Operacje okrętów podwodnych oraz przeciw okrętom podwodnym mogą uzyskać większą koordynację i większą dokładność.

W siłach lądowych system GPS NAVSTAR może zapewnić dokładne rozmieszczenie wojsk i środków ogniowych. System ten może poprawić dokładność geodezyjną i tworzenia map interesujących rejonów świata. Dzięki przekazywaniu ciągłych danych nawigacyjnych w każdych warunkach atmosferycznych możliwe jest prowadzenie działań przy braku widoczności, działań szturmowych w nocy, działań desantowych i specjalnych. Możliwe jest uzyskanie lepszej i skuteczniejszej koordynacji wsparcia ogniowego dzięki użyciu wspólnych danych pozycyjnych i czasu.

Poprawienie skuteczności różnych środków ogniowych. Zapewnienie danych o uderzeniach jądrowych, rezygnując z naziemnych elementów rozpoznania uderzeń jądrowych.

Istnieje możliwość wykorzystania bloku łączności co może pomóc w utrzymaniu dowodzenia i przekazywaniu sygnałów. Te możliwości systemu wydają się cenne przy realizacji nawet najbardziej elastycznych i manewrowych zadań taktycznych i operacyjnych.

System GPS NAVSTAR może przynieść nieocenione usługi dla elementów kosmicznych, a głównie do nawigacji, statkami kosmicznymi. Może ułatwiać kontrolę startu i lądowania promów kosmicznych i rakiet z satelitami. Może znaleźć zastosowanie w satelitach krążących po niskich orbitach do ustalenia pozycji i korekcy ich trajektorii. Zastosowanie może znaleźć dla aktualizacji systemów kierowania rakietami, włącznie z możliwością korekcy kursu w czasie lotu, do sterowania pociskami balistycznymi i pojazdami kosmicznymi.

Nie jest wykluczone że Stany Zjednoczone, choć odzyskać część włożonych pieniędzy na budowę systemu stosunkowo wcześniej udostępnią jego część /C/A/ dla potrzeb cywilnych poza państwa układu NATO. Program GPS NAVSTAR wywołał duże zainteresowanie w środowiskach cywilnych.

Z doświadczeń eksploatacji systemu TRANSIT można liczyć się z jego wykorzystaniem w żegludze morskiej, lotnictwie cywilnym, tworzenia map i sieci geodezyjnej, eksploatacji terenów mało zbadanych i niedostępnych, turystyki w tym turystyki górskiej itp.

Analiza budowy systemu GPS NAVSTAR, doświadczenia z jego okresu badawczo-eksploatacyjnego wskazują, że jest on nie tylko atrakcyjny dla państw NATO ale także są nim silnie zainteresowane państwa Układu Warszawskiego.

Mocną stroną tego systemu będzie jego globalny charakter oraz duża uniwersalność w wykorzystaniu. Możliwość pasywnego i ciągłego uzyskiwania danych nie pozwala na radioelektroniczne wykrycie jego użytkowników. System ten pozwala obsłużyć dowolną ilość użytkowników. Umieszczenie satelitów na wysokich orbitach czyni go trudniejszym do fizycznej likwidacji.

Część elektroniczna systemu została zabezpieczona przed impul-

sem elektromagnetycznym powstającym przy wybuchach jądrowych oraz udarem cieplnym związanym z wybuchami jądrowymi oraz stosowaniem broni laserowej w kosmosie.

Położono także duży nacisk w budowie systemu na przeciwdziałanie dostępu i degradacji dokładności sygnałów przekazywanych przez satelity. W tym względzie opracowano dla systemu łączności obsługującego satelity, układ czyniący go mało wrażliwym na zakłócenia. Dokonano także ustaleń na ile część cywilna /kod C/A/ może zostać wykorzystana przez środki wojskowej strony przeciwnej i dokonano określonego wyśrodkowania pomiędzy bezpieczeństwem USA a potrzebami cywilnymi. Stwierdzono, że system GPS powinien być dostępny użytkownikom cywilnym z dokładnością 200 m przy poziomie ufności 50 %. W elektronicznej części systemu wprowadzono możliwość kodowania części dokładnej "kod P", jak również dokonywania zmian tego kodu w okresie wojny oraz równoczesnego pogarszania parametrów rodzaju pracy C/A w przypadkach koniecznych.

Postęp w elektronice i mikroelektronice oraz wielkoseryjność produkcji urządzeń użytkownika może w znacznym stopniu wpłynąć na obniżenie kosztów rozbudowy i użytkowania systemu.

Słabą stroną systemu, pomimo wielu zabezpieczeń, jest możliwość dostępu i korzystania z jego sygnałów do nawigacji. Dostępność kodu C/A w czasie pokoju dla instytucji cywilnych powinien pozwolić na takie jego opracowanie, aby i w okresie wojny można korzystać z tych danych. Trudniejsza sytuacja jest z korzystaniem z systemu w "kodzie P", jednak analiza wykazuje, że i tu jest możliwość jego wykorzystania po dokładnym rozpracowaniu technicznym, w okresie kiedy system ten będzie pracował.

W okresie wojny nie wykluczona jest dywersyjna deprecjacja sygnałów sterujących i korygujących, które mogą zmniejszyć dokładność

pomiarów w "kodzie P" do granicy nieużyteczności dla broni precyzyjnych, obiektów kosmicznych i lotnictwa taktycznego.

Działalność operacyjna systemu GPS NAVSTAR nie będzie miała bezpośredniego wpływu na nasze siły zbrojne, Wpływ ten będzie pośredni i wyrażający się w następujących efektach:

- bardziej niekorzystnych warunkach prowadzenia działań bojowych w nocy i podczas złej widoczności rezultatem czego będą większe straty w naszych siłach zbrojnych, możliwości uzyskiwania przez nieprzyjaciela sytuacji zaskakujących;

- większych stratach w środkach walki, obiektach stałych, infrastrukturze, wynikających z większej dokładności uderzeń środków ogniowych nieprzyjaciela wykorzystujących system GPS NAVSTAR;

- dla równoważenia zwiększonych możliwości nieprzyjaciela wojska nasze zmuszone zostaną do gromadzenia większej ilości środków walki, środków materiałowych, a w rezultacie pogorszą się będzie efektywność;

- zmniejszy się u przeciwnika ilość obiektów RE związanych z różnymi systemami radionawigacji /ich rolę przejmie system NAVSTAR/ przez co pogorszy się ich wykrywalność oraz przestaną być użyteczne posiadane środki obezwładniania RE systemów bliższej radionawigacji TACAN;

- nieprzyjaciel zmniejszy zakres wykorzystania krótkofalowych sieci radiowych powiadamiania w skali operacyjnej /na rzecz wykorzystania bloków łączności pracujących na satelitach NAVSTAR/ co obniży efektywność wykorzystania naszych operacyjnych środków zakłóceń;

- potrzebie zmian w taktyce prowadzenia działań wynikającej z większej manewrowości nieprzyjaciela i ciągłym nadążaniu w tym względzie przez wojska własne.

### 1.3. Kosmiczne środki meteorologiczne i topogeodezyjne.

#### Światowy meteorologiczny system satelitarny.

Satelitarne systemy meteorologiczne i hydrometeorologiczne oparte są o pracę specjalnych satelitów meteorologicznych tworzących system światowej meteorologii /satelity radzieckie - GOMS, europejskie - Meteosat 1, 2, USA z serii GOES - 5 sztuk oraz dwa japońskie GMS 1 i 2, satelitów nie wchodzących w skład tego systemu oraz satelitów o innym przeznaczeniu wykonujących między innymi pomiary meteorologiczne i hydrometeorologiczne/.

Satelitarne systemy meteorologiczne i hydrometeorologiczne przeznaczone są do obserwacji i pomiaru zachmurzenia /w tym zasięgu, podstawy chmur oraz widoczności/, zasięgu pokrywy śnieżnej, przestrzennego rozmieszczenia dwutlenku węgla, temperatury, wilgotności, stref opadów, rozmieszczenie zbiorników wodnych oraz wilgotności gleby. Obserwacje meteorologiczne i hydrometeorologiczne obejmują całą Ziemię w sposób ciągły. Większością tych danych są także zainteresowane siły zbrojne zarówno w okresie pokojowym jak i wojennym.

W skład kosmicznych systemów meteo i hydrometeorologicznych wchodzi:

- naziemne centra kierowania, łączności i zbierania danych;
- satelity zbierające dane wraz z urządzeniami transmisji tych danych na ziemię;
- stacje odbiorcze.

Najważniejszym elementem pracy systemu są satelity z zainstalowaną aparaturą i różnym przeznaczeniem, ich możliwości techniczne, sposób i czas przekazywania informacji na Ziemię oraz parametry orbity satelitów.

Sztuczne satelity Ziemi do badań meteorologicznych wykorzystują:

- aparaturę telewizyjną;
- aparaturę fotograficzną;
- aparaturę spektrometryczną;
- aparaturę radiometryczną.

Rodzaje tej aparatury różnią się między sobą takimi parametrami jak: rozdzielczość /rozróżnianie szczegółów/, czułość /rozróżnianie zróżnicowania termicznego/. Stan atmosfery pozwala na wykorzystanie do pomiarów zakresów częstotliwości słabo pochłanianych przez atmosferę, nazywanych "oknami przezroczystości atmosfery".

Znajdują się one w przedziałach 8-12  $\mu\text{m}$  /duże okno/, 3,4-4,2  $\mu\text{m}$  /małe okno/ oraz cały zakres promieniowania widzialnego tj. od 0,36-0,76  $\mu\text{m}$ . Pasma te są najczęściej wykorzystywane do wykonywania różnych pomiarów.

