



Grey Scale #13

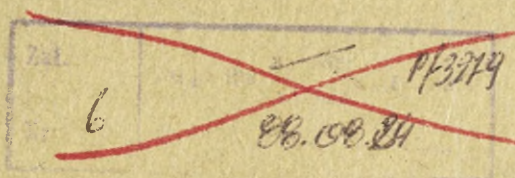


DANES-PICTA.COM

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK



**JAWNE
POUFNE**

Egz. pojedyn.



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

Część VI

PRZECIWDZIAŁANIE KOSMICZNYM SYSTEMOM
ŁĄCZNOŚCI PRZECIWNIA



55698

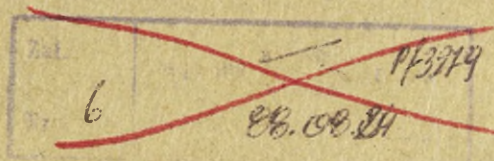
WARSZAWA

1988



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK



JAWNE

POUFNE

Egz. pojedyn.



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

Część VI

PRZECIWDZIAŁANIE KOSMICZNYM SYSTEMOM
ŁĄCZNOŚCI PRZECIWNIAKA



~~40 9/188/6~~



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK

JAWNE

POUFNE

Egz. pojed.



KOSMOS

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

Archiwum

Część VI

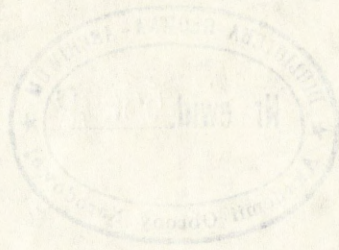
PRZECIWDZIAŁANIE KOSMICZNYM SYSTEMOM ŁĄCZNOŚCI
PRZECIWNIA

*Przełknij: 10000
100. "JAWNE"
27.01.2003*

ppłk. W. Kostecki

Opracował zespół w składzie:

1. ppłk mgr inż. Stanisław Opanowski - kierownik zespołu
2. płk dr inż. Aleksander Charytoniuk - z-ca kierownika zespołu
3. mjr. mgr inż. Czesław Twarowski - członek zespołu



SPIS TREŚCI

Str.

WYKAZ SKRÓTÓW

WSTĘP

ROZDZIAŁ I

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA WOJSKOWYCH SYSTEMÓW
ŁĄCZNOŚCI KOSMICZNEJ PRZECIWNIA

1. Podstawowe założenia techniczne wojskowych systemów
łączności kosmicznej

1.1. Orbity wojskowych satelitów telekomunikacyjnych.

1.2. Strefa widoczności i obszar obsługiwany telekomu-
nikacyjnego SSZ

1.3. Zakresy częstotliwości fal radiowych wykorzysty-
wanych w wojskowych systemach łączności
kosmicznej

1.4. Rodzaje modulacji, zwielokrotnienia i metody
wielokrotnego dostępu stosowane w łączach
satelitarnych

2. Ogólna charakterystyka techniczna wojskowych
systemów łączności kosmicznej państw NATO

2.1. Wojskowe systemy łączności kosmicznej USA ...

2.1.1. Strategiczny system łączności sateli-
tarnej DSCS

2.1.2. System łączności satelitarnej
FLEETSATCOM

2.1.3. System łączności satelitarnej LEASAT .

2.1.4. System łączności satelitarnej MILSTAR.

2.2. Wojskowy system łączności satelitarnej
Wielkiej Brytanii - SKYNET

2.3. Wojskowy system łączności satelitarnej Francji - SYRACUSE

2.4. System łączności satelitarnej NATO

ROZDZIAŁ II

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA STRUKTURY ORGANIZACYJNEJ WOJSKOWYCH SYSTEMÓW ŁĄCZNOŚCI SATELITARNEJ /KOSMICZNEJ/ PRZECIWNIKA

1. Zintegrowany system łączności PSZ NATO w Europie - NICS /NATO INTEGRATED COMMUNICATIONS SYSTEM/

2. Wojskowe systemy łączności satelitarnej

ROZDZIAŁ III

ANALIZA FUNKCJONOWANIA WOJSKOWYCH SYSTEMÓW ŁĄCZNOŚCI KOSMICZNEJ ORAZ ICH WPŁYW NA EFEKTYWNOŚĆ DZIAŁAŃ PRZECIWNIKA. SŁABE STRONY WOJSKOWYCH SYSTEMÓW ŁĄCZNOŚCI KOSMICZNEJ PRZECIWNIKA

1. System łączności NATO SATCOM

2. System łączności DSCS

3. System łączności AFSATCOM

4. System łączności FLTSATCOM

5. System łączności SKYNET

6. System łączności SYRACUSE

ROZDZIAŁ IV

OGÓLNE ZASADY I SPOSOBY PRZECIWDZIAŁANIA WOJSKOWYM SYSTEMOM ŁĄCZNOŚCI SATELITARNEJ /KOSMICZNEJ/ PRZECIWNIKA

1. Ogólne zagadnienia dotyczące przeciwdziałania wojskowym systemom łączności satelitarnej przeciwnika

2. Podstawowe aspekty techniczne przeciwdziałania wojskowym systemom łączności satelitarnej państw NATO

2.1. Przeciwdziałanie satelitom telekomunikacyjnym

2.2. Przeciwdziałanie stacjom naziemnym WSLS

WYKAZ LITERATURY

Wykaz skrótów

- AC - Area Coverage - obszar obsługiwany strefowy
- AFSATCOM - Air Force Satellite Communication System - system łączności satelitarnej sił powietrznych USA
- AI - Antiintercept - system zabezp. przed przechwytywaniem informacji
- AJ - Antijam - system zabezp. przed zakłóceniami
- AS - Autispoof - system przeciwozukiwawczy /zabezp. przed wprowadzaniem w błąd/
- BPSK - Binary Phase Shift Keying - binarne /dwustronne/ kluczkowanie fazy
- CDMA - Code Division Multiple Access - dostęp wielokrotny
- CPW - Charged Particle Weapon - broń promieniowa-cząsteczkowa wykorzystująca strumienie naładowanych cząstek
- CSMA - Common Spectrum Multiple Access - dostęp wielokrotny o wspólnym widmie
- DAMA - Demand Assigned Multiple Access - dostęp wielokrotny na żądanie
- DM - modulacja delta
- DPCM - Differential Pulse Code Modulation - różnicowa modulacja impulsowo-kodowa
- DSCS - Defense Satellite Communication System - strategiczny system łączności satelitarnej USA
- EC - Earth Coverage - obszar obsługiwany globalny
- EHF - Extremely High Frequency /30...300 GHz/ - zakres fal milimetrycznych
- EIRP - Effective Isotropic Radiated Power - zastępcza moc promieniowana izotropowo

- FDM - Frequency - Division Multiplexing - zwielokrotnianie częstotliwościowe
- FDMA - Frequency Division Multiple Access - dostęp wielokrotny z podziałem częstotliwościowym
- FH - Frequency Hopping - modulacja ze skokową zmianą częstotliwości
- FLEETSATCOM /FLTSATCOM/ - system łączności satelitarnej sił morskich USA
- FM - Frequency Modulation - modulacja częstotliwości
- G/T - Gain/Temperature - współczynnik przydatności określony stosunkiem zysku energetycznego anteny i temperatury szumowej odbiornika
- LEASAT - Leased Satellite - wojskowy system łączności satelitarnej wykorzystujący satelity dzierżawione przez firmę Hughes
- MBA - Multibeam Antenna - antena o wielowiązkowej charakterystyce kierunkowości
- MILSTAR - Military Strategic - Tactical And Relay - wojskowy system satelitarny USA, wykorzystywany na szczeblu strategicznym i taktycznym
- NC - Narrow Coverage - obszar obsługiwany lokalny
- NICS - NATO Integrated Communication System - zintegrowany system łączności NATO
- NPW - Neutral Particle Weapon - broń cząsteczkowo-promieniowa wykorzystująca cząsteczki neutralne
- PAMA - Pulse Address Multiple Access - dostęp ze zwielokrotnieniem kodowym
- PH - Phase Hopping - modulacja ze skokową zmianą fazy
- PN - Pseudo Noise - sygnały szumopodobne /pseudolosowe/
- PSK - Phase Shift Keying - modulacja z kluczowaniem fazy
- QPSK - Quadri PSK - czterostanowe kluczowanie fazy
- SDMA - Space Division Multiple Access - dostęp wielokrotny z podziałem przestrzennym

- SHF - Super High Frequency /3...30 GHz/ - zakres fal centymetrowych
- SN - stacja naziemna łączności satelitarnej
- SKYNET - wojskowy system łączności satelitarnej W. Brytanii
- SLS - system łączności satelitarnej
- SS - Satellite Switching - komutacja realizowana w aparaturze satelity
- SSMA - Spread Spectrum Multiplication Access - dostęp wielokrotny z wykorzystaniem sygnałów szerokopasmowych /z rozproszonym widmem/
- SSZ - sztuczny satelita Ziemi
- TD - transmisja danych
- TDM - Time - Division Multiplexing - zwielokrotnianie czasowe
- TDMA - Time Division Multiple Access - dostęp wielokrotny z podziałem czasowym
- UHF - Ultra High Frequency /0,3...3 GHz/ - zakres fal decymetrowych
- WSLK, WSLS - wojskowy system łączności kosmicznej, WSL satelitarnej

WSTĘP

Jedną z dróg prowadzących do zabezpieczenia niezawodnego kierowania siłami zbrojnymi w warunkach prowadzenia wojny jądrowej o zasięgu globalnym jest powszechne wykorzystanie łączności satelitarnej.

Na obecnym etapie rozwoju środki łączności satelitarnej są w stanie zapewnić nawiązywanie i utrzymywanie całodobowej łączności, polegającej na wymianie różnorodnych informacji pomiędzy abonentami wszystkich szczebli dowodzenia siłami zbrojnymi znajdujących się w dowolnych punktach powierzchni Ziemi, atmosfery ziemskiej i przestrzeni kosmicznej, przy czym jakość łączności jest praktycznie niezależna od odległości między abonentami, zakłóceń naturalnych i stanu górnych warstw atmosfery. Poza tym możliwość zastosowania anten o wąskich charakterystykach kierunkowości skierowanych pod dużymi kątami elewacji, pozwala na znaczne zmniejszenie wrażliwości na zakłócenia celowe, ułatwia maskowanie łączności i utrudnia prowadzenie rozpoznania /przechwyt informacji/.

Poważne zalety łączności satelitarnej przyczyniają się do rozwoju tendencji zastępowania tradycyjnych łączności radiowych, radioliniowych i kablowych łączami satelitarnymi, i to zarówno na szczeblu strategicznym, jak i taktycznym. Świadczy o tym duża ilość i różnorodność typów wojskowych satelitów telekomunikacyjnych eksploatowanych i wprowadzanych do eksploatacji w

armiach NATO. Towarzyszy temu zjawisku intensywny rozwój ilościowy i jakościowy abonenckich stacji naziemnych /lądowych, morskich, powietrznych/, a w perspektywie - abonenckich stacji kosmicznych.

Będąc ważnymi ogniwami systemu kierowania i dowodzenia siłami zbrojnymi państw NATO wojskowe systemy łączności satelitarnej winny stać się obiektem przeciwdziałania w razie konfliktu zbrojnego. Specyfika tych systemów wymaga stosowania zróżnicowanej gamy metod i środków przeciwdziałania i rozwiązań technicznych zabezpieczających przed przeciwdziałaniem.

Poniższe opracowanie przedstawia podstawowe zagadnienia organizacyjno-techniczne wojskowych systemów łączności satelitarnej państw NATO, oraz główne aspekty przeciwdziałania tym systemom /na podstawie ogólnodostępnej literatury naukowo-technicznej i wojskowej/.

ROZDZIAŁ I
OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA WOJSKOWYCH SYSTEMÓW
ŁĄCZNOŚCI KOSMICZNEJ PRZECIWNIA

1. Podstawowe założenia techniczne wojskowych systemów łączności
kosmicznej

Systemy łączności kosmicznej /SLK/ są to systemy, w których przesyłanie informacji w łączności radiowej między abonentami naziemnymi /lądowymi, morskimi, powietrznymi/ odbywa się za pośrednictwem urządzeń retranslacyjnych, umieszczonych na sztucznych satelitach Ziemi /SSZ/. Systemy te są wykorzystywane do realizacji zadań stawianych przed: radiokomunikacyjnymi służbami stałymi i ruchomymi oraz radiodyfuzją.

Wojskowe systemy łączności kosmicznej /WSLK/ przeznaczone są do jednoczesnej realizacji zadań pokrewnych służbom cywilnym w specyficznych warunkach współczesnych działań bojowych, charakteryzujących się dużym nasyceniem środków WRE. Stąd charakterystyczną właściwością WSLK jest żywotność, w czym szczególną rolę odgrywa zabezpieczenie przed celowymi zakłóceniami.

Zabezpieczanie przed przeciwdziałaniem elektronicznym w ramach obrony radioelektronicznej /z ang. Electronic Counter-Countermeasures - ECCM/ doprowadziło do wdrożenia ważnych rozwiązań technicznych, szczególnie w urządzeniach pokładowych telekomunikacyjnych sztucznych satelitów Ziemi /SSZ/. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć: anteny adaptacyjne, szerokopasmową aparaturę nadawczo-odbiorczą, komutację i przetwarzanie sygnałów, aparatu-

ture teletetryczną odporną na zakłócenia, udoskonalone systemy określania pozycji i orientacji satelity, zabezpieczenia przed oddziaływaniem wybuchów jądrowych i bronią promieniową.

Celom obrony radioelektronicznej WSŁK ma również służyć stosowanie wyższych zakresów częstotliwości /fale milimetrowe/.

Efektywność obrony radioelektronicznej systemów można ocenić znając podstawowe założenia techniczne systemów, ich elementy oraz wrażliwość na przeciwdziałanie radiowe.

W ogólnej konfiguracji SŁK można wyodrębnić dwa zasadnicze człony /segmenty/:

1/ człon naziemny;

2/ człon kosmiczny /satelitowy/.

Człon naziemny stanowi liczna grupa różnorodnych stacji naziemnych /SN/, których znakomita większość to stacje /terminale/ nadawczo-odbiorcze lub odbiorcze, spełniające funkcje radiokomunikacyjne dla potrzeb użytkowników systemu. Stacje naziemne, zależnie od miejsca zainstalowania, dzielą się na: terminale lądowe /stałe, przewoźne, ruchome i przenośne/, morskie /instalowane na okrętach nawodnych i podwodnych/ i powietrzne /w perspektywie - kosmiczne, zainstalowane na załogowych obiektach kosmicznych/.

Istotną rolę w systemie łączności kosmicznej spełniają kontrolne SN, nadzorujące: funkcjonowanie transponderów i innych podsystemów satelity, przestrzeganie przez stacje naziemne parametrów istotnych dla eksploatacji całego systemu - mocy promieniowanej, częstotliwości emisji, jakości sygnału modulującego, polaryzacji fali promieniowanej itp. W SŁK z dostępem na żądanie, stacje te kierują pracą całego systemu /w szczególności - przydziałem kanałów, z określonym priorytetem w razie konieczności/.

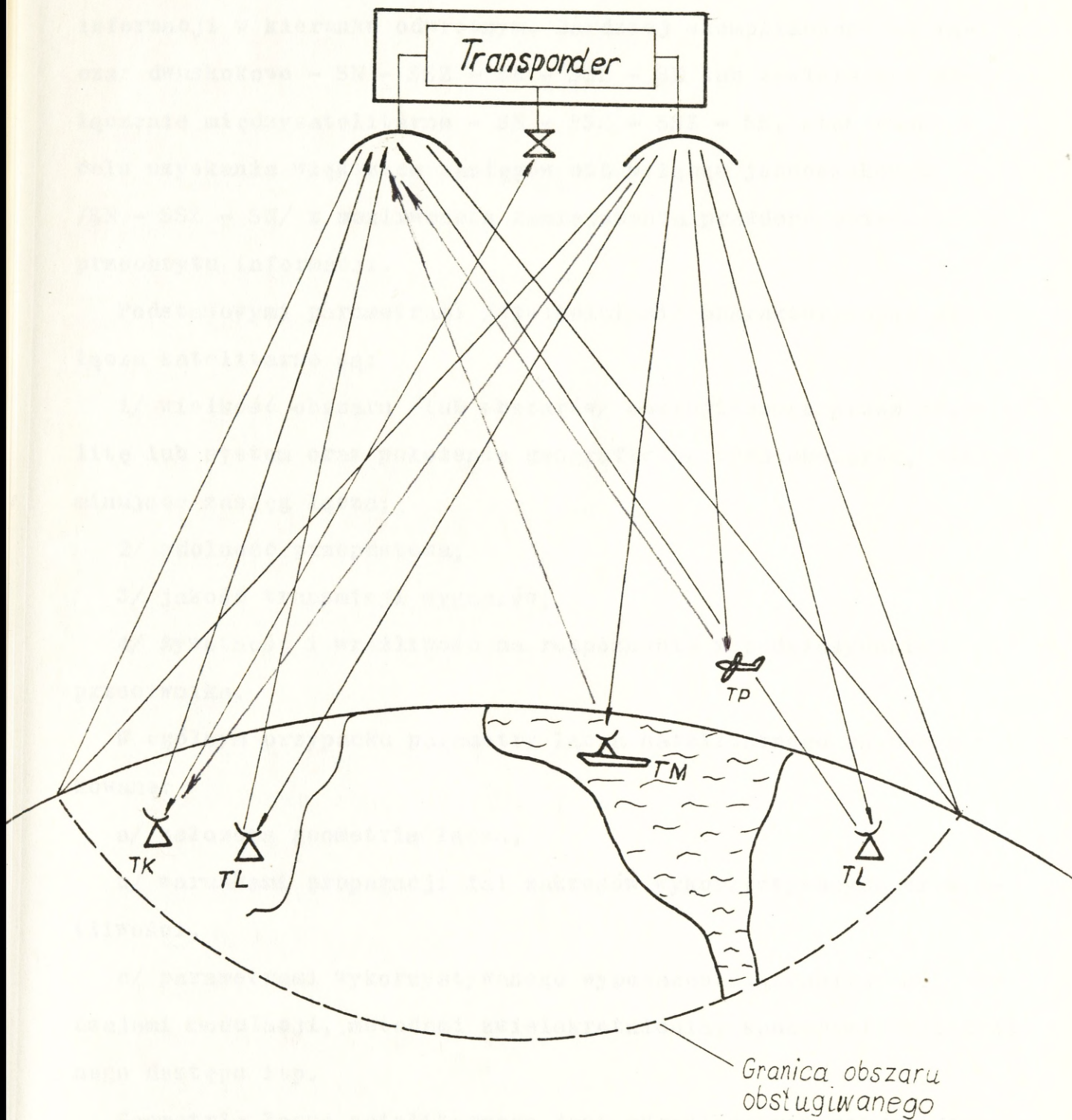
W zasadzie funkcje kontrolne w systemie należą do wyspecjalizowanych centralnych stacji kierowania i kontroli, które sterują urządzeniami satelity przy wprowadzaniu go na orbitę i w trakcie eksploatacji oraz nadzorują funkcjonowanie systemu wykorzystując do tego celu przeznaczone kanały służbowe /satelitarne lub naziemne/. Nie rzadko funkcję kontrolną SN spełnia wyznaczona nadawczo-odbiorcza SN.

Człon kosmiczny stanowi grupa SSZ z pokładowymi stacjami retranslacyjnymi, krążącymi po orbitach wokółziemskich w odstępach określonych wymogami zapewnienia terminowej obsługi radiokomunikacyjnej stacji naziemnych, znajdujących się na danym obszarze /lub przestrzeni kosmicznej/. Pokładowa stacja retranslacyjna zawiera: aparaturę przeznaczoną do odbioru, komutacji i nadawania /w niektórych przypadkach - przetwarzania/ sygnałów radiowych /tzw. transpondery/; urządzenia antenowe /odbiorcze, nadawcze lub nadawczo-odbiorcze/, aparaturę telemetryczną; źródła energii elektrycznej.

Funkcjonowanie stacji retranslacyjnej zapewniają układy: termoregulacji, orientacji anten i baterii słonecznych, stabilizacji położenia satelity na orbicie itp.

Podstawowym ogniwem systemu łączności kosmicznej jest łącze satelitarne. W najprostszym przypadku /SN - SSZ - SN/ łącze to zawiera dwie stacje naziemne, stanowiące punkty końcowe łącza oraz satelitę ze stacją retranslacyjną /transponderem/ na pokładzie /rys. 1.1/.

Zadaniem transpondera jest odbiór sygnału radiowego wypromienianego przez SN_1 na częstotliwości f_{z-s} , wzmocnienie i po przemianie oraz wzmocnieniu wypromieniowanie za pośrednictwem anteny pokładowej na częstotliwości f_{s-z} w kierunku współpracującej SN_2 .



Rys.1.1. Zasada działania systemu radiokomunikacji satelitarnej.

Oznaczenia:

TK - terminal kontrolny

TL - terminal lądowy

TM - terminal morski

TP - terminal powietrzny

Na łączu dwukierunkowym odbywa się analogicznie przesyłanie informacji w kierunku odwrotnym. Bardziej skomplikowane są łącza: dwuskokowe - SN - SSZ - SN - SSZ - SN lub zawierające połączenie międzysatelitarne - SN - SSZ - SSZ - SN, stosowane w celu uzyskania większych zasięgów niż w łączu jednoskokowym /SN - SSZ - SN/ z możliwością zmniejszenia prawdopodobieństwa przechwyty informacji.

Podstawowymi parametrami /wielkościami/ charakteryzującymi łącza satelitarne są:

- 1/ wielkość obszaru /lub obszarów/ obsługiwanego przez satelitę lub system oraz położenie geograficzne tych obszarów, determinujące zasięg łącza;
- 2/ zdolność przepustowa;
- 3/ jakość transmisji sygnałów;
- 4/ żywotność i wrażliwość na rozpoznanie i oddziaływanie przeciwnika.