Rodzaje orbit satelitów meteorologicznych zależą od zadań, jakie dany satelita ma wykonać. Zazwyczaj dla tego rodzaju satelitów stosuje się następujące orbity:

- kołowe, wówczas wszystkie rodzaje informacji otrzymuje się w jednakowej skali dla całego badanego obszaru;
- polarne, umożliwiające zbiór informacji z powierzchni całej kuli Ziemskiej;
- słoneczno-synchroniczne, za pomocą których obserwuje się ciągle ten sam obszar kuli Ziemskiej;
- geostacjonarne, za pomocą których obserwuje się ciągle ten sam obszar kuli Ziemskiej.

Wysokość orbit zazwyczaj wynosi 500-1500 km a "światowy system geostacjonarnych satelitów meteorologicznych" wykorzystuje orbitę na wysokości 36.000 km zlokalizowaną nad równikiem.

Dla zobrazowania możliwości systemów meteorologicznych nieodzow-

nym jest pokazanie możliwości aparatury instalowanej na pokładzie satelity.

Jednym z najlepiej wyposażonych satelitów jest GOES-E wyposażony w siedemnaście kanałowy radiometr podczerwieni pracujący w pasmach 0,4-1,1, 4, 3, 15, 6, 3, 3,6-4,1, 10,5-12,5  $\mu\text{m}$ . Przeznaczony jest do sondowania atmosfery i pomiaru temperatur Ziemi i oceanów z dokładnością 1-1,5°C z rozdzielczością 30 km.

Aparatura oktynometryczna do pomiaru bilansu radiacyjnego Ziemi pracująca w przedziałach widma od 0,2-40  $\mu\text{m}$ .

Dwukanałowy radiometr z selektywną modulacją pracujący w paśmie 15 mm przeznaczony do badań termicznych atmosfery.

Dwukanałowy radiometr mikrofalowy rejestrujący promieniowanie Ziemi na bardzo wysokich częstotliwościach 1,35 cm /22,2 GHz/ i 0,465 cm /64,47 GHz/ i mikrofalowy radiometr skanujący na pasmo 0,6 cm /37 GHz/. Służą one do pomiaru rozkładu temperatury oraz zawartości pary wodnej i wody w troposferze. Zadaniem drugiego jest badanie pokrywy lodu i śniegu oraz innych cech powierzchni Ziemi.

Obraz zachmurzenia w ciągu dnia i nocy przekazuje dwukanałowy radiometr skanujący w pasmach 6,5-7 i 10,5-12  $\mu\text{m}$ .

Wszystkie satelity dysponują samoczynnym układem przekazu obrazów APT /Automatic Picture Transmission/, który pozwala w czasie rzeczywistym przekazywać dane meteorologiczne do odbiorców naziemnych.

Polska taką stację ma zainstalowaną w Krakowie i otrzymuje dane meteorologiczne ze światowego systemu meteorologii.

Inne wystrzelwane satelity w zależności od przeznaczenia dysponują często dodatkowym wyposażeniem.

W przypadku satelity TIROS-9 zastosowano udoskonaloną wersję kamery z widikonem AVCS o kącie widzenia 37° i rozdzielczości

0,8-0,9 km. W sumie satelita niesie trzy kamery co pozwala na objęcie stałą obserwacją obszaru  $107^{\circ} \times 37^{\circ}$ , dają to pas Ziemi około 1000 km.

W satelicie ESSA uzyskano przy pomocy kamery rozdzielczość obrazu 0,9 km a obrazów w podczerwieni w paśmie  $3,7-4,2 \mu\text{m}$  rozdzielczość 7-8 km przy dokładności pomiaru  $1^{\circ}\text{C}$ .

Aparatura stacji Nimbus-4 wyposażona w system IRLS pozwala na lokalizację różnych zmian meteorologicznych z dokładnością 0,2-0,5 km.

W satelicie ATS-3 wprowadzono na wyposażenie kamerę barwną skaningową, która przekazuje obraz co 24 minuty, a rozdzielczość wynosi 4 km. Pozwala ona badać pokrycie chmur i ich wysokość nad Ziemią.

W satelicie ATS-6 zainstalowano radiometr UHRR pracujący w zakresach  $0,55-0,7$  i  $0,5-0,7 \mu\text{m}$  z rozdzielczością odpowiednio 1,1 i 0,2 km, a kanały rejestrujące promieniowanie podczerwone  $0,5-12,5$  i  $3,4-4,1 \mu\text{m}$  pozwalały osiągnąć rozdzielczość 1,1 i 1,5 km.

Badania wykazują, że pojedyncze urządzenia lub całe ich zestawy mogą być instalowane na obiektach kosmicznych o innym przeznaczeniu np. promy kosmiczne, stacje orbitalne, satelity rozpoznawcze, a nawet satelity o innym przeznaczeniu.

Wojtkowy meteorologiczny system satelitarny Stanów Zjednoczonych.

Stan Zjednoczone eksploatują obecnie wojtkowy satelitarny system meteorologiczny DMSP /Defence Meteorological Satellite Program/. W skład tego systemu wchodzi dwa satelity meteorologiczne, stacjonarne centrum kierowania, kontroli oraz przetwarzania danych znajdujące się w Offut w stanie Nebraska, ruchomych ośrodków odbioru i przetwarzania danych zainstalowanych na lotnis-

kowcach uderzeniowych atomowych oraz w wybranych ważnych bazach lotniczych i dwóch stacji nadawczych kierowania i kontroli w miejscowości Loring stan Maine i Fairchild stan Washington, służących do transmitowania danych do satelitów.

System DMSP ma dostarczyć cztery razy na dobę z powierzchni całego globu danych dotyczących zachmurzenia, zjawisk meteorologicznych, stanie powierzchni ziemi i atmosfery, wielkości jonizacji górnych warstw atmosfery dla całych sił zbrojnych. Instytucją wiedzącą i zarazem nadzorującą pracę systemu są siły powietrzne Stanów Zjednoczonych, które równocześnie są głównym odbiorcą napływających informacji z tego systemu.

W okresie pokojowym niektóre dane z pracy tego systemu przekazywane są do instytucji cywilnych zajmujących się prognozowaniem i stanem zjawisk meteorologicznych na kuli ziemskiej.

Założeniem programu jest to, że przynajmniej jeden satelita powinien przekraczać linię Równika w kierunku północnym około godziny 6.30 rano czasu lokalnego i przynajmniej jeden około godziny 12.30. Taki sposób ruchu satelitów pozwala otrzymywać aktualną informację o sytuacji meteorologicznej na świecie w ówczesnych godzinach porannych i popołudniowych, co dla lotnictwa ma istotne znaczenie.

Satelity pracujące na orbicie zaliczane są do rodziny wojskowych satelitów meteorologicznych oznaczonych BLOCK-SD tzn. satelitów trójosiowo stabilizowanych. Aktualnie działają satelity z serii 5D-2, których starty rozpoczęły się w 1980 r., a w przygotowaniu znajduje się BLOCK-6. Poruszają się one po orbicie kołowej okołobiegunowej zsynchronizowanej z ruchem Słońca. Parametry tej orbity: wysokość  $833 \pm 17$  km, nachylenie orbity wynosi  $98,7^\circ \pm 0,13^\circ$  oraz czas obiegu 101 minut.

Średni czas pracy satelity na orbicie wynosi 36 miesięcy i jest dwukrotnie dłuższy jak satelity pierwszej generacji.

Satelity buduje się seriami /I seria miała 5 sztuk/ i w serii różnice pomiędzy nimi są minimalne. Producentem satelitów jest firma "RCA Astro Electronics".

#### Budowa i wyposażenie satelity.

Wszystkie satelity rodziny BLOCK-5D zbudowane są z trzech zasadniczych modułów. Na jednym końcu satelity, na specjalnej platformie, zamontowane są czujniki i przyrządy dokonujące pomiaru parametrów atmosfery, Ziemi oraz ustalające wysokość i pozycje satelity. Częścią centralną jest moduł zawierający urządzenia elektroniczne rejestrowania i opracowywania danych, pamięci, kodowania i dekodowania, transmisji danych. Na przeciwległym końcu znajduje się moduł sterowania w którym znajdują się silniki napędowe i sterujące oraz układy zasilania.

Długość satelity z serii 5D-2 wynosi 4,20 m, średnica 1,5 m przy masie całkowitej 680 kg, w tym masą aparatury 180 kg /w przyszłości masa ma wynosić do 270 kg/.

Na pokładzie satelity montowane są następujące czujniki i przyrządy pomiarowe:

- operacyjny system skanowania liniowego /OLS - Operating Linescan System/. System dostarcza obrazów powierzchni okrus i Ziemi w paśmie widzialnym i w podczerwieni z rozdzielczością 2,3 km lub 560 m;

- skanujący radiometr podczerwieni analizujący spektrum pochłaniania dla określenia pionowego rozkładu temperatury i pary wodnej w atmosferze, a także określający zawartość ozonu;

- pasywny mikrofalowy czujnik temperatury. Urządzenie to mierzy promieniowanie w paśmie 5-6 mm i dostarcza danych o profilu

temperatury od powierzchni ziemi do 30 km nad Ziemią;

- mikrofalowy czujnik do określania zawartości wody w chmurach;

- czujnik mierzący gęstość elektronów w jonosferze;

- spektrometr elektronowy, zliczający elektrony o energii w przedziale 50-20 000 eV, skierowany w kierunku przestrzeni okołozemskiej;

- czujnik promieni gamma / /;

- czujnik gęstości jonów i elektronów w atmosferze;

- urządzenie do sondowania jonosfery, przeznaczone do badania jonosfery i prognozowania układu warstw jonosferycznych dla potrzeb łączności radiowej krótkofalowej;

- specjalny czujnik rozróżniający powłoki chmur od leżącego śniegu na ziemi.

Platforma na której są rozmieszczone urządzenia pomiarowe i czujniki posiada udźwig 100 kg.

Dla zapewnienia właściwych wyników pomiaru utrzymuje się poszczególne przyrządy w optymalnych dla nich temperaturach. Całością steruje pokładowy komputer.

Z aparatury elektronicznej w przedziale środkowym znajdują się:

- system komputerowy składający się z dwóch jednostek centralnych i wyposażenia pomocniczego. Każda jednostka centralna posiada pamięć o pojemności 28 Kb. Przeznaczeniem komputera jest nadzorować i korygować parametry lotu podczas wprowadzania na orbitę i na orbicie oraz nadzorowanie pracy wszystkich urządzeń pokładowych. Przygotowany jest do samodzielnej pracy lub do realizacji dodatkowych komend z Ziemi. Podczas pracy jednak jednostki centralnej, druga nadzoruje jej pracę. System może być programowany lub prze-programowany z Ziemi, co umożliwia dużą elastyczność wykorzystania możliwości technicznej zainstalowanej na sputniku aparatury;

- urządzenie radiowe służące do przesyłania i odbierania informacji na Ziemi i z Ziemi. Jest to urządzenie pracujące w paśmie S / / sześciokanałowe w którym 3 kanały są telemetryczne oraz jeden kanał wykorzystywany jest do przekazywania danych z Ziemi. Każdy kanał posiada oddzielną antenę i oprócz kanału szóstego pozostałe mogą być wykorzystywane zamiennie.

Wszystkie informacje przekazywane do i z satelity mogą być szyfrowane.

Operacyjna praca systemu i wykorzystanie danych satelitarnych na Ziemi.

Każdy satelita prowadzi obserwację w świetle widzialnym i w podczerwieni z rozdzielczością 2,8 lub 0,56 km a uzależnione to jest stopniem oświetlenia badanego obszaru.

Dane o powłoce chmur i stanie powierzchni Ziemi w obu pasmach obserwacji transmitowane są do stałego lub ruchomych ośrodków odbioru danych satelitarnych gdzie są przetwarzane i reprodukowane.

Satelita posiada zdolność gromadzenia informacji z wykonanych obserwacji i pomiarów. Pojemność pamięci urządzeń pokładowych pozwala magazynować dane z jednego przeletu dookoła Ziemi ze zdolnością rozdzielczą 0,56 km.

W paśmie widzialnym informacje o rozdzielczości 0,56 km gromadzone są w czasie wykonywania obserwacji na dziennej części orbity. Rozdzielczość 2,8 km w paśmie widzialnym jest zachowana nawet przy oświetleniu równym  $1/4$  oświetlenia przez księżyc w pełni. W podczerwieni, zarówno w dzień jak i w nocy rozdzielczość wynosi 0,56 km. Informacje z pozostałych urządzeń sondujących są zbierane w sposób ciągły, przekazywane na Ziemię służą do prognozowania stanu atmosfery i jonosfery Ziemi w odstępach krótko i średnioterminowych. Dane z tej części orbity, która znajduje się nad Stanami Zjednoczo-

nymi można odbierać bezpośrednio /w czasie rzeczywistym/ z satelity, natomiast w pozostałej części orbity satelita przekazuje obrazy, dane z pamięci w czasie kiedy znajduje się nad obszarem Ameryki Północnej. Lotniskowce uderzeniowe mogą odbierać dane w okresie kiedy satelita znajduje się nad ich obszarem.

Dane uzyskiwane z satelitów przetwarzane są w centrum przetwarzania danych AFGWC /Air Force Global Weather Central/ w Offut. AFGWC jest największym biurem meteorologicznym na świecie. Zebrane z satelitów informacje w połączeniu z informacjami z sieci naziemnych i powietrznych posterunków meteo wykorzystywane są do sporządzania prognoz pogody dla dowolnie wybranych rejonów naszego globu.

Prognozy te są wykorzystywane przez dowództwo lotnictwa strategicznego, taktycznego i transportowego.

Dla potrzeb sił morskich dane satelitarne przetwarza Navy's Fleet Numerical Weather Centr. Opracowane dane są przekazywane różnymi kanałami łączności do użytkowników w postaci umożliwiającej natychmiastowe wykorzystanie.

Inni użytkownicy systemu mogą uzyskiwać potrzebne im dane meteo poprzez włączenie się urządzeniami odbiorczymi w sieci przekazywania danych AFGWC.

Analiza satelitarnych systemów meteorologicznych wykazuje dużą dojrzałość rozwojową tej dziedziny, zarówno dla potrzeb cywilnych jak i wojskowych. Systemy satelitarne odgrywają pierwszoplanową rolę. Zarówno dane z satelitów cywilnych jak i wojskowych wzajemnie się uzupełniają, a ponadto każdy z osobna dostarcza wystarczającą ilość danych niezbędnych dla potrzeb sił zbrojnych.

Sposób przekazywania danych z satelitów do ośrodków naziemnych jest realizowany drogą radiową i w okresie wojny może się to okazać słabym punktem z uwagi na możliwości radioelektronicznego

zakłócania. Aparatura pokładowa satelitów /optyka, termoelementy itp./ jest wrażliwa na silne promieniowanie laserowe oraz efekty cieplne.

Satelitarna działalność meteorologiczna największy wpływ będzie posiadała na planowanie operacji powietrznych. Pomimo dużej doskonałości samolotów nadal warunki meteorologiczne nie są bez wpływu na ich użycie. Ponadto, szczególnie ważny jest dobór uzbrojenia do warunków meteorologicznych panujących w rejonie celu. Jak jest dobra widoczność uzbraja się samoloty w rakiety i bomby z naprowadzaniem telewizyjnym i laserowym, przy złej widoczności naprowadzane radiowo, radiolokacyjnie oraz na podczerwień.

Kolejne wykorzystanie informacji meteorologicznych znajdzie miejsce w wojskach lądowych. Służby będą do wyboru kierunków uderzenia uwzględniając warunki hydrologiczne, wykorzystania uzbrojenia w zależności od przejrzystości atmosfery, wykorzystaniu odpowiednich środków rozpoznania, łączności, systemów kierowania uzbrojeniem.

Dla naszych sił zbrojnych wykorzystanie danych meteorologicznych przez potencjalnego nieprzyjaciela będzie posiadało znaczenie pośrednie wpływające na optymalizację wyboru terenu do prowadzonych działań, optymalizację wykorzystania poszczególnych rodzajów uzbrojenia, wykorzystanie warunków pogodowych do planowanego manewru, umożliwiające wykonanie zaskakujących uderzeń.

Dla działań bojowych i prowadzonych operacji nie bez znaczenia jest sieć hydrologiczna oraz jej stan wywołany deszczami lub spuszczeniem wód ze sztucznych zbiorników wodnych.

W warunkach zimowych dla wojsk lądowych potrzebna jest znajomość stanu pokrywy lodowej na jeziorach i rzekach oraz pokrywy śnieżnej. Informacje takie pozwalają na planowanie działań w spo-

sób zoptymalizowany.

Szczególne znaczenie dla wszystkich rodzajów sił zbrojnych będą miały warunki meteorologiczne po uderzeniach jądrowych.

W tym okresie będą następowały gwałtowne zmiany różnych czynników pogodowych, hydrometeorologicznych i ukształtowania. Dla realizacji akcji ratowniczych i ewakuacyjnych potrzebny będzie ciągły napływ informacji zarówno z kosmosu, jak i z ośrodków opracowania informacji meteo. Blokada tych informacji pogłębi paraliż i nieoptymalne działanie w rejonach wybuchów jądrowych. Zwiększy straty wśród sił zbrojnych i ludności cywilnej nieświadomej zagrożenia niesionego przez falę uderzeniową, wiatry, skażone deszcze itp.

Dostępność do informacji meteo i hydrometeorologicznych nie jest czynnikiem, który może wpływać decydująco na działania zbrojne, a szczególnie kiedy obie strony posiadają jednakową dostępność. Posiadane informacje mogą pomagać w planowaniu operacji, a szczególnie w operacjach powietrznych i tym samym pomagać w uzyskaniu zaszczerzenia, przewagi, zwiększenia ilości strat w środkach przeciwnika.

Topogeodezja satelitarna jest częścią geodezji i topografii

i zajmuje się dostarczaniem danych z kosmosu, dla odwzorowania powierzchni Ziemi. Z kosmosu dostarczane są zdjęcia zwane zdjęciami topograficznymi całego globu, poszczególnych kontynentów oraz zdjęcia mniejszych obszarowo powierzchni. Topogeodezja satelitarna okazała się bardzo potrzebną do zbudowania osnowy geodezyjnej świata, to jest wyznaczenia sieci utrwalonych na powierzchni topograficznej Ziemi i powiązanych z sobą pomiarami punktów. Budowę sieci topogeodezyjnej, na podstawie osnowy geodezyjnej, w skali światowej zakończono w 1972 roku. Do tego celu wykorzystano specjalnie zbudowanego satelitę ANNA-1B oraz materiały dostarczone przez satelity

rozpoznawcze i nawigacyjne.

Obecnie dla aktualizacji danych geodezyjnych i map topograficznych wykorzystuje się dane z satelitów rozpoznawczych lub umieszcza się aparaturę pomiarową na innych obiektach kosmicznych. Do udokładniania osnowy geodezyjnej ma być wykorzystywany system radionawigacji GPS NAVSTAR.