W ogólnym przypadku parametry łącza satelitarnego są uwarunkowane:

- a/ założoną geometrią łącza,
- b/ warunkami propagacji fal zakresów wykorzystywanych częstotliwości,
- c/ parametrami wykorzystywanego wyposażenia technicznego, rodzajami modulacji, metodami zwielokrotnienia, sposobami wielokrotnego dostępu itp.

Geometria łącza satelitarnego jest określona parametrami orbity telekomunikacyjnego SSZ, charakterystykami kierunkowości jego anten oraz dyslokacją stacji naziemnych, stanowiących punkty końcowe łącza: SN - SSZ - SN lub SN - SSZ - SSZ - SN.

Ustalenie relacji geometrycznych pozwala obliczyć:

- 1/ długość tras łączy satelitarnych;
- 2/ granice obszarów obsługiwanych przez satelitę i ich zależność od parametrów jego orbity;
- 3/ współrzędne katowe satelity, odniesione do współrzędnych geograficznych SN.

Wyżej wymienione dane są niezbędne przy określaniu parametrów energetycznych łączy i naprowadzaniu anten SN na współpracującego z nimi satelitę.

Planując przedsięwzięcia WRE w stosunku do SŁK, można na tej podstawie wyznaczyć geometryczny zasięg oddziaływania i obliczyć dane do naprowadzenia anten stacji rozpoznania radioelektronicznego i stacji zakłóceń.

1.1. Orbity wojskowych satelitów telekomunikacyjnych

Wybór określonej orbity satelity telekomunikacyjnego jest zdefiniowany następującymi czynnikami:

- 1/ przeznaczeniem systemu łączności kosmicznej;
- 2/ położeniem geograficznym, wymiarami i konfiguracją obszarów obsługiwanych;
- 3/ dopuszczalnymi przerwami między seansami łączności;
- 4/ charakterystykami technicznymi wyposażenia satelity i stacji naziemnych;
- 5/ kosztem SŁK i jego efektami ekonomicznymi;
- 6/ wymaganiami odnośnie żywotności i odporności na przeciwdziałanie.

W ogólnym przypadku sztuczne satelity Ziemi poruszają się po orbitach eliptycznych, których podstawowymi parametrami są:

- 1/ nachylenie płaszczyzny orbity SSZ do płaszczyzny równika /inklinacja/ - i ;

2/ wysokość orbity w perigeum - h_p i apogeum - h_a ;

3/ okres obiegu SSZ po orbicie - T .

W zależności od kąta nachylenia orbity rozróżnia się następujące orbity SSZ:

a/ równikowe - płaszczyzna orbity pokrywa się z płaszczyzną równika $/i=0^\circ/$,

b/ nachylone - płaszczyzna orbity nie pokrywa się ani z płaszczyzną równika ani z osią obrotu Ziemi $/0 < i < 90^\circ/$,

c/ biegunowe - płaszczyzna orbity pokrywa się z osią obrotu Ziemi $/i=90^\circ/$.

Najpowszechniejsze wykorzystanie w systemach łączności kosmicznej znajduje orbita geostacjonarna - w idealnym przypadku kołowa orbita równikowa $/i=0^\circ/$ o wysokości 35786 km nad powierzchnią Ziemi $/promień orbity - 42164 km/$ i okresie obiegu równym okresowi dobowego obrotu Ziemi dookoła osi - $T=23$ h 56 min 4,09054 s. Ponieważ przy tym kierunek ruchu satelity jest zgodny z kierunkiem wirowania Ziemi, to dzięki temu jest zapewniona stałość położenia satelity względem powierzchni Ziemi.

W rzeczywistości idealna orbita geostacjonarna nie istnieje, niemniej jednak współczesna technika raketowa umożliwia wprowadzenie satelity na orbitę geostacjonarną i zapewnia wysoką dokładność utrzymywania go w zadanym położeniu poprzez okresowe kompensowanie oddziaływania czynników zaburzających ruch satelity $/korekty położenia/$. Obecnie obowiązujące wymagania odnośnie dokładności stabilizacji pozycji orbitalnej satelity geostacjonarnego, eksploatowanego przez służby stałe lub radiodifuzyjne $/z$ wyjątkiem zakresu częstotliwości: 11,7-12,56 Hz/ : $\pm 0,1^\circ$. Satelity wykorzystywane przez pozostałe służby oraz satelity eksperymentalne powinny utrzymywać swą pozycję orbitalną z dokładnością

$\pm 0,5^{\circ}$, natomiast wprowadzone na orbitę do 1987.01.01: $\pm 1^{\circ}$.

Brak korekcji położenia powoduje dryfowanie satelity wg cyklu dobowego, zmianę nachylenia orbity ok. $\pm 0,92^{\circ}$ rocznie oraz trwałe przesunięcie /zdryfowanie/ satelity do punktów stabilnego położenia $15^{\circ}W$ lub $165^{\circ}E$.

Wykorzystanie satelitów geostacjonarnych w wojskowych systemach łączności kosmicznej wiąże się z następującymi korzyściami:

1/ całodobową ciągłością łączności;

2/ łatwością naprowadzania anten SN, co stworzyło możliwość maksymalnego uproszczenia konstrukcji urządzeń antenowych, szczególnie małych polowych SN;

3/ dużą powierzchnią obszaru widoczności /około 1/3 powierzchni Ziemi/, a tym samym - obszaru obsługiwanego, przy czym duża stabilność położenia satelity umożliwia, przez zastosowanie odpowiedniej anteny pokładowej wyodrębnienie bardzo małego obszaru obsługiwanego lub ich zbioru;

4/ stabilnością poziomu sygnałów odbieranych na całym obszarze obsługiwanych;

5/ obniżeniem wymagań w zakresie ochrony elementów półprzewodnikowych, wynikającym z umieszczania satelity ponad pasami radiacyjnymi Ziemi;

6/ brakiem dopplerowskiego przesunięcia częstotliwości, co umożliwia zmniejszenie szerokości pasma odbiornika SN i odstępu częstotliwościowego między sąsiednimi kanałami.

Zasadniczymi mankamentami, wynikającymi z wykorzystania orbity geostacjonarnej z WSK są:

1/ brak możliwości objęcia zasięgiem łączności obszarów podbiegunowych /powyżej $76,5^{\circ}$ szerokości geograficznej przy kącie elewacji anteny SN - 5° /;

2/ ograniczona pojemność orbity /maksymalna szacunkowa liczba satelitów czynnych wynosi 100, w perspektywie 180/;

3/ stabilność pozycji satelity zwiększa możliwość przeciwdziałania;

4/ awaria jednego satelity grozi przerwaniem pracy całego systemu;

5/ duży koszt i skomplikowany sposób wprowadzania satelity na orbitę oraz trudności utrzymania pozycji i orientacji.

W związku z ograniczoną pojemnością orbity geostacjonarnej i koniecznością zapewnienia bezkolizyjnej pracy określonej liczby satelitów telekomunikacyjnych w niektórych punktach orbity, szczególnie preferowanych ze względu na wymagany obszar obsługiwany satelity, perspektywicznie przewiduje się powszechniejsze wykorzystanie satelitów quasigeostacjonarnych. Są to satelity krążące po nachylonej kołowej orbicie synchronicznej /zbliżonej do geostacjonarnej/. Wówczas trasa punktu podsatelitarnego na powierzchni Ziemi ma kształt położonej południkowo ósemki o rozpiętości określonej szerokościami geograficznymi $\varphi_N = \varphi_S = i$. Takie orbity charakteryzują się w pewnym stopniu zaletami orbit geostacjonarnych /ograniczony zakres śledzenia wąskokierunkowych anten SN, zmniejszenie skutków efektu Dopplera/, dając możliwość zwiększenia liczby jednocześnie eksploatowanych satelitów na orbicie przy rozszerzeniu granic obszaru obsługiwanego ku okolicom podbiegunowym. Wykorzystanie takich orbit w WSLK utrudnia prowadzenie rozpoznania radioelektronicznego tych systemów i zmniejsza ich wrażliwość na przeciwdziałanie.

W systemach łączności kosmicznej wykorzystuje się również wydłużone nachylone orbity eliptyczne, szczególnie o kącie nachylenia $i=63,4^{\circ}$, wysokościach $h_p=500$ km i $h_a=40000$ km oraz okre-

sie obiegu $T=12$ h. W WSŁK wysokość apogeum może osiągać nawet 200 000 km, co jest podyktowane dążeniem do zmniejszenia wrażliwości satelity na zniszczenie fizyczne lub przeciwdziałanie radioelektroniczne.

Zaletami towarzyszącymi wykorzystaniu wydłużonych orbit eliptycznych są:

1/ możliwość objęcia zasięgiem łączności również obszarów podbiegunowych;

2/ mniejszy koszt wprowadzenia satelity na orbitę i utrzymywania zadanej orientacji;

3/ mniejsza wrażliwość satelity na zniszczenie i przeciwdziałanie.

Do wad należy zaliczyć:

1/ konieczność zapewnienia łączności całodobowej wymaga zastosowania w SŁK dwóch lub więcej zsynchronizowanych satelitów /zależnie od położenia geograficznego obszaru obsługiwanego/;

2/ duży wpływ efektu Dopplera i czasu opóźnienia sygnału;

3/ zapewnienie ciągłości łączności wymaga stosowania dwóch anten SN /śledzących - w przypadku bardzo wąskich charakterystyk kierunkowości/.

Analizując tendencje rozwojowe SŁK daje się zaobserwować wdrażanie łączy międzysatelitarnych: SN - SSZ - SSZ - SN, które służą do zwiększenia zasięgów łączności satelitów geostacjonarnych /poprzez eliminowanie niekorzystnych ze względu na propagację fal łączy dwuskokowych: SN - SSZ - SN - SSZ - SN/, a szczególnie - zasięgów łączności satelitów krążących na niskich orbitach.

1.2. Strefa widoczności i obszar obsługiwany telekomunikacyjnego SSZ

Punktem wyjścia do określenia możliwości przeciwdziałania radioelektronicznego skierowanego przeciwko WSLK są dane o strefach widoczności i obszarach obsługiwanych satelitów eksploatowanych przez ten system.

Strefą widoczności /obszarem widoczności/ jest część powierzchni Ziemi, z której jest on widoczny pod kątem elewacji β_s większym od pewnej minimalnie dopuszczalnej wartości /rys. 1.1/. Wychodząc z przesłanek optycznych kąt β może przyjmować wartość równą zeru.

W zakresie fal ultrakrótkich, a szczególnie mikrofal, wielkość tego kąta jest uwarunkowana koniecznością podniesienia anteny SN względem horyzontu w granicach $5-10^\circ$, dzięki czemu zmniejsza się wpływ na propagację fal i jakość łączności radiowej: promieniowania cieplnego Ziemi i atmosfery oraz ekranującego oddziaływania otoczenia SN. Strefa widoczności jest określona relacjami geometrycznymi, wynikającymi z położenia satelity na orbicie o danych parametrach, odniesionych do Ziemi.

Obszar obsługiwany stanowi część strefy widoczności, ograniczoną konturem stałej gęstości strumienia mocy sygnałów emitowanych przez satelitę, zapewniającej założoną jakość ich odbioru przez SN o określonym współczynniku przydatności G/T i gwarantującej zdolność odbioru przez transponder satelity sygnałów SN, dysponujących określoną mocą promieniowania EIRP /Effective Isotropic Radiated Power - czynna moc promieniowana izotropowo/.

Wymiary obszaru obsługiwanego oraz jego konfiguracja zależą tym samym od: mocy nadajnika satelitowego, zysku energetycznego anteny pokładowej, kształtu i rozwartości jej charakterystyki

promieniowania, dokładności orientacji anteny łącznie z dokładnością stabilizacji położenia satelity w przestrzeni oraz charakterystyk naziemnych urządzeń odbiorczych.

Współczesne satelity telekomunikacyjne są wyposażone w kilka anten /niektóre z nich są antenami wielowiązkowymi/, co pozwala wyodrębnić w ramach strefy widoczności odpowiednią ilość obszarów obsługiwanych o różnorodnych kształtach i powierzchniach.

Anteny o wiązce /charakterystyce/ globalnej, tj. o rozwartości większej niż $17,5^{\circ}$ zapewniają możliwość uzyskania obszaru obsługiwanego o powierzchni równej $1/3$ powierzchni kuli ziemskiej. Poza tym stosuje się anteny o mniejszych szerokościach charakterystyk, najczęściej rzędu 8° /tzw. wiązka półkulowa/ i 2° /tzw. wiązka lokalna/, służących ograniczeniu rozmiarów obszarów obsługiwanych do skrajnie niezbędnych potrzeb np. o średnicy kilkuset kilometrów. W WSLK zapewnia się tą drogą: mniejsze prawdopodobieństwo przechwyty informacji, większą odporność na zakłócenia celowe i przypadkowe oraz lepsze wykorzystanie wspólnych zakresów częstotliwości.

Prowadzone są intensywne prace nad **szybką komutacją wiązek** antenowych, co jeszcze bardziej zwiększy efektywność w wyżej wymienionym zakresie.

1.3. Zakresy częstotliwości fal radiowych wykorzystywanych w wojskowych systemach łączności kosmicznej

Wojskowe SLK wykorzystują częstotliwości robocze zawierające się w granicach zakresów częstotliwości przydzielonych przez Światową Administracyjną Konferencję Radiokomunikacyjną ds. Łączności Kosmicznej - WARC-ST /World Administrative Radio Conference for Space Telecommunication/, posiedzenia której są organizowane przez agendę ONZ - Międzynarodowy Związek Telekomu-

nikacyjny /UIT/. Są to fale ultrakrótkie i mikrofałe aż do zakresu fal submilimetrycznych włącznie /tabela 1.1/.

Tabela 1.1

Zakresy częstotliwości fal radiowych wykorzystywane w wojskowych systemach łączności satelitarnej oraz planowane do wykorzystania przez służby ruchome /CCIR, 1983/

| Zakres częstotliwości /GHz/ | | | System /satelita/ |
|-----------------------------|------------------------|----------------------|--|
| Ziemia - satelita | satelita - satelita | satelita - Ziemia | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0,235-0,399 | | 0,235-0,399 | Fltsatcom, Leasat Afsateom |
| | | 1,530-1,539 | Marisat |
| 1,6265-1,6605 | | | - " - |
| | | 7,250-7,750 | DSCS, Afsatcom Fltsatcom, Skynet, Syracuse, NATO |
| 7,900-8,400 | | | - " - |
| | | 19,7-21,2 | DSCS |
| | 22,55-23,55 | | - " - |
| 29,5-31 | | | |
| | 32 - 33 | | LES-8, LES-9: 36-38 GHz |
| | | 39,5-40,5 | Milstar, Skynet |
| 43,5 - 47 | | 43,5-47 | - " - |
| | 54,25-58,2 | | |
| | 59 - 64 | | |
| 66 - 71 | | 66 - 71 | |
| 71 - 74 | | | |
| | | 81 - 84 | |
| 95 - 100 | | 95 - 100 | |
| | 116 - 134 | | |
| 134 - 134 | | 134 - 142 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------|------------------------|------------------------|---|
| | 170 - 182 185 - 190 | | |
| 190 - 200 252 - 265 | | 190 - 200 252 - 265 | |

Istnieją tendencje wykorzystywania fal wyższych zakresów częstotliwości, co jest uzasadnione: większą pojemnością kanałową, korzystniejszymi charakterystykami urządzeń antenowych i wynikającą z tego mniejszą wrażliwością urządzeń WSŁK na rozpoznanie i przeciwdziałanie. Nie doprowadzi to jednak w bliskiej przyszłości do rezygnacji z zakresu UKF ze względu na korzystne warunki propagacji fal i konieczność współdziałania z wykorzystującymi ten zakres środkami łączności lotniczej, morskiej i lądowej.

1.4. Rodzaje modulacji, zwielokrotnienia i metody wielokrotnego dostępu stosowane w łączach satelitarnych

Skuteczność obezwładniania WSŁK za pomocą zakłóceń aktywnych jest zależna od doboru parametrów sygnału zakłócającego odpowiedniego do wykorzystywanych przez te systemy rodzajów modulacji, zwielokrotnienia, metod wielokrotnego dostępu do transpondera satelitowego. Przy tym istotną rolę odgrywają konkretne relacje ilościowe sygnałów: zakłócającego i zakłócanego.

W wojskowych SŁK wykorzystuje się proste i kombinowane rodzaje modulacji. Wybór modulacji i sposobu demodulacji jest podyktowany przeznaczeniem łącza satelitarnego i stawianymi mu wymaganiami na zdolność przepustową, odporność na zakłócenia i zasięg łącza.

Najpowszechniejsze zastosowanie znajduje modulacja kątowna:

- 1/ modulacja częstotliwości /Frequency Modulation - FM/ podczas przesyłania sygnałów analogowych;
- 2/ kluczowanie fazy /Phase - Shift Keying - PSK/ podczas przesyłania sygnałów cyfrowych lub sygnałów analogowych przetworzonych w postać cyfrową.

Modulacja częstotliwości /FM/ jest wykorzystywana podczas przesyłania wielokrotnych sygnałów telefonicznych ze zwielokrotnieniem częstotliwościowym oraz sygnałów telewizyjnych. Ten rodzaj modulacji charakteryzuje się odpornością sygnału zmodulowanego na zakłócenia addytywne w kanałach telefonicznych.

Kluczowanie fazy /PSK/ jest szczególnym przypadkiem modulacji fazowej /PM/ przy pomocy przebiegu nieharmonicznego /stąd inna nazwa - modulacja kluczowana lub manipulacja fazy/. Polega ona na skokowej zmianie chwilowej wartości fazy przebiegu nośnego o kąt stanowiący różnicę między dwiema dowolnymi fazami zbioru M . Stosuje się kluczkowanie: dwustanowe /dwie wartości dozwolone/ - BPSK /Binary Phase - Shift Keying/, czterostanowe - QPSK /Quadri PSK/ lub z większą ilością M stanów dozwolonych. Odbiór może odbywać się na zasadzie odbioru koherentnego lub niekoherentnego /różnicowo-koherentnego/.

Poza tym w WSKK stosuje się modulację impulsowo-kodową - PCM /Pulse-Code Modulation/, polegającą na próbkowaniu sygnału wejściowego, następnie - kwantowaniu próbek i przetwarzaniu drogą kodowania na sygnał cyfrowy. Odmianą modulacji PCM jest różniczkowa modulacja kodowa - DPCM /Differential PCM/ i modulacja delta - DM.

Systemy cyfrowe są bardziej perspektywiczne od systemów analogowych, szczególnie w zastosowaniach wojskowych, ponieważ cechuje je:

- 1/ większa odporność na zakłócenia na drodze przesyłowej;
- 2/ łatwość utajniania informacji;
- 3/ łatwość tworzenia systemów wielokrotnych.

Wykorzystanie w sposób ekonomiczny kanału roboczego wysokiej częstotliwości w przypadku przesyłania informacji zajmujących wąskie pasma częstotliwości /telegrafia, telefonia itp./ jest dokonywane poprzez zastosowanie systemów wielokrotnych.

Najczęściej występują dwa sposoby zwielokrotniania sygnałów:

- 1/ z podziałem częstotliwościowym, tzw. zwielokrotnianie częstotliwościowe - FDM /Frequency - Division Multiplexing/;
- 2/ z podziałem czasowym, tzw. zwielokrotnianie - TDM /Time - Division Multiplexing/.

Zwielokrotnianie częstotliwościowe FDM polega na podziale kanału wysokiej częstotliwości na wąskie pasma częstotliwości, tworzące kanały transmisyjne przydzielone poszczególnym użytkownikom. Przy tym przesyłanie informacji we wszystkich kanałach odbywa się jednocześnie, tzn. że system FDM pracuje równolegle.

Zwielokrotnianie czasowe TDM polega na kolejnym przesyłaniu sygnałów poszczególnych kanałów transmisyjnych w postaci próbek czasowych w ramach ściśle określonych /przydzielonych/ przedziałów czasu.

Metodą wielokrotnego dostępu nazywamy metodę /technikę, system/ umożliwiającą jednoczesne wykorzystanie urządzeń /transpondera, retranslatora/ satelity telekomunikacyjnego przez wszystkich użytkowników ŚLK. Problem wielokrotnego dostępu wiąże się ściśle z wyborem rodzajów modulacji i zwielokrotnienia w systemie w celu zapewnienia pełnego wykorzystania mocy wyjściowej i pasma transpondera przy minimalnym poziomie wzajemnych zakłóceń międzysygnałowych /przebiegowych/ i minimalnym wpływie na warunki odbioru każdego z przesyłanych sygnałów.

Jakość metody wielokrotnego dostępu ocenia się na podstawie: efektywności wykorzystania systemu, którą ona zapewnia przy danej liczbie użytkowników, wygody i operatywności /elastyczności/ w nawiązywaniu łączności między nimi oraz odporności na przeciążenia, określonej stopniem i charakterem obniżenia jakości transmisji przy przeciążeniu.

Powszechnie przyjęty podział obecnie stosowanych metod wielokrotnego dostępu wyodrębnia trzy zasadnicze grupy:

1/ dostęp wielokrotny poprzez podział częstotliwości - FDMA /Frequency Division Multiple Access/;

2/ dostęp wielokrotny poprzez podział czasowy - TDMA /Time Division Multiple Access/;

3/ dostęp wielokrotny poprzez zastosowanie sygnałów o wspólnym widmie - CSMA /Common Spectrum Multiple Access/.

Równolegle z FDMA i TDMA istnieje możliwość stosowania dostępu wielokrotnego poprzez podział przestrzenny - SDMA /Space Division Multiple Access/.