Topogeodezja satelitarna pozwala na opracowanie map o dużej dokładności i pośrednio ma wpływ na zwiększenie celności broni, głównie raketowej, lotnictwa i artyleryjskiej. Dokładne mapy pozwalają na precyzyjniejsze działanie wojsk w terenie mało znanym, pozwalają na przedstawianie parametrów terenu w postaci cyfrowej co może być magazynowane w komputerach i szybko udostępniane dla sztabów. Mapy o dużej dokładności w działaniach bojowych często pozwalają na rezygnację z rekonesansu co skraca okres wypracowania decyzji przez sztaby szczebla operacyjnego i taktycznego. Dane topogeodezyjne uzyskiwane z satelitów pozwalają na większą precyzję działania wojsk, co może mieć korzystny wpływ na rezultat prowadzonych operacji.

## 2. PRZECIWDZIAŁANIE KOSMICZNYM ŚRODKOM ZABEZPIECZENIA.

### 2.1. Ogniowe przeciwdziałanie kosmicznym systemom zabezpieczenia.

Dokonana analiza kosmicznych systemów zabezpieczenia wskazuje, że aktywne działanie w stosunku do wszystkich systemów zabezpieczenia będzie w swoich treściach i metodach podobne i z tych względów zostanie przedstawione w jednym podrozdziale.

Aktywne przeciwdziałanie kosmicznym systemom zabezpieczenia może polegać na: fizycznym niszczeniu wszystkich trzech członów systemów kosmicznych /członu naziemnego kierującego, członu satelitarnego i naziemnego członu odbiorczego/.

Najskuteczniejsze jest fizyczne likwidowanie elementów systemów kosmicznych zabezpieczenia. Głęboka analiza wskazuje jednak, że poszczególne elementy systemów mają różną wartość oraz istnieją różne możliwości zastępowania ich przez nowe lub inne elementy. Współzależności te w rozkładzie czasowym także zmieniają swoje wartości.

We wszystkich systemach kosmicznego zabezpieczenia działania wojsk, najważniejszym jest człon kosmiczny. Satelity jako elementy członu kosmicznego nie można zastąpić żadnymi innymi środkami, natomiast jest możliwość wprowadzenia na orbitę kolejne satelity. Potrzebny jest na to jednak określony czas uzależniony od tego czy rezerwowe satelity znajdują się w magazynach, czy należy dopiero podjąć jego produkcję i czy strona aktualnie dysponuje środkami do jego wyniesienia na orbitę. Czas ten może wynosić od kilku dni do kilku, a nawet kilkunastu miesięcy.

Po członie kosmicznym w kolejności ważności, należy umiejscowić ośrodki kierowania określonymi systemami.

Zniszczenie tych ośrodków powoduje stopniowe pogorszenie się informacji lub sygnałów otrzymywanych z satelitów, aż do takiego momentu gdzie informacje te będą bezużyteczne. Czas pogarszania się jakości informacji dla różnych systemów będzie różny i wynosić będzie od kilkumiesiąt dni do kilku miesięcy. W okresie stopniowego pogarszania się jakości informacji i sygnałów jest możliwość uruchomienia rezerwowych, zastępczych lub innych urządzeń, które w całości lub części mogą przejąć rolę ośrodków kierowania.

Natomiast całkowita odbudowa lub wybudowanie nowych ośrodków trwa kilka, a często kilkanaście miesięcy i więcej. Dlatego ośrodki takie są specjalnie zabezpieczane i zniszczeniu mogą ulec tylko urządzenia nadawczo-odbiorcze lub same systemy antenowe. Usunięcie takich zniszczeń wymaga wymiany zniszczonych urządzeń na nowe a na to potrzeba od kilku godzin do kilku dni.

Trzeci człon systemów kosmicznych urządzenia odbiorcze /abonenckie/ mają bardzo różną wartość. Zniszczenie ich w niczym nie uszczupla możliwości funkcjonowania systemu, zmniejsza tylko jego możliwości w sposób miejscowy. Wyklęcza z użytkowania określony szczebel dowodzenia, rejon lub pojedynczy środek walki. Może być w stosunkowo łatwy sposób zastąpiony przez nowy środek dostarczony z magazynów lub zastąpiony przez inne środki lub informacje przekazywane innymi kanałami. Czas braku informacji lub sygnałów może się wahać od kilkudziesięciu minut do kilku godzin.

Niszczenie każdego z członów wymaga swoistych środków walki, przygotowanych technicznie do zrealizowania określonego zadania.

Do niszczenia członu kosmicznego, który jest najważniejszym elementem systemów, nieodzowne jest posiadanie wyspecjalizowanych sił i środków, którymi obecnie lub w bliższej przyszłości dysponować będą dwa mocarstwa kosmiczne Stany Zjednoczone i Związek Ra-

dziesięki.

W dalszej perspektywie takimi środkami mogą dysponować także i inne państwa.

Stosunkowo najłatwiej jest osiągnąć satelity rozpoznawcze i meteorologiczne krążące po bardzo niskich i niskich orbitach. Do tego celu wystarczające mogą okazać się rakiety instalowane na samolotach lub rakiety naziemne z precyzyjnymi systemami naprowadzania /np. ASAD wystrzeliwana z samolotu F-15/. Do naprowadzania można wykorzystać sygnały radiowe emitowane przez satelitę. Ładunek do zniszczenia satelity może posiadać niewielką moc, natomiast dokładność musi zapewniać bezpośrednie trafienie.

Do tego celu w przyszłości mogą zostać wykorzystane działa elektromagnetyczne /po opanowaniu produkcji uzwojeń nadprzewodzących/, wystrzeliwujące z olbrzymią prędkością pociski, które energią kinetyczną będą niszczyły satelity na orbicie.

Bardziej skomplikowane systemy do niszczenia satelitów w tym także satelitów na średnich i wysokich orbitach, oparte o pracę laserów mocy, satelitów pościgowych-bojowych, dział elektromagnetycznych zainstalowanych w kosmosie, bojowych stacji kosmicznych mogą być budowane tylko przez nieliczne mocarstwa /np. Stany Zjednoczone program wojen gwiazdnych/. Środkami tymi można likwidować cały szereg środków kosmicznych w tym między innymi satelity systemu NAVSTAR oraz geostacjonarne satelity rozpoznawcze i meteorologiczne.

Środki te wykorzystane mogą zostać nie tylko do niszczenia obiektów kosmicznych strony przeciwnej, ale również do obrony własnych obiektów przed różnorodną techniką bojową przeznaczoną do

ich zwalczania.

Należy tu zaznaczyć, że w przypadku zainstalowania przez jedno z mocarstw takiego systemu, może nastąpić tak szczelne osłonięcie własnego członu kosmicznego tymi środkami, że każda próba fizycznej likwidacji jakiegokolwiek satelity może kończyć się fiaskiem.

Ośrodki kierowania określonymi systemami zabezpieczenia znajdują się na terenie Stanów Zjednoczonych i mogą być niszczone w taki sam sposób jak inne obiekty stacjonarne.

Środkami do realizacji tych zadań eksponuje w państwach Układu Warszawskiego, Związek Radziecki. Dla pozostałych państw obiekty te są poza ich możliwościami niszczenia.

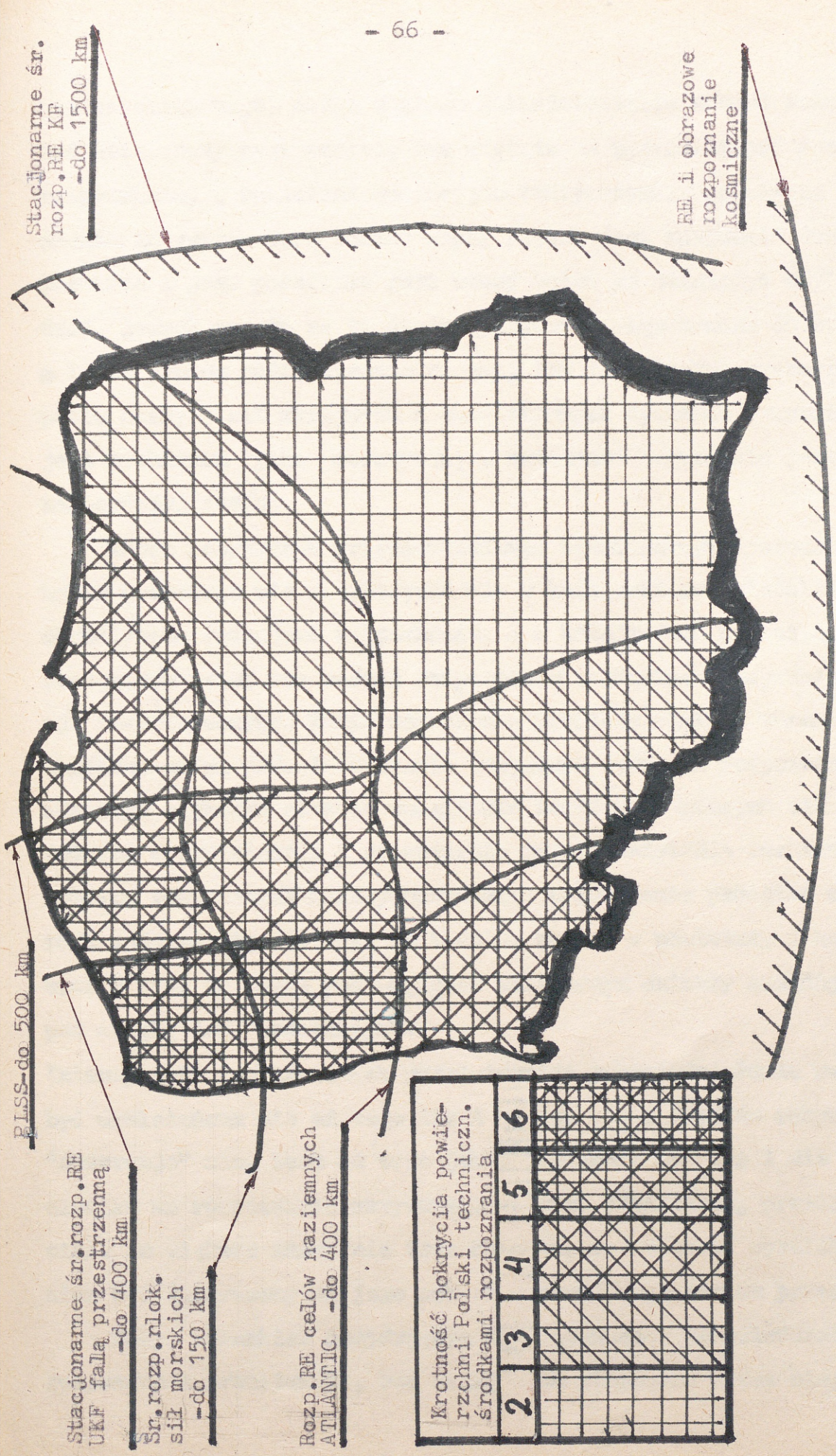
Urządzenia odbiorcze mogą być niszczone na ogólnych zasadach niszczenia obiektów wojskowych. Do takich obiektów zaliczają się stacje odbioru danych meteorologicznych i stacje odbioru danych rozpoznawczych, które w większości są obiektami stacjonarnymi i ich rozmieszczenie jest znane. Ponieważ obiekty te najczęściej znajdują się głęboko na obszarze nieprzyjaciela, przede wszystkim jest aby środek ogniowy dysponował wystarczającym zasięgiem. W okresie wojny mogą być wykorzystywane polowe stacje odbioru informacji rozpoznawczych /na szczeblu korpusu armijnego/ i polowe urządzenia odbioru danych meteorologicznych /w PTSP, korpusie armijnym, na lotniskach polowych itp./. Obiekty te jako urządzenia pasywne są trudno wykrywalne i głównie anteny są elementem wyróżniającym je od otaczających innych obiektów. Do niszczenia takich obiektów najkorzystniej jest wykorzystywać lotnictwo.

W systemie radionawigacji satelitarnej urządzenie odbiorcze najczęściej znajduje się w środku walki /takich jak owoż, samolot, działło/ i można je niszczyć tylko wspólnie jako jeden cel. Sprowadza się to do niszczenia określonych środków walki, co jest zadaniem wszystkich środków walki ogniowej, stosownie do posiadanych możli-

## 2.2. Przeciwdziałanie kosmicznym systemom rozpoznania i wojny elektronicznej

ŁProwadzone przez siły zbrojne NATO rozpoznanie strategiczno-operacyjne obejmuje 6 zasadniczych rodzajów, do których należą: rozpoznanie agenturalne, satelitarne, powietrzne, morskie, radioelektroniczne prowadzone w ramach wojny elektronicznej i specjalne. Rozpoznanie strategiczne prowadzone jest więc kompleksowo i w sposób ciągły a intensywność i zasięg poszczególnych rodzajów rozpoznania uzależniony jest przede wszystkim od możliwości technicznych sił i środków danego rodzaju rozpoznania i potrzeb wynikających z rozwoju sytuacji społeczno militarnej /rysunek 5 - pokrycie terytorium Polski przez siły i środki różnych rodzajów rozpoznania w okresie pokoju /. Przeciwnik spodziewa się, że będziemy się starali wprowadzić go w błąd i dlatego informacja rozpoznawcza nabiera pełnej wartości dopiero wtedy gdy potwierdzona jest przez różne rodzaje rozpoznania. Stąd wynika wniosek, że przeciwdziałanie kosmicznym systemom rozpoznania powinno być realizowane w ramach kompleksowego przeciwdziałania rozpoznaniu przeciwnika.

Znaczna część informacji rozpoznawczych może być zdobyta przedewszystkim lub tylko i wyłącznie przy zastosowaniu bardzo zbliżonych lub takich samych technik wykorzystywanych przez różne rodzaje rozpoznania. Na przykład rozpoznanie intensywności wymiany korespondencji radiowej w systemie łączności określonego szczebla dowodzenia, może być prowadzone praktycznie tylko techniką rozpoznania radiowego, rozpoznanie ukrytych /zamaskowanych/ obiektów może nastąpić w zasadzie tylko za pomocą rozpoznania obrazowego /radiolokacyjnego/ stosującego technikę wielospektralną itd. Dla nas, generalnie rzecz biorąc nie jest najważniejszą kwestią czy obiekt zostanie wykryty n.p. środkami termolokacyjnymi należącymi do rozpoznania morskiego, powietrznego



Stacjonarne śr.  
rozp. RE KF  
-do 1500 km

PLSS-do 500 km

Stacjonarne śr. rozp. RE  
UKF falą przestrzenną  
-do 400 km

Sr. rozp. rlok.  
sił morskich  
-do 150 km

Rozp. RE celów naziemnych  
ATLANTIC -do 400 km

Krotność pokrycia powie- rzchni Polski techniczn. środkami rozpoznania				
2	3	4	5	6

RE i obrazowe  
rozpoznanie  
kosmiczne

Rysunek 5. Pokrycie obszaru Polski technicznymi środkami i systemami rozpoznania państw NATO w okresie pokoju.

czy satelitarnego, skoro w ciągu kilkudziesięciu sekund może on być zniszczony tymi samymi, bez względu na przynależność środka rozpoznania, , raketami operacyjno-taktycznymi. Oczywiście do prowadzenia aktywnych form obrony ważną rzeczą jest znajomość środka rozpoznania i jego położenia gdyż wtedy można go zniszczyć czy uszkodzić, jednak często są to środki pasywne a więc trudne do wykrycia a i sam problem oddziaływanie na nie, tak jak w rozpatrywanym przypadku naszych sił zbrojnych i satelitarnych systemów rozpoznawczych, jest problemem tylko teoretycznym, natomiast zagrożenie jest jak najbardziej realne.

Wobec powyższego przeciwdziałanie satelitarnym systemom rozpoznania proponuje się rozpatrywać nie w kategorii przeciwdziałania określonego rodzaju rozpoznania, a w kategoriach przeciwdziałania stosowanym przez ten rodzaj rozpoznania technikom zdobywania informacji rozpoznawczych. Takie ustawienie problemu spełnia warunek kompleksowości przeciwdziałania wszystkim rodzajom rozpoznania i w znacznie większym stopniu uwzględnia możliwości naszych sił zbrojnych. Podczas organizowania i prowadzenia przeciwdziałania technicznym środkiem rozpoznania należy oczywiście nieustannie pamiętać o tym, że znajdować się one mogą na lądzie, morzu, w powietrzu i kosmosie oraz o tym, że ważne pod względem militarnym obiekty znajdują się pod ciągłą ich "obserwacją".

Intensywność realizowanych przedsięwzięć przeciwdziałania powinna być uzależniona nie od tego ile i jakich sił i środków rozpoznania "obserwuje" nas, lecz od tego jakie znaczenie dla nas i dla przeciwnika ma rozpoznanie ukrywanego obiektu /działania, przedsięwzięcia/. Im większe znaczenie tego obiektu, tym większy wysiłek powinien być skierowany na jego ochronę przed rozpoznaniem przeciwnika.

Innym warunkiem decydującym o skuteczności przeciwdziałania rozpoznania przeciwnika, bez względu na stosowane przez niego techni-

ki, jest ciągłość realizowanych przedsięwzięć. Warunek ten wynika stąd, że wiele technik może być stosowanych w sposób ciągły tak jak np. rozpoznanie radiowe może być prowadzone nieprzerwanie przez zawieszoną na orbicie stacjonarnej satelitę rozpoznania radiowego MAGNUM /AQUACADE/ w polu widzenia którego może znajdować się terytorium polski i rozpoznanie techniką wielospektralną prowadzone przez satelity rozpoznania obrazowego KH-11 i KH-12, które mogą przelatywać nad terytorium Polski przynajmniej dwukrotnie w ciągu doby i rozpoznanie w technice bliższej i dalszej podczerwieni prowadzone w sposób ciągły przez satelity wczesnego ostrzegania DSP/ może również być TEAL - RUBY/, w polu obserwacji których nasze terytorium znajduje się napewno.

Kolejnym ogólnym warunkiem decydującym o skuteczności przeciwdziałania rozpoznaniu jest powszechność. Przeciwnik prowadząc rozpoznanie terytorium naszego kraju obserwuje i analizuje wszystkie obiekty, które jego zdaniem mogą mieć jakieś znaczenie wojskowe i dopiero potem ustala, które z nich są bardziej, a które mniej ważne. Zagrożenie rozpoznaniem dotyczy wszystkich obiektów wojskowych, jest powszechne, a więc i przeciwdziałanie powinno mieć charakter powszechny, to znaczy, powinno być realizowane na wszystkich szczeblach dowodzenia i przez wszystkie struktury organizacyjne. Powszechność nie powinna jednak oznaczać nieuporządkowanych poczynań małych i większych komórek organizacyjnych, gdyż skuteczność tego rodzaju działania byłaby co najmniej wątpliwa. Ponieważ rozpoznanie strategiczne ma na celu rozpoznanie systemu obronnego państwa, planowanie i koordynacja przeciwdziałania temu rozpoznaniu powinna się odbywać również na szczeblu centralnym. Najbardziej kompetentnym w tym zakresie organem wydaje się być Sztab Generalny Wojska Polskiego.