Techniczna realizacja tej metody polega na przestrzennym wyodrębnieniu poszczególnych grup użytkowników systemu, zgrupowanych w obszarach lokalnych mniejszych od całkowitego obszaru obsługiwanego przez satelitę, przy pomocy wąskich wiązek lokalnych anteny satelitarnej o wielowiązkowej charakterystyce promieniowania - MBA /Multiple Beam Antenna/ lub przy pomocy anteny satelitarnej o charakterystyce przełączanej elektronicznie, zgodnie z założonym algorytmem czasowym.

Najprostszym i powszechnie stosowanym jest dostęp wielokrotny FDMA, w którym każda stacja naziemna /SN/ przesyła swoje sygnały w przydzielonym jej części widma częstotliwościowego /podob-

nie jak w FDM/ o szerokości określonej pojemnością kanałową i odstępem ochronnym, niezbędnym do wystarczająco dokładnego wyodrębnienia sygnału pożądanego przez SN. Ta metoda dostępu charakteryzuje się występowaniem zakłóceń intermodulacyjnych w transponderze i pogorszeniem jego sprawności.

Metoda dostępu TDMA polega na wykorzystaniu jednej częstotliwości przez wszystkie stacje systemu, przy czym przesyłanie informacji przez daną SN odbywa się okresowo w ustalonej dla tej stacji chwili i określonym przedziale czasowym.

Podstawowe własności systemu TDMA są następujące:

1/ transponder pracuje w optymalnych warunkach energetycznych /moc, sprawność/ bez oddziaływania sygnałów transmitowanych na siebie, przy jednoczesnej możliwości współpracy SN o różnych mocach nadajników i przydatności odbiorników /spowodowanej indywidualnym wzmacnianiem sygnałów w transponderze/;

2/ wykorzystywanie tylko dwóch częstotliwości /nadawczej i odbiorczej/ umożliwia unifikację aparatury wysokiej częstotliwości wszystkich SN;

3/ możliwe jest zwiększenie sprawności systemu przez zastosowanie czasowej kompresji sygnałów, wiąże się to jednak z powstawaniem opóźnień;

4/ szybkość przesyłania informacji jest określona parametrami aparatury nadawczo-odbiorczej SN i metodami modulacji w drugim stopniu;

5/ konieczne jest stosowanie ogólnosystemowej synchronizacji ramkowej odbiorników i fazowania pracy nadajników SN, przy czym dokładność tej synchronizacji ma wpływ na sprawność systemu, ponieważ rzutuje na wymaganą wielkość odstępów ochronnych, złożoność aparatury podsystemów fazowania i synchronizacji, a

jednocześnie jej wrażliwość na zakłócenia /możliwość zakłócenia pracy całego systemu przez błąd synchronizacji jednej tylko stacji/;

6/ zwiększenie odporności na zakłócenia selektywne jest możliwe poprzez zastosowanie przypadkowej zmiany położenia kadru danej stacji w obrębie ramki.

Wymienione własności sprzyjają wypieraniu metody FDMA przez TDMA, szczególnie w cywilnych SLK, przy czym coraz częściej jest to metoda TDMA/SDMA z przełączaniem strumieni informacji na satelicie wyposażonym w pewną liczbę transponderów, tzw. systemy SS /Satellite Switching/, oznaczone zazwyczaj - SS/TDMA. Jest to metoda znacznie zwiększająca elastyczność funkcjonowania systemu i odporność na rozpoznanie oraz przeciwdziałanie.

Dostęp wielokrotny bazujący na stosowaniu sygnałów o wspólnym widnie - CSMA /Common Spectrum Multiple Access/ charakteryzuje się ogromną różnorodnością rozwiązań technicznych i inwencją w wykorzystaniu odpowiednio ukształtowanych sygnałów, przesyłanych w obecności określonych zakłóceń.

Metody CSMA pozwalają uzyskać dużą elastyczność działania systemów i swobodny dostęp do satelity, co jest szczególnie odpowiednie dla służb ruchomych, a duża odporność na zakłócenia /przypadkowe i celowe/ oraz łatwość zapewnienia przesyłania informacji do właściwego adresata określa szczególną ich przydatność dla celów wojskowych.

Do systemów CSMA zalicza się systemy z rozproszonym widmem - SSMA /Spread Spectrum Multiple Access/ i systemy ze zwielokrotnionym dostępem kodowym - CDMA /Code Division Multiple Access/, zwane inaczej kodowo-adresowymi - PAMA /Pulse Address Multiple Access/.

Istotną cechą systemów SSMA jest celowe rozpraszanie mocy przesyłanych sygnałów w pasmie znacznie szerszym od rozpiętości widma sygnału przy stosownym rodzaju modulacji. Typowym przedstawicielem jest system wykorzystujący sygnały szumopodobne - PN /Pseudonoise/ lub DS /direct sequence/.

Zależnie od przyjętych kryteriów klasyfikacji można zaliczyć do tej grupy systemy:

- 1/ ze skokową zmianą częstotliwości - FM /frequency hopping/;
- 2/ ze skokową zmianą czasu - TH /time hopping/;
- 3/ z matrycą czasowo-częstotliwościową - TFH /time-frequency hopping/.

Ponadto do systemów SSMA należą systemy złożone /hybrydowe/, stosujące kombinację dwu technik zwielokrotnienia, np. FH/DS, TH/DS, SSMA/TDMA itp.

Własności systemów SSMA są następujące:

- 1/ asynchroniczność - jako w pełni asynchroniczne lub z synchronizacją kanałową nie wymagają koordynacji pracy przez stację centralną /ani istnienia takiej stacji/;
- 2/ elastyczność - polegająca na zapewnieniu operatywnego nawiązywania łączności /bezpośrednie, szybkie, proste/ między dużą liczbą abonentów;
- 3/ odporność na przeciążenia - umożliwiają obsługę liczby abonentów większej nawet niż przepustowość transpondera, wykazując przy tym własność samoregulacji w wypadku przeciążenia /ponieważ jakość transmisji jest odwrotnie proporcjonalna do liczby aktualnie realizowanych połączeń, to każdy włączający się użytkownik powoduje wzrost zakłóceń międzysystemowych w pozostałych kanałach, tzw. szumów nieortogonalności - stąd spadek jakości transmisji jest sygnałem do rezygnacji z połączenia/;

4/ odporność na wykrycie przesyłanego sygnału - ze względu na możliwość pracy poniżej poziomu szumów;

5/ odporność na przechwycenie przesyłanej informacji - systemy mające tę cechę noszą nazwę przeciwpodsłuchowych - AI /Antiintercept/;

6/ odporność na zakłócenia przypadkowe i celowe, szczególnie poprzez zastosowanie korelacyjnego przetwarzania sygnałów w transponderze - tzw. systemy przeciwwzagięseniowe - AJ /Anti-jam/;

7/ możliwość sprawdzenia, czy nadawany sygnał dociera do właściwego odbiorcy - tzw. systemy przeciwszukiwawcze - AS /Antispooft/ lub IFF /Identify Friend or Foe/;

8/ możliwość równomiernego wykorzystania pasma przepustowego transpondera, niezależnie od liczby aktualnie pracujących abonentów;

9/ możliwość pracy bez kontroli mocy SN, ponieważ nie występują zakłócenia intermodulacyjne;

10/ mała prędkość przekazywania informacji /przepływność informacyjna, sprawność transmisji/ - szczególnie w systemie PAMA.

Przepustowość transponderów satelitarnych warunkuje ilość współpracujących ze sobą SN, a w szczególności ilość realizowanych przez nie łączy /kanałów/. Jest to zależne od pojemności kanałowej transponderów /szerokości ich pasma/ i sposobu ich wykorzystania /przyjętej metody wielokrotnego dostępu oraz organizacji pracy systemu/ przy założeniu określonych wymagań na parametry jakościowe transmisji.

Poszukiwania rozwiązań optymalnych są łatwiejsze przy przesyłaniu dużych strumieni informacji między pojedynczymi /między kil-

koma/ SN, gdyż praktycznie sprawdzone metody zwielokrotnienia pozwalają bez większych trudności tworzyć łącza satelitarne o znacznej pojemności kanałowej /np. SSZ Intelsat VII - 230 tys. kanałów telefonicznych/. Natomiast większe trudności występują przy retransmisji relatywnie małych strumieni informacji w łączach o przepustowości od kilku do kilkudziesięciu kanałów, organizowanych między licznymi SN o zróżnicowanych parametrach, albowiem taka sytuacja wpływa niekorzystnie na: warunki pracy transponderów, kompatybilność urządzeń, warunki synchronizacji, parametry jakościowe i ilościowe sygnałów.

Sposoby wykorzystania transpondera satelitarnego są uwarunkowane wymaganiami, jakie winien spełniać SŁK, szczególnie w zakresie jednoczesnego szybkiego niezakłóconego przesyłania zazwyczaj dużych strumieni informacji między licznymi korespondentami rozproszonymi na ogromnym obszarze.

Zasygnalizowane wymagania noszą charakter ekstremalny - wynika to jednak ze specyfiki łącza satelitarnego, polegającej w szczególności na konieczności maksymalnego wykorzystania możliwości kosztownego satelity telekomunikacyjnego i trudnościach /oraz kosztach/ jego zamiany lub wystrzelenia dodatkowego celem zwiększenia możliwości technicznych łącza.

2. Ogólna charakterystyka techniczna wojskowych systemów łączności kosmicznej państw NATO

Dominującą rolę wśród wojskowych SŁK eksploatowanych przez państwa NATO odgrywają WSLK USA - zarówno co do rozbudowy struktury, jak i możliwości technicznych. Około 80% korespondencji w siłach zbrojnych USA przesyła się za pośrednictwem tych systemów.

Firmy amerykańskie odgrywają wiodącą rolę w projektowaniu i produkcji urządzeń kosmicznych i naziemnych cywilnych i wojskowych SŁK, zaspokajając potrzeby użytkowników amerykańskich i z innych krajów. Francja natomiast postawiła na samowystarczalność, realizując własny program łączności kosmicznej na bazie własnej techniki raketowej i elektronicznej. Wielka Brytania jest użytkownikiem amerykańskiego WSLK DSCS oraz eksploatuje własny WSLK SKYNET, przy czym korzysta w znacznym stopniu z technologii USA. W ostatnich latach podjęła realizację przedsięwzięć prowadzących do pewnego zunifikowania systemu SKYNET z systemem amerykańskim DSCS /Defense Satellite Communication System/i WSLK NATO.

Wspólny wysiłek krajów NATO przejawia się w rozbudowie i eksploatacji WSLK NATO, wchodzącego w skład zintegrowanego systemu łączności NICS /NATO Integrated Communications System/, przy czym co do skali rozbudowy struktury i możliwości taktyczno-technicznych SŁK NATO nie jest porównywalny z WSLK USA, które znajdują się w fazie ciągłego intensywnego rozwoju jakościowego i ilościowego.

2.1. Wojskowe systemy łączności kosmicznej USA

Założenia organizacyjno-techniczne WSLK USA wyodrębniają trzy zasadnicze obszerne grupy użytkowników tych systemów:

- 1/ użytkownicy szczebla strategicznego;

- 2/ użytkownicy szczebla taktycznego;
- 3/ użytkownicy wyposażeni w broń jądrową.