Najtrudniejszym do rozpoznania na obecnym etapie problemem rzu -

tującym w sposób zasadniczy na skuteczność przeciwdziałania technicznym środkiem i systemom rozpoznania jest wiarygodność podejmowanych przedsięwzięć. Trudność rozwiązania problemu znajduje uzasadnienie w odwiecznym wyścigu pomiędzy "mieczem i tarczą", w którym zawsze "miecz" ma pewną przewagę, chociażby dlatego, że pojawia się wcześniej. Satelitarne systemy rozpoznawcze wykorzystują nowe jakościowo techniki rozpoznania. Skuteczne przeciwdziałanie tym systemom wymaga opracowania i zastosowania nowych jakościowo rozwiązań technicznych i przewartościowania aktualnych poglądów na zasady i sposoby jego organizowania i prowadzenia. Znajdujące się w wyposażeniu wojsk etatowe środki indywidualnego maskowania bezpośredniego oraz takie sposoby maskowania jak np. malowanie uzbrojenia i techniki bojowej w kolorach otoczenia obecnie wykorzystywanymi do tego celu farbami są całkowicie nieskuteczne wobec systemów rozpoznawczych stosujących technikę wielospektralną, zwłaszcza w zakresie fal milimetrowych oraz bliskiej i dalekiej podczerwieni /satelity IKON oraz MAGNUM AQUACADE/. Niezbędne jest opracowanie środków maskujących, które posiadałyby powierzchnię o strukturze zbliżonej do powierzchni środowiska, które to środki mają imitować a zatem i o zbliżonych właściwościach fotooptycznych w różnych zakresach widma fal elektromagnetycznych.

Zasadnicza różnica w zakresie zasad i sposobów organizowania i prowadzenia przeciwdziałania technicznym środkiem rozpoznania polega na tym, że obecnie należy ten problem widzieć i rozwiązywać w stosunku do wszystkich obiektów rozmieszczonych na obszarze całego kraju, z uwzględnieniem wszystkich czynników determinujących skuteczność podejmowanych przedsięwzięć.

W chwili obecnej przeciwdziałanie technicznym środkiem rozpoznania powinno być integralną częścią codziennego życia wojska i państwa

bez względu na stan i rozwój międzynarodowej sytuacji społeczno-militarnej. W świetle tego stwierdzenia powstaje problem efektywności przeciwdziałania technicznym środkom i systemom rozpoznania /PTSR/. Od właściwego rozwiązania tego problemu zależeć będzie ewentualne wydzielenie odpowiedniej ilości sił i środków i wysiłków oraz określenie optymalnie efektywnych sposobów prowadzenia PTSR. Problem efektywności PTSR, ponieważ dotyczy naszego życia codziennego w skali całego wojska wymaga przeprowadzenia oddzielnych badań naukowych.

Uwzględniając przedstawione uwarunkowania skuteczności PTSR oraz realia naszych sił zbrojnych można stwierdzić, że aktualnie istnieją następujące możliwości przeciwdziałania satelitarnym systemom rozpoznawczym:

1. W zakresie przeciwdziałania systemom stosującym wielospektralne techniki rozpoznania obrazowego /KH-11, IKON, MAGNUM /AQUACADE, DSP, TEAL RUBY, ITSS/

- unikanie szablonowych rozwiązań w zakresie rozmieszczenia i wykorzystania wojsk /zwłaszcza podczas wszelkiego rodzaju ćwiczeń poligonowych, sprawdzania gotowości bojowej i mobilizacyjnej itd/ mające na celu uniemożliwienie przeciwnikowi budowę i aktualizowanie wzorców rozpoznawczych;

- rozśrodkowanie obiektów w obszarze całego kraju zmuszające przeciwnika do rozproszenia wysiłków rozpoznania a więc i zmniejszenia jego efektywności;

- unikanie tworzenia dużych obiektów dowodzenia i tyłowych poprzez maksymalnie dopuszczalne ich rozśrodkowanie w terenie co powinno przeciwnikowi utrudnić określenie ich struktury i przynależności, a w efekcie uniemożliwić identyfikację;

- organizowanie obiektów pozornych, ale poprzez wykorzystanie

"prawdziwego" uzbrojenia i techniki bojowej oraz rzeczywistą rozbudowę inżynieryjną terenu;

- ukrywanie taktyczno-technicznych charakterystyk nowowprowadzonego uzbrojenia i techniki bojowej poprzez nie wykorzystywanie ich nowych możliwości bojowych w warunkach nie zapewniających pełnej ochrony przed rozpoznaniem;

- oganizowanie obiektów pozornych z wykorzystaniem "prawdziwego" uzbrojenia starego, techniki bojowej oraz rzeczywistej rozbudowy inżynieryjnej w rejonach w których przeciwnik może się spodziewać istnienia tego rodzaju obiektów rzeczywistych;

- wprowadzenie przeciwnika w błąd poprzez prowadzenie działań demonstracyjnych<sup>x</sup>;

- zmniejszenie kontrastowości termicznej i radiolokacyjnej obiektów poprzez ich rozmieszczenie w terenie o zbliżonej do nich charakterystykach oraz stosowanie odpowiednio przygotowanych masek i ekranów oraz urządzeń imitujących energię elektromagnetyczną w tym zakresie w celu ukrycia kształtu i rozmiaru obiektu.

2. W zakresie przeciwdziałania systemom stosującym technikę rozpoznania radiowego oraz rozpoznania systemów radiolokacyjnych (RHYOLITE, FERRET, ARGUS/CHALET, MAGNUM/AQUACADE ITSS):

- organizowanie i ciągłe prowadzenie maskowania radiowego poprzez eliminowanie technicznych i operacyjno-taktycznych cech

---

x/ z doświadczeń i ćwiczeń wynika, że "działań demonstracyjnych nie należy przeprowadzać w rejonach ześrodkowania lub planowanych do rozwijania wojsk. Lepiej wykorzystywać w tym celu znane już nieprzyjacielowi fejony, z których wojska są wyprowadzane" /z wystąpienia gen.lejtn.prof.dr hab.J.S.LJUTOWA na konferencji naukowej Sztabu Generalnego WP /1986, 04.27 "Myśl Wojskowa" - dodatek z 1986r.

demaskujących pracę środków radioelektronicznych;

- prowadzenie dezinformacji radioelektronicznej poprzez organizowanie pozornych obiektów radioelektronicznych, organizowanie pozornych systemów radioelektronicznych oraz pozornych relacji łączności radiowej i rdlioliniowej a także poprzez radioelektroniczne działania demonstracyjne.

Aktualne możliwości naszych sił zbrojnych w zakresie przeciwdziałania satelitarnym systemom rozpoznawczym są skromne, lecz pełne ich wykorzystanie może przeciwnikowi znacznie utrudnić prowadzenie rozpoznania i zmniejszyć jego efektywność. W celu podwyższenia skuteczności przeciwdziałania tym systemom niezbędne jest podjęcie badań, opracowanie i wdrożenie do wojsk nowego rodzaju środków maskowania bezpośredniego skutecznych w warunkach stosowania wielospektralnej techniki przez wszystkie rodzaje rozpoznania. Konieczne jest również naukowe zbadanie i opracowanie zasad i sposobów organizowania i ciągłego prowadzenia przeciwdziałania współczesnym technicznym środkiem rozpoznania w skali sił zbrojnych /państwa/. Celowym wydaje się połączenie wysiłków wszystkich państw UW w celu dogłębnego, wszechstronnego i szybkiego rozwiązania tego problemu.

### 2.3. Radioelektroniczne przeciwdziałanie kosmicznym środkom radionawigacji.

Analiza elektronicznej strony systemu radionawigacji TRANSIT i GPS NAVSTAR wskazuje na możliwość elektronicznego oddziaływania na dwa człony - kosmiczny układ odbioru sygnałów sterujących i korekcyjnych na satelitach oraz naziemny /abonencki/. Wskazuje także na możliwość przełamania bariery dostępu do systemu i wykorzystania go dla własnych celów.

Stan eksploatacji obu systemów - TRANSIT w końcowej fazie eksploatacji, NAVSTAR w okresie rozruchu operacyjnego jak i uniwersalność wykorzystania, wskazuje na potrzebę pracy tylko nad tym drugim.

Oddziaływanie elektroniczne na satelity można realizować poprzez zakłócanie sygnałów sterujących i korekcyjnych przekazywanych do satelity oraz poprzez przekazywanie sygnałów dywersyjnych zmieniających parametry orbit satelitów oraz kalibrację zegarów pokładowych.

Jedno i drugie zadanie można realizować dysponując wyspecjalizowanym sprzętem, dokładną znajomością sposobu przekazywania sygnałów sterujących, harmonogramem przekazywania oraz częstotliwością i kodem w/g którego sygnał jest przekazywany. Znajomość kodu oraz parametrów staje się niezbędna w prowadzeniu dywersji radiowej.

Dysponowanie sprzętem nie jest warunkiem wystarczającym. Należy jeszcze określić rejony z których można prowadzić obeszwiadnienie RE 1 z których jest największa skuteczność prowadzonego zakłócenia.

Jest duże prawdopodobieństwo w tym, że Stany Zjednoczone chcąc zwiększyć odporność na obezładnianie RE członu kosmicznego wprowadziły ściśle określony czas pracy urządzeń odbiorczych /w pozostałym okresie urządzenia są zablokowane/, kod uruchamiania urządzeń odbiorczych oraz w jakimś zakresie kodowanie sygnałów sterujących. Fakty te po dokładnym zbadaniu powinny zostać uwzględnione w opracowaniu aparatury do obezładnienia RE oraz w prowadzeniu działań dywersyjnych.