Użytkownicy szczebla strategicznego eksploatują łącza o dużej przepływności informacji /rzędu: kbit/s - Mbit/s/ i dużej odporności na zakłócenia. Są to łącza realizowane między dużymi SN np. systemu Globalnego Systemu Kierowania Operacyjnego SZ USA oraz między stacjami Sił Szybkiego Reagowania lub okrętami i samolotami. Najbardziej istotnym wymaganiem stawianym tym łączom jest zapewnienie tajności przekazywanych informacji. Jest to strategiczny system łączności satelitarnej DSCS /Defense Satellite Communication System/, obecnie eksploatujący satelity oznaczone: DSCS-2 i DSCS-3.

Użytkownicy szczebla taktycznego eksploatują łącza o średniej przepływności informacji: 75 bit/s - 16 kbit/s. Człon naziemny tego systemu stanowią liczne ruchome SN wyposażone w małe anteny. Człon kosmiczny stanowią satelity systemu łączności satelitarnej MW USA - FLEETSATCOM, stopniowo zastępowane przez satelity LEASAT, a w dalszej perspektywie - TACSAT II. W łączach tych szczególne wymagania dotyczą: elastyczności, odporności na zakłócenia i zmniejszenia prawdopodobieństwa przechwycenia informacji.

Użytkownicy wyposażeni w broń jądrową eksploatują łącza o małej przepływności informacji. Człon naziemny stanowią różnorodne stacje: ruchome lądowe, lotnicze, okrętowe /włącznie z łodziami podwodnymi/. Grupa ta jest obecnie obsługiwana przez system łączności satelitarnej lotnictwa - AFSATCOM /Air Force Satellite Communication/, którego człon kosmiczny stanowią transpondery umieszczone na satelitach DSCS-3, FLEETSATCOM i innych.

W perspektywie będą to satelity SSS /Strategic Satellite System/, krążące po bardzo wydłużonych orbitach biegunowych.

Szczególne wymagania dotyczą żywotności systemu, którą ma się zapewniać drogą:

- 1/ zabezpieczenia przed zniszczeniem fizycznym;
- 2/ zabezpieczenia przed przeciwdziałaniem elektronicznym;
- 3/ wykorzystania odrębnych częstotliwości.

2.1.1. Strategiczny system łączności satelitarnej DS_{CS}

System DS_{CS} zapewnia łączność wyższych szczebli administracji politycznej Stanów Zjednoczonych i strategicznych organów dowodzenia sił zbrojnych.

DS_{CS} 2

Jest to system znajdujący się w eksploatacji od 1971 r. /pierwsza para satelitów została wystrzelona 2.11.1971, zaś ostatni - 30.10.82 r./.

Człon kosmiczny stanowią 4 jednocześnie funkcjonujące satelity, krążące po orbicie synchronicznej, zbliżonej do równikowej.

Transponder satelity, pracujący w zakresie SHF, składa się z 4 jednocześnie działających torów, z pojedynczą przemianą częstotliwości i całkowitym pasmem przenoszenia 410 MHz. Przepustowość transpondera wynosi: 1300 dwuplexowych kanałów telefonicznych lub transmisję danych - 100 Mbit/s. Może on pracować w reżymie liniowym, quasiliniowym lub z ograniczeniem idealnym.

Wzmocnienie torów może być regulowane na rozkaz SN, zarówno we wzmacniaczu-ograniczniku na diodach tunelowych /zakres regul. 24 dB co 4 dB, max. wzmocnienie ok. 47 dB/ jak i we wzmacniaczu mocy przez zmianę punktu pracy lampy fali bieżącej /LFB/.

Satelita jest wyposażony w 4 anteny:

1/ dwie anteny paraboliczne o średnicy 112 cm, posiadające charakterystyki promieniowania o rozwartości $2,5^{\circ}$, obsługujące obszar o średnicy ok. 1600 km /tzw. anteny o wiązce lokalnej NC - Narrow Coverage/;

2/ dwie anteny tubowe piramidalne o rozwartości charakterystyki promieniowania 18° /tzw. anteny o wiązce globalnej EC - Earth Coverage/.

Istnieje możliwość wykorzystania anteny NC jako anteny o szerszej charakterystyce $/6,5^{\circ}/$, obsługującej obszar o średnicy ok. 4100 km /tzw. antena o wiązce strefowej AC - Area Coverage/.

Anteny EC są na stałe połączone z transponderem /EC1 - odbiorcze, EC2 - nadawcze/.

Praktykowane są trzy warianty wykorzystywania anten NC:

- 1/ odbiór anteną NC1 - nadawanie za pomocą anteny NC2;
- 2/ odbiór anteną NC1 - nadawanie za pomocą anteny NC1;
- 3/ odbiór anteną NC1 - nadawanie za pomocą anten NC1, NC2.

W ostatnim wariantcie zastępuje moc promieniowana izotropowo EIRP /Effective Isotropic Radiated Power/ przez każdą z anten wynosi 40 dBW /przy wykorzystaniu indywidualnym EIRP=43 dBW/.

Anteny NC są przełączane na rozkaz SN, natomiast ukierunkowanie /justowanie/ i stabilizacja orientacji odbywa się automatycznie, z kompensacją błędów orientacji osi wirowania satelity i skutków ruchu libracyjnego na orbicie zbliżonej do równikowej $/i \approx 3^{\circ}/$.

Wybór położenia obszaru obsługiwanego jest dokonywany zasadniczo poprzez zmianę dyslokacji satelity na orbicie, a w mniejszym stopniu - przez zmianę orientacji /punktu celowania/ anteny NC lub AC. Tę operację przeprowadza się na rozkaz z Ziemi, zależnie od aktualnego zapotrzebowania na łącza, przy czym czyni się

to jedynie w przypadkach koniecznych, ponieważ w ten sposób zmniejsza się czas eksploatacji satelity.

Podstawowe dane techniczne SSZ DSCS 2 są podane w tabeli 2.1.

Człon naziemny systemu stanowią duże stacjonarne lub prze-
wożne różnego typu SN w ilości 46 stacji /wg danych z 1987 r./,
z czego: 21 eksploatują siły lądowe, 16 - siły powietrzne, 9 -
marynarka wojenna.

Obecnie obserwuje się całkowite zaniechanie transmisji sygna-
łów w postaci analogowej, a wprowadzanie - cyfrowej. Stacje sta-
cjonarne AN/FSC-78 /43 szt./ zamienia się na ruchome SN AN/MSC-61
i dwie wersje przewoźnych SN AN/TSC-86, będące najmniejszymi w
systemie. Innymi SN systemu DSCS-2 są: AN/ASC-28, AN/TSC-38,
AN/TSC-90, AN/TSC-94, AN/TSQ-118, AN/MSC-60, AN/MSC-61, AN/FSC-79,
AN/WSC-2.

Podstawowe dane techniczne SN eksploatowanych w systemie DSCS
są podane w tabeli 2.2.

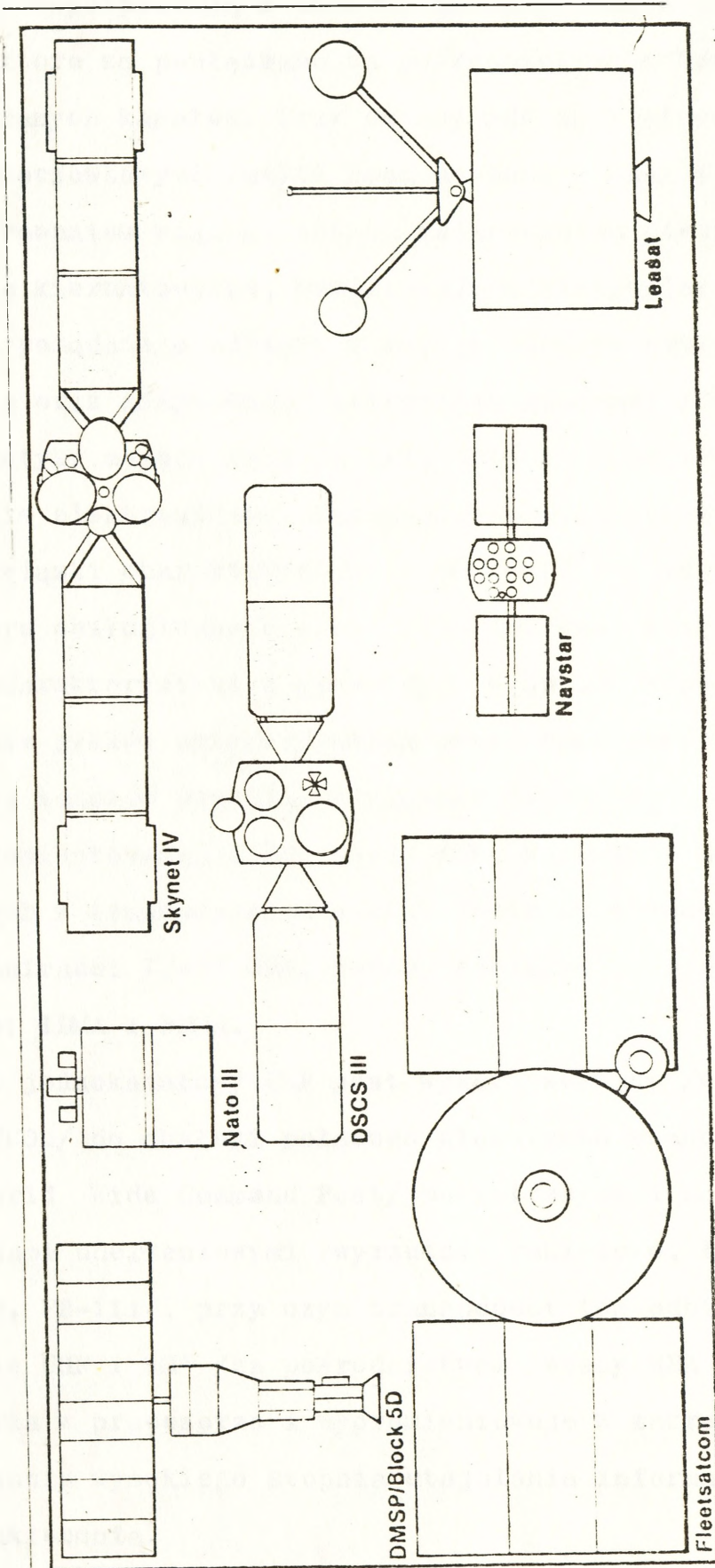
DSCS 3

System DSCS 3 stanowi kolejną generację satelitarnego systemu
łączności strategicznej, przeznaczoną do realizacji: łączy strate-
gicznych wszystkich rodzajów wojsk, łączy bezpośrednich z dowódz-
twami sił specjalnych, utajnionych łączy szerokopasmowych o dużej
zdolności przepustowej, łączności z obszarami odizolowanymi.

System wykazuje dużą elastyczność operacyjną, zdolność adapta-
cji do szybko zmieniających się warunków i odporność na przeciw-
działanie radioelektroniczne.

/rys. 2.1/

Człon kosmiczny stanowi 6 satelitów krążących na orbicie geo-
stacjonarnej /w tym 2 satelity rezerwowe/, wyposażonych w główny
transponder SHF /6-kanałowy/ i dodatkowy transponder UHF /1-kana-
łowy/.



Rys. 2.1.1. Wojskowe satelity telekomunikacyjne SIS: USA /DSCS III, Fleetsatcom, Leasat/, W. Brytanii /Skynet IV/ i NATO /NATO III/

Transpondery współpracują z ośmioma antenami SHF i dwiema antenami UHF, które są podłączane za pośrednictwem układu komutacji do wybranych kanałów. Trzy anteny SHF są wielowiązkowymi antenami soczewkowymi /Multi Beam Antenna - MBA/ z elektronicznym sterowaniem wiązek. Antena odbiorcza ma 61-wiązkową charakterystykę kierunkowości, umożliwiającą precyzyjne wyodrębnienie obszaru pożądanego odbioru z całego obszaru obsługiwanego przez satelitę oraz adaptacyjne sterowanie minimami /"zerami"/ tej charakterystyki, mające na celu zmniejszenie wrażliwości na przeciwdziałanie elektroniczne. Uzyskuje się przy tym najmniejszą szerokość wiązki charakterystyki - około 2° , co odpowiada średnicy obszaru obsługiwanego - ok. 1500 km. Pozostałe anteny mają szersze charakterystyki z globalnymi wiązkami włącznie.

Zróznicowanie zysków energetycznych anten pokładowych SHF i mocy wyjściowej kanałów pozwala, stosownie do potrzeb, uzyskiwać zakres mocy promieniowanej EIRP: 23-44 dBW. Natomiast EIRP współpracujących z transponderem stacji naziemnych może się zawierać w granicach: 72-97 dBW. Metody wielokrotnego dostępu do satelity to: TDMA i FDMA.

Transponder jednokanałowy UHF jest wykorzystywany /w ramach systemu AFSATCOM/ do obsługi połączeń globalnych stanowisk dowodzenia /World Wide Command Post/ powietrznych i naziemnych z formacjami uderzeniowymi /wyrzutnie raketowe, łodzie podwodne, B-52, FB-111/, przy czym transponder ten odbiera sygnały w zakresie UHF i SHF /za pośrednictwem anteny MBA i tubowej/, przetwarza w procesorze i wypromieniowuje w zakresie UHF. Służy to uzyskaniu wysokiego stopnia utajniania informacji i odporności na zakłócenia.

Ze względu na bardzo istotną rolę w funkcjonowaniu SIS podsystemu telemetrii i sterowania satelitą zastosowano szczególne rozwiązania mające na celu uodpornienie tego podsystemu na celowe zakłócanie jego pracy poprzez przeciwdziałanie radioelektroniczne. Bliższe informacje na ten temat nie są publikowane w dostępnych źródłach, ale należy wnioskować, że stosuje się przede wszystkim emisje trudne do wykrycia i rozszyfrowania.

Opracowuje się modyfikację satelity DSCS-3 wyposażoną w odbiorczą antenę MBA i transponder, pracujące w zakresie EHF.

Człon naziemny systemu DSCS-3 stanowią stacje naziemne, okrętowe i lotnicze drugiej i trzeciej generacji, wykorzystywane również w innych wojskowych systemach łączności satelitarnej /tabela 2.2/.

Strategiczny system łączności satelitarnej SSS. System SSS /Strategic Satellite System/ jest przewidziany do zastąpienia w końcu lat 80-tych systemu AFSATCOM /pierwszego etapu/. Zadaniem systemu jest obsługa szerszego składu sił jądrowych, w tej liczbie samoloty USNavy i okręty wyposażone w broń jądrową /atomowe okręty podwodne z raketami balistycznymi i torpedami/.

Satelity SSS będą zapewniać łączność: w 25 kanałach zakresu UHF, w 10 kanałach zakresów SHF i EHF. Zastosowanie zakresów UHF jest podyktowane koniecznością wykorzystania istniejących stacji samolotowych i naziemnych, natomiast zakres EHF stwarza większe możliwości uodpornienia na zakłócenia.

Satellite Data System. Jest przeznaczony /przypuszczalnie/ do zabezpieczenia łączności z bombowcami strategicznymi operującymi w okolicach podbiegunowych oraz przesyłania danych o charakterze militarnym /stąd nazwa - Data System/. Satelity tego typu są wprowadzane za pomocą rakiety nośnej Titan-3B na wydłużoną

orbitę eliptyczną o następujących typowych parametrach: $i \sim 63^\circ$, $h_p = 300 \dots 500$ km, $h_A = 30000 \dots 40000$ km, $T \sim 12$ h.

W latach 1977-81 wystrzelono 6 satelitów SDS /oznaczonych jako SDS-2 do SDS-7/.

Bliższe dane dotyczące SDS nie są publikowane w dostępnych zachodnich źródłach wojskowych i naukowo-technicznych.

2.1.2. System łączności satelitarnej FLEETSATCOM

System LS FLEETSATCOM /Fleet Satellite Communication/ jest przeznaczony do zapewnienia wielokanałowej łączności sił morskich USA, jak również łączności bombowców, ośrodków kierowania rakiet i powietrznych stanowisk dowodzenia USAF oraz sił jądrowych US Army.

Człon kosmiczny systemu stanowi 5 satelitów /w tym jeden rezerwowy/ krążące po orbicie zbliżonej do geostacjonarnej. Satelity zostały wprowadzone na orbitę w latach 1978-1987.

Transponder zawiera 23 kanały radiowe:

- 1/ kanał 1 - łączność okólnikowa /do przekazywania sygnałów ostrzegania i powiadamiania/ w siłach morskich /SHF/UHF/;
- 2/ kanały 2-10 - łączy dwukierunkowe US Navy /UHF/;
- 3/ kanały 11-22 - łączy wąskopasmowe USAF /UHF/;
- 4/ kanał 23 - łączy szerokopasmowe departamentu obrony USA /UHF/.

W zakresie SHF, poza łączem okólnikowym i relacją Ziemia-satelita, pracuje radiolatarnia oraz realizowane są łącza: kierowania traktem radiowym retranslatora, pomiarów trajektorii oraz nadawania sygnałów sterujących satelitą.

Transponder współpracuje z następującymi antenami:

- 1/ nadawczą UHF - paraboliczną;
- 2/ odbiorczą UHF - spiralną;
- 3/ tubową SHF.

Wszystkie anteny mają charakterystyki o wiązce globalnej.

Podstawowe parametry satelity Fleetsatcom podane są w tabeli 2.1.

Człon naziemny użytkowników systemu stanowią stacje:

1/ przenośne - AN/PSC-1, AN/PSC-3;

2/ ruchome - AN/VSC-7, AN/MSC-64, AN/MSC-65;

3/ okrętowe - AN/SSR-1 /odbiornik UHF/, AN/SSR-2 /odbiornik SHF/, AN/SSR-3 /odbiornik SHF/, AN/SSC-6 /odbiornik SHF/, AN/WSC-1 /UHF/, AN/WSC-2 /SHF/, AN/WSC-3 /UHF/, AN/WSC-5 /UHF/, AN/WSC-6 i AN/WSC-7;

4/ samolotowa - AN/ARC-178;

5/ stacjonarna - AN/FSC-79.

Stacje pracujące w zakresie UHF są wyposażone w anteny o szerokich charakterystykach kierunkowości od kilkunastu do kilkudziesięciu stopni.

Odbiorniki mają anteny o charakterystykach zbliżonych do półsfery, natomiast stacje SHF wykorzystują anteny o dużej kierunkowości.

2.1.3. System łączności satelitarnej LEASAT

Wojskowy system łączności satelitarnej LEASAT jest przeznaczony do zastąpienia od połowy lat osiemdziesiątych systemu FLEET-SATCOM. Jego zadaniem jest zapewnienie łączności użytkowników szczebla taktycznego /Mobile/Tactical Users/, wchodzących w skład marynarki wojennej USA, piechoty morskiej /Marine Corps/, sił powietrznych i wojsk lądowych.

Człon kosmiczny mają stanowić 4 satelity geostacjonarne /w praktyce mogą to być satelity quasigeostacjonarne, ponieważ nachylenie orbity $i \leq 3^\circ$ / o dyslokacji: $23^\circ W$, $100^\circ W$, $175^\circ E$, $75^\circ E$.

Nie wyklucza się wprowadzenia na orbitę piątego satelity dla NATO. Satelity były wystrzeliwane kolejno: 30.08.84 r., 6.11.84 r., 12.04.85 r. i 27.08.85 r.

Wyposażenie radiokomunikacyjne satelity stanowi 12 transponderów UHF z następującym podziałem kanałów:

- 1/ 6 kanałów telefonicznych o szerokości pasma 25 kHz;
- 2/ 5 kanałów telegraficznych o szerokości pasma 5 kHz;
- 3/ 1 kanał szerokopasmowy o szerokości pasma 500 kHz.

Każdy z pięciu kanałów wąskopasmowych jest wykorzystywany przez pojedynczego abonenta.

W odróżnieniu od wcześniej eksploatowanych SLS, w których każdy kanał ma określone przeznaczenie, w systemie LEASAT kanał 25 kHz może być wykorzystany do pracy kilku sieci radiowych /z określonym składem abonentów w każdej/. W tym celu stacje tego systemu są wyposażone w blok DAMA /Demand Assigned Multiple Access - dostęp wielokrotny na żądanie/ z modemem. Zastosowanie tego bloku pozwala na:

- 1/ realizację zasady zwielokrotnienia czasowego /TDM/, z udostępnieniem kanałów na żądanie;
- 2/ znaczne zwiększenie zdolności przepustowej wyżej wymienionych kanałów łączności satelitarnej i przesyłanie informacji z różną przepływnością w zależności od wymagań abonentów /w przedziale czasu określonym stacją kierowania/.

Elastyczne kierowanie funkcjonowaniem systemu pozwala zapewnić taką samą zdolność przepustową, jak w systemie FLEETSATCOM, przy mniejszej ilości kanałów łączności.

Kanał szerokopasmowy /500 kHz/ dzieli się na 20 podkanałów częstotliwościowych, które powinny być wykorzystywane przez użytkowników USAF i innych użytkowników systemu, wyposażonych w urządzenia automatycznej wymiany informacji.

Transpondery zakresu UHF współpracują z dwiema dużymi antenami spiralnymi o długości 3,6 m: nadawczą- emitującą w zakresie 240-270 MHz i odbiorczą - pracującą w zakresie 290-320 MHz. Charakterystyki kierunkowości obu anten mają wiązki globalne /EC/, polaryzacja fali - eliptyczna.

Zasadnicze funkcje przesyłania sygnałów okólnikowych /ostrzeżenia i powiadamiania/ sił morskich są realizowane przy wykorzystaniu łączy SHF na kierunkach: satelita-Ziemia /częstotliwości: 7,975-8,025 GHz/, Ziemia-satelita /częst.: 7,25-7,5 GHz/ oraz łączy UHF w kanale 25 kHz na kierunku satelita-Ziemia.