Wykorzystanie systemu GPS NAVSTAR przez elementy naziemne, powietrzne lub nawodne będzie się koncentrowało w określonych obszarach prowadzenia operacji. W pozostałej części świata wykorzystanie systemu będzie niewielkie.

Sygnały radionawigacyjne przekazywane są na Ziemię zawsze na tych samych częstotliwościach i do Ziemi docierają już jako sygnały słabe. Fakt ten umożliwia prowadzenie zakłócania sygnałów radionawigacyjnych pod następującym warunkiem:

- urządzenie zakłócające pracować będzie na tej samej częstotliwości;
- poziom sygnału zakłócającego będzie znacznie wyższy od użytecznego, a jego struktura będzie zbliżona do sygnału użytecznego;
- urządzenia zakłócające będą zainstalowane na samolocie lub balonach co pozwoli na objęcie zakłóceniami strefy naszego zainteresowania;
- czas działania urządzeń zakłócających powinien być dostosowany do potrzeb /seansami/ lub zadanie to powinno się realizować w sposób ciągły przez czas potrzebny na przeprowadzenie operacji lądowo-powietrznych.

Analiza wykazuje, że wymagania te są dla wyspecjalizowanego sprzętu opracowanego dla tych potrzeb stosunkowo łatwe do spełnie-

nia a sama moc urządzeń nie musi być duża, Opracowane techniczne środki najkorzystniej stosować doczepiając do balonów, aby dryfowały na dużej wysokości i prowadziły zakłócenia /podobnie jak nadajniki zakłócające jednorazowego użycia/. Nadajniki takie mogą być wypuszczane z Ziemi grupami lub pojedynczo w określonych odstępach czasu. Czas powinien zostać tak wyliczony aby mieć możliwość zablokowania określonego obszaru od napływu sygnałów nawigacyjnych na okres istotny, z punktu widzenia prowadzenia operacji. Można także realizować takie zadanie w sposób ciągły, wymaga to jednak zwiększonej ilości środków.

Dla tych celów można wykorzystać specjalne urządzenia instalowane na samolotach mogących wykonywać loty na dużych wysokościach. Tak zastosowane środki pozwolą na zakłócenie odbiorczych urządzeń nawigacyjnych głównie nad własnym obszarem, a w wielu przypadkach strefa zakłóceń może objąć część obszaru opanowanego przez nieprzyjaciela.

Środki zainstalowane na samolocie z wysokości 20 km mogą obejmować radioelektronicznie obszar w promieniu 300-400 km co pozwoli zerwać radionawigację satelitarną w obszarze prowadzonych działań przez front.

Po operacyjnym uruchomieniu systemu, badając dokładnie strukturę sygnału, można będzie ustalić czy nadawane sygnały nawigacyjne, poddane modyfikacji retransmisyjnej, można wykorzystać do mylenia /powiększania błędów/ odbiorców tych sygnałów.

Przewidywane efekty zachęcają do rozpoczęcia tego typu badań technicznych.

Odrębnym i także bardzo interesującym problemem jest wykorzystanie systemu GPS NAVSTAR dla własnych celów.

Z analizy systemu wynika, że kosmiczny czten nadawczy ma możli-

wość obsłużenia dowolnej liczby abonentów i dla niego jest bez znaczenia kto jego sygnały odbiera, o ile odbiorca będzie posiadał urządzenia techniczne, pozwalające na wykorzystanie tych sygnałów. Przeciwnik może bronić się przed wykorzystaniem systemu szczególnie w kodzie dokładnym /P/, analiza pozwala jednak wnioskować, że jest to bardzo trudne. Zatem przełamanie bariery kodowej i technicznej pozwolić może na szeroki dostęp do systemu, co pozwoliłoby na wyciąganie z tego ewidentnych korzyści bojowych w czasie prowadzenia wojny. Także w okresie pokojowym wykorzystanie tych urządzeń przez siły zbrojne i w gospodarce narodowej niosłoby za sobą duże korzyści materialne.

Przedstawiona analiza prezentuje dwa generalne wnioski dla naszych sił zbrojnych.

Należy podjąć prace badawcze nad możliwością wykorzystania systemu dla własnych potrzeb oraz podjęcie pracy dla opracowania urządzeń zakłócających w rejonach prowadzenia operacji.

Wszystkie pozostałe sposoby oddziaływania mogą w mniejszym lub większym stopniu deprecjonować system w sposób trwały lub czasowy, jednak przy dużych kosztach i technikach dla nas trudnych do opanowania.

#### 2.4. Radioelektroniczne przeciwdziałanie kosmicznym środkom meteorologicznym i topogeodezyjnym.

Najistotniejszym elementem pracy całego kosmicznego systemu meteorologicznego i topogeodezyjnego jest przepływ sygnałów sterujących do satelity oraz informacji pierwotnych z satelity i wtórnych z ośrodka w Offut do użytkowników.

Radioelektroniczne oddziaływanie na systemy sterujące sateli-

tani jest technicznie możliwe, jednak bardzo trudne w wykonaniu. Podobnie jak przy systemie GPS NAVSTAR wymaga specjalistycznego sprzętu i stworzenia określonych warunków do jego zastosowania. Ponieważ systemy sterujące wielu o różnym przeznaczeniu systemów kosmicznych są w zakresie techniki, wykorzystywanych zakresów częstotliwości, do siebie zbliżone, można dążyć do opracowania środków uniwersalnych dla realizacji tego typu zadań.

Istotnym ogniwem pracy całego systemu jest przepływ informacji pierwotnej z satelity oraz wtórnej opracowanej przez ośrodek w Offus i przekazywanej użytkownikom.

Łączność pomiędzy satelitą a Ziemią może być zakłócana radioelektronicznie, jednak same urządzenia zakłócające powinny spełniać warunki techniczne, a ponadto należałoby je rozmieścić w pobliżu centrum odbiorczego lub na drodze pomiędzy satelitami, a ośrodkiem. Właśnie ten drugi wymóg jest bardzo trudny do zrealizowania.

Niektóre dane meteorologiczne mogą być odbierane na całym obszarze Ziemi, zwłaszcza z systemu meteorologii kosmicznej dla potrzeb cywilnych z którego mogą korzystać floty wojenne, określone bazy lotnicze i morskie rozmieszczone poza obszarem Stanów Zjednoczonych. Obezwładnienie radioelektroniczne odbioru informacji w tym przypadku jest niezwykle trudne, chociaż w pojedynczych przypadkach możliwe.

Elektronicznie można jeszcze oddziaływać na informacje wtórne /opracowane/, rozpowszechnione przez systemy łączności dystrybucji danych AFGWC i AFNWC do użytkowników. Ponieważ system dystrybucji informacji obejmuje różne środki łączności i jest znacznie rozbudowany, przeto zakłócanie jego może dotyczyć pojedynczych relacji /głównie krótkofalowych/ oraz wybranych

użytkowników w wysuniętych bazach lub w pobliżu linii styczności wojsk.

Oprócz radioelektronicznego oddziaływania na przepływ sygnałów sterujących i informacji perspektywną metodą walki z kosmicznymi środkami meteorologicznymi jest niszczenie elementów czujnikowych zainstalowanych na satelitach. Perspektywną metodą walki, również możliwą do wykorzystania w Polsce, jest oświetlenie urządzeń czujnikowych silną wiązką światła spójnego /laserowego/, które uszkadza już przy <sup>ie</sup> nabyt dużej mocy czujniki w podzerwieni, szkła optyczne oraz inne czujniki instalowane na platformie. Oświetlenie wiązką światła laserowego może być realizowane z Ziemi, przy bezchmurym niebie, lub z samolotów latających ponad warstwą chmur. Najkorzystniej byłoby aby laser pracował w zakresie pracy czujników, tj. w zakresie 5-6  $\mu\text{m}$ . W dalszej przyszłości mogą zaistnieć również inne możliwości oddziaływania na aparaturę zainstalowaną na satelitach meteorologicznych.

Przedstawiona analiza wskazuje, że radioelektroniczne oddziaływanie na kosmiczne systemy meteorologiczne jest niezwykle trudne i w warunkach polskich sił zbrojnych niecelowe.

### 3. UOGÓLNIENIA I WNIOSKI

Kosmiczne systemy zabezpieczenia stanowią niezwykle istotny czynnik wpływający na zwiększenie dokładności i skuteczności merskich, powietrznych i lądowych środków walki. Nie stanowią jednak jedynych środków w tym względzie, są zrównoleżone przez systemy naziemne o charakterze globalnym i rejonowym oraz przez systemy autonomiczne.

Do najważniejszych systemów kosmicznego zabezpieczenia zaliczają się systemy satelitarnego rozpoznania i radiolokacji. Funkcje poszczególnych systemów często wzajemnie się uzupełniają niosąc na pokładzie satelitów różnorodną aparaturę. Coraz częściej można mówić o kompleksowości oraz komplementarności poszczególnych systemów wzajemnie ze sobą powiązanych.

Systemy kosmiczne są wieloczołonowe. Członki naziemne tych systemów spełniają główną rolę sterującą a zarazem są odbiorcą wszystkich zdobywanych informacji i na równi z członem kosmicznym decydują o sprawności systemu.

Podstawową funkcją w zdobywaniu informacji, emisji, sygnałów, ich transmisji, spełniają środki radioelektroniczne. Jakość tych środków decyduje o możliwościach poszczególnych systemów i jak wykazują badania co dziesięć lat są poprawiane o jeden rząd wielkości /rozpoznanie z 5 m do 0,5 m, nawigacja 100-200 m do 10-15 m/. Urządzenia elektroniczne równocześnie są najbardziej podatne na elektroniczne obciążenie pomimo, że w każdej kolejnej generacji wprowadza się sprzęt o zwiększonej odporności na zakłócenia oraz impuls elektromagnetyczny. Systematyczna poprawa parametrów urządzeń elektronicznych na satelitach pozwala na podwyższanie orbit po których krążą satelity, a także przeniesienie części z nich na wysokie orbity synchroniczne i geostacjonarne. Przesunięcie

satelitów na wysokie orbity i orbitę geostacjonarną poprawia ich funkcjonowanie oraz uodparnia na oddziaływanie ogniowe.

Systemy satelitarne zabezpieczenia są systematycznie odnawiane i unowocześniane przy wprowadzaniu kolejnych satelitów na miejsce tych które zakończyły swoją pracę. Ponadto na Ziemi utrzymywana jest określona rezerwa rakiet i satelitów przewidzianych na okres wzmożonego zapotrzebowania /w początkowym okresie wojny/ lub w przypadku awarii satelity pracującego na orbicie.

Uogólnienia te pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków ogólnych:

- systemy uzbrojenia wykorzystujące informacje i sygnały z kosmicznych systemów zabezpieczenia uzyskują większe możliwości operacyjno-taktyczne nad uzbrojeniem przeciwnika, który nie posiada dostępu do podobnych systemów;

- dowództwa i sztaby wykorzystując środki kosmiczne do zabezpieczenia wojsk mają ułatwione zadanie ponieważ obraz obszarów na których prowadzone są działania jest jednakowo zabezpieczony na całą głębokość;

- systemy kosmiczne zabezpieczenia składają się z członów naziemnych i członu kosmicznego, wszystkie one są wzajemnie silnie uzależnione. Wyeliminowanie z eksploatacji któregośkolwiek czyni cały system bezużyteczny;

- podstawową funkcję we wszystkich systemach stanowi aparatura elektroniczna i radioelektroniczna i naruszenie jakiegokolwiek warunków jej pracy pogarsza lub uniemożliwia pracę całego systemu;

- najskuteczniejszym sposobem uniemożliwiającym działanie poszczególnych systemów kosmicznego zabezpieczenia jest ich niszczenie w całości lub ich poszczególnych członów;

- satelity na wysokich i geostacjonarnych orbitach są najmniej

ważliwe na niszczenie;

- obezwładnienie radioelektroniczne może doprowadzić do czasowej niezdolności systemu kosmicznego lub jego części naziemnego w wybranych obszarach Ziemi;

- systemy kosmiczne można "rozstroić" elektronicznie w przypadku posiadania niezbędnej do tego aparatury i dysponowania kodami i szyframi pozwalającymi na dywersyjne wprowadzanie sygnałów sterujących do systemu;

- przedsięwzięcia maskownicze /bierne/ jak i warunki pogodowe i terenowe obniżają możliwości rozpoznania kosmicznego lecz tylko w ściśle określonych przypadkach. Takie przedsięwzięcia muszą uwzględniać wszystkie aspekty stosowanych technik rozpoznawczych;

- w warunkach polskich sił zbrojnych można stosować tylko przedsięwzięcia maskownicze /bierne/ i nieliczne przypadku oddziaływania elektronicznego na niektóre urządzenia radioelektroniczne systemów kosmicznych.

WYKAZ LITERATURY

1. D.J. Bem - "Telekomunikacja satelitarna - radionawigacja satelitarna". Przegląd telekomunikacyjny 4/84.
2. M.P. Blair - "Navstar - a European Review". Signal 6/1983.
3. Bradford, Parkinson - "Navstar Global Positioning System" California 1976.
4. J.A. Duijsen - "GPS Navstar 4 and NTS-2 Long Term Frequency Stability and Time Transfer Analysis". Waszyngton 1980.
5. A.D. Little Inc. "Design goals for future camouflage systems" 1981 Cambridge Massachusetts.
6. L.J. Jacobson - "Doświadczenia z globalnym systemem określania położenia". Wojskowy Przegląd Zagraniczny 5/1979 r.
7. T. Karas - "The New High Ground Strategic and Weapons of Space-Age War" Waszyngton 1983.
8. J. Mayfield - "Wojskowe satelity meteorologiczne Stanów Zjednoczonych". Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 1/1980.
9. Rozpoznanie operacyjno-strategiczne w Siłach Zbrojnych NATO" Zarząd II Szt. Gen. WP. Warszawa 1986.
10. "Rozpoznanie radioelektroniczne" Zeszyt nr 1, Zarząd II, Szt.Gen. WP 1987.
11. W. Stachlewski, A. Zubek - "Satelitarne badanie Ziemi" PWN Warszawa 1985.
12. T.S. Stansell - "Extended Applications of the TSN System" California 1971.
13. "Summary of radio aids for navigation" California 1985.
14. H. Szubera - "Naziemne stacje odbiorcze systemu METEOSAT/WEFAX", Przegląd telekomunikacyjny 2-3/1982.
15. "The Defence Monitor" Nr 10/1986, Waszyngton.

16. St. Wójeik - "Program satelitarny SPOT" Wojskowy przegląd techniczny 2/3-1984.
17. St. Wójeik - "Wybrane problemy rozpoznania satelitarnego" Myśl Wojskowa 4/1986.

Wykonano w 2 egz.

Egz. nr 1-2 - Bibli. Wauk.

Wykonał: plk MAGNUCKI

mjr SIKOREKI

Druk: WR dnia 1988-07-01

Nr ks. masz: PF 44/KBO/88

SATELITY ROZPOZNAWCZE NATO

Lp.	Nazwa programu /satelity/ i przynależność	Rodzaj rozpoznania										Parametry orbity			Czas aktywności	Masa	Liczba startów w roku	Czas okrąż. Ziemi	Częstotliwość przelotów nad teryt. S.A.W.N. PUKISZ	Czas przelotu nad PRL	Szer. rozpoznaw. nego pasa terenu	Zdolność rozdzielcza zdjęć	Sposób przekazywania inf. rozp.	Aparatura rozp.	Rok rozp. realiz. programu			
		ogólne	szczegółowe	optyczne			radioelektroniczne				Perigeum	Apozeum	Nachylenie															
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26					
1	KH-9 USA-USAF /2.2-Big Bird/		X	X	X	X							3.37 <sup>*</sup> 125- 140 bliz. do 110 2.2 <sup>*</sup> 160	330- 415 480	96,5°	50- 80 ostat. do 160 2.2 <sup>*</sup> do 300	2640 kg		90°			3.37 <sup>*</sup> 15cm	transm zasob nika	telesk. wielo- spek- tralna MSS	1966			
2	2.3 KH-8 /*CLOSELOOK*/ USA-USAF		X										130 manewrowy	350		128					10cm	transm zasob.						
3	KH-11 USA-CJA	X	X	X	X	X	X	X					← 3.39 <sup>*</sup> → 230- 300 256 manewrowy 1.107 240- 320	500- 570 2.3 640	96,9°	do 166 dni ponad 730	14t		90°	142	5-6° ok. 300km	3.39 <sup>*</sup> 1,5- 3cm bliz. teniu 0,4- 0,5m	transm kan. cyfr. 1.113 1,76- 3,0GHz 256000 b/s	MSS CCD	1976			
4	LASP /3.38 Big Bird/ Program 467/ USA-USAF	X	X	X	X	X	X						← 3.38 <sup>*</sup> → 150- 180 manewrowy	240- 280	96,3°	do 262	12t		89°	1-2	120- 5-6° 120- 300km	3.38 <sup>*</sup> 1m bliz. 0,3- 0,5m	foto TV+ transm zasob.		1971			
5	2.3 KH-12 /*IKON*/ USA-USAF	X	X	X	X	X	X	X	X				manewrowy /20 na cel/ zmienne orbity								120- 300km	5cm	foto TV+ prom kosm.	MSS CCD	1986			
6	2.2 DSP	System wykrywania rakiet i uprzedzania o napadzie																			X							
7	1.115 VEL HOTEL /program NUDET/ 3.45	Wykrywanie wybuchów jądrowych																					X					
													geostacjonarna ok. 35 700 km											geostacjonarne ok. 112000 km				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
8	3.45 NOSS /+3xSSu/ USA-sily morskie	+		X				X	X	X	X	1.115* kołowa 960km		53,5°											
9	1.109 ELINT /"Rhyolite"/	USA	+	X				X	X	X	X	biegunowa ok. 480km				ok. 1t								kanal radiowy	1962
10	1.410 FERRET USA			X				X	X			biegunowa ok. 500 km				ok. 50kg								kanal radiowy	1963
11	2.3 Argus/Chalet			X					X	X	X														
12	2.3 Magnum/Aqua.cade		+	X	X			X	X	X	X														
13	Pręty /wahadłowe/ kosmiczne USA		+	X	X	X	X	X	X	X	X														

UWAGA

Znakiem \* oznaczono indeksy materiałów źródłowych/zamieszczane w przypadku gdy podają one rozbieżne dane lub gdy dane wystąpiły tylko w jednym materiale/.Strzałki oznaczają rubryki,których ten znak dotyczy.

Numeracja materiałów wyróżnionych wskaźnikami ::

- 1 - " THE NEW HIGH GROUND STRATEGIC AND WEAPONS OF SPACE-AGE WAR" T.karas,Waszyngton 1983
- 2 - " THE DEFENCE MONITOR "Nr 10/1985 Waszyngton
- 3 - " WYBRANE PROBLEMY ROZPOZNANIA SATELITARNEGO " St.Wójcik, "Myśl Wojskowa" Nr 4/1986