W zakresie SHF wykorzystuje się dwie anteny tubowe o wiązkach globalnych /EC/, natomiast w zakresie UHF - spiralną antenę nadawczą. Sygnał grupowy przesyłany w tym kanale /analogicznym kanałowi systemu FLEETSATCOM/, przedstawia sobą zwielokrotnione czasowo sygnały z manipulacją fazy 15. kanałów telegraficznych i jednego kanału synchronizującego. Prędkość transmisji pojedynczego telegrafowania wynosi 75 bit/s, natomiast grupowego - 1200 bit/s.

Telemetria i kontrola /wykrycie satelity, ustalenie pozycji, synchronizacja/ oraz radiolatarnia wykorzystują zakres SHF, przy czym dla tych celów przeznaczona jest oddzielna antena dookólna.

Sygnały sterowania, dane telemetryczne i wyniki pomiarów trajektorii są całkowicie zaszyfrowane.

Człon naziemny stanowią: wyspecjalizowany kompleks kierowania oraz stacjonarne i mobilne stacje naziemne sił zbrojnych USA /US Navy, Marine Corps, USAF/.

Kompleks kierowania obejmuje:

1/ centrum kierowania /Contractor's Operational Control Center/ w El Segundo /Kalifornia, USA/;

2/ cztery stacjonarne stacje kierowania /Contractor's Satellite Controls Sites/ na wyspie Guam, Hawajach, w Stockton /Kalifornia/ i Norfolk /Wirginia/;

3/ dwie ruchome stacje kierowania /Movable Ground Stations/, wykorzystywane w fazie wprowadzania na orbitę i stanowiące rezerwę operacyjną dla ww. stacji /CSCS/, umieszczoną w samolotach C-130 /osiągają status operacyjny w nowym miejscu w ciągu dwóch tygodni/;

4/ łącza utajnione /dzierżawione/ do łączności w ramach kompleksu i centrum kierowania z centrum dowodzenia łączności dalekosiężnej US Navy.

Człon naziemny użytkowników systemu LEASAT stanowią:

1/ stacja przenośna - AN/PSC-1;

2/ stacja ruchoma - AN/MSO-65;

3/ stacje okrętowe - AN/WSC-3, AN/WSC-5, AN/SSR-1 /odbiornik/;

4/ stacja samolotowa - AN/ARC-143B;

5/ stacja stacjonarna - AN/FSC-79.

Okrętowe urządzenia końcowe, prócz aparatury zwielokrotnienia czasowego DAMA, zawierają bloki zdalnego zapotrzebowania RRU /Remote Request Unit/ przeznaczone do wywołania i nawiązania łączności z jedną ze stacji kierowania. Naciskając przycisk abonent wysyła automatycznie zapotrzebowanie na dostęp do systemu w postaci wypracowanej przez mikroprocesor informacji formatowej. Na stacji informacja ta jest przetwarzana i mikroprocesor wypracowuje specjalny sygnał sterujący, określający tryb dostępu.

Tą drogą zamierza się skrócić czas realizacji zapotrzebowania z kilku minut /tryb nieautomatyczny/ do kilku sekund.

2.1.4 System łączności satelitarnej MILSTAR

System łączności satelitarnej MILSTAR, opracowywany wspólnie przez USAF, US Navy i US Army, ma stanowić jednolity^{system} globalny zdolny do zapewnienia łączności równocześnie na szczeblach taktycznym i strategicznym. Szczególną uwagę koncentruje się na zapewnieniu niezawodności kierowania strategicznymi siłami uderzeniowymi w warunkach wojen jądrowych.

Człon kosmiczny systemu ma się składać z 8 satelitów telekomunikacyjnych: 4 /w tym 1 rezerwowo/ - umieszczone na orbicie geostacjonarnej i 4 - na nachylonych wysokich orbitach kołowych. Satelity geostacjonarne mają głównie zapewniać kierowanie siłami zbrojnymi w rejonach oceanów: Atlantyckiego, Indyjskiego i Spokojnego, zaś satelity krążące na orbitach kołowych - w Europie, Azji, Afryce i rejonach podbiegunowych.

Wyposażenie telekomunikacyjne satelitów stanowią szerokopasmowe transpondery pracujące w zakresie fal milimetrowych i submilimetrowych /EHF - Extremely High Frequency/: 44 GHz /łącze: SN - SSZ/ i 20 GHz /łącze: SSZ - SN/. Są to łącza wykorzystujące sygnały o rozproszonym widmie, zajmujące pasmo do 2 GHz.

Na satelitach przewiduje się realizację sposobu dostępu wielokrotnego z komutacją kanałów w transponderach, zakładającego operatywne połączenie dwóch abonentów, współpracujących za pośrednictwem tego samego satelity. Większa część kanałów nie będzie przydzielana na stałe abonentom, lecz udostępniane na ich żądanie z uwzględnieniem obowiązującego priorytetu.

Szybkość transmisji informacji w jednym kanale łączności: dalekopisowej - 75 bit/s, telefonicznej - 2400 bit/s. Do przesyłania informacji od abonentów do satelity będzie stosowany dostęp częstotliwościowy /FDMA/, natomiast w kierunku odwrotnym - dostęp

z rozdziałem czasowym /TDMA/. Przewiduje się również możliwość odbioru sygnałów na satelicie na częstotliwości 44 GHz /w celu zwiększenia odporności na zakłócenia/ i nadawanie w kierunku stacji naziemnych w zakresie UHF. Planuje się szerokie stosowanie przetwarzania pokładowego przy zastosowaniu mikroprocesorów, polegające na: dekodowaniu odbieranych sygnałów, "oczyszczaniu" z ewentualnych zakłóceń, ponownym kodowaniu i wysyłaniu w kierunku właściwego abonenta naziemnego.

W celu zwiększenia zasięgu /poza obszar obsługiwany przez danego satelitę/ będą stosowane łącza międzysatelitarne.

Jako anteny pokładowe będą instalowane anteny o wielowiązkowych charakterystykach kierunkowości /MBA/.

Do zalet systemu MILSTAR zalicza się: zmniejszoną możliwość rozpoznania, zwiększoną odporność na zakłócenia, odporność aparatury radioelektronicznej na działanie elektromagnetycznego impulsu wybuchu jądrowego, zwiększoną szybkość i elastyczność komutacji, większą niezawodność.

Człon naziemny stanowią różnorodne stacje naziemne /lądowe, okrętowe, samolotowe/, przy czym wiele z nich wyróżnia się małymi gabarytami.

Stacje naziemne dla sił lądowych zostaną skonstruowane na bazie zainicjowanego wcześniej programu o oznaczeniu "SCOTT" /Single Channel Objective Tactical Terminal - jednokanałowa docelowa stacja taktyczna/ i zamontowane m.in. na transporterze gąsienicowym.

Stacje okrętowe są opracowywane w ramach programu NESP /Navy EHF Satcom Program/. Jedną z tych stacji ma być stacja AN/USC-38. Poza tym będą wykorzystywane dotychczas eksploatowane stacje, pracujące w zakresach UHF i SHF.

Stacje samolotowe mają być instalowane na: bombowcach strategicznych, powietrznych stanowiskach dowodzenia, samolotach tankujących, samolotach AWACS - w celu zapewnienia łączności między sobą, jak również z naziemnymi i okrętowymi stanowiskami dowodzenia. Wiele elementów łączności z samolotami przy wykorzystaniu eksperymentalnych satelitów telekomunikacyjnych sprawdzono w końcu lat siedemdziesiątych.

Do pracy w zakresie SHF/EHF przewidziane są stacje samolotowe: AN/ASC-22, AN/ASC-28, AN/ASC-30 opracowane przez firmę Raytheon.

Start pierwszego satelity SLS MILSTAR był przewidziany na 1988 r.

2.2 Wojskowy system łączności satelitarnej Wielkiej Brytanii - SKYNET

Wojskowy SLS W. Brytanii SKYNET jest przeznaczony do zabezpieczenia łączności ministerstwa obrony z brytyjskimi dowództwami na Środkowym i Dalekim Wschodzie. Eksploatację rozpoczęto pod koniec 1967 r. System ten umożliwia współpracę z amerykańskim WSLS DSCS oraz SLS NATO. Człon kosmiczny stanowią satelity: Skynet 1 - Skynet 4.

Transponder składa się z dwóch torów o szerokościach pasm - 20 MHz i 2 MHz, pracujący w zakresie 7/8 GHz. Nowsza generacja satelitów Skynet 4 posiada konstrukcję, a w szczególności wyposażenie elektroniczne, oparte na podsystemach eksploatowanych w satelitach amerykańskich DSCS 2 i FLEET SATCOM /pracujących w zakresach UHF i SHF/.

Anteny satelitarne posiadają charakterystyki promieniowania o wiązkach globalnej i strefowej /od wschodniego wybrzeża USA do zachodnich granic Układu Warszawskiego/.

Czas eksploatacji satelitów wynosi 7 do 10 lat.

Przewiduje się modernizację satelitów mającą na celu wykorzystanie zakresu EHF.

Człon naziemny systemu SKYNET stanowią stacje naziemne stacjonarne, przewoźne, ruchome i przenośne.

Stacją przewoźną jest SN typu ATES 21 wyposażona w antenę paraboliczną o średnicy 6,4 m. Jest wykorzystywana jako półstacjonarna przez RAF i jako ruchoma - przez armię brytyjską. Ciężar kompletu - 1800 kg. Może być przewożona: transportem drogowym i kolejowym, śmigłowcem lub samolotem Hercules C130.

Zapewnia ona 6-kanalową cyfrową łączność telefoniczną lub równoważną ilość kanałów telegraficznych /przez zwielokrotnienie kanałów telefonicznych/ lub transmisji danych.

Wprowadzona do eksploatacji w 1973 r. Wersją ulepszoną jest produkowana dla NATO.

Stacje przewoźne UK/TSC 501 i UK/TSC 502 są wyposażone w antenę paraboliczną o średnicy 1,7 m.

Stacja TSC 501 jest przewożona małym samochodem terenowym. Jej produkcję rozpoczęto w 1981 r.

Stacja TSC 502 jest przewożona drogą powietrzną i rozwijana w ciągu 20 minut. Zapewnia utrzymywanie łączności telefonicznej i telegraficznej na łączu satelitarnym lub w określonych warunkach na łączu naziemnym między podobnymi stacjami. Opracowano wariant stacji przewożony na małym samochodzie terenowym i zasilany akumulatorami samochodowymi.

Stacja ruchoma MARMOSSET jest montowana na specjalnym samochodzie terenowym 3/4 t o zwiększonym rozstawie osi. Stacja może być transportowana drogą powietrzną.

Zakres wykorzystywanych częstotliwości /nadawanie/odbiór/:
7,9 ... 8,4/7,25 ... 7,75 GHz, przy rozdzielczości 1 kHz. Antena o polaryzacji kołowej ma średnicę 1,7 m. Moc promieniowaną EIRP: 86 ... 88,5 dBm; współczynnik G/T - min. 12 dB/K.

Zapewnia 2-kanalową duplexową łączność utajnioną:

1/ pierwszy kanał telegraficzny 50/75 bodów;

2/ 1 kanał telefoniczny 16 kbit/s lub szybkiej telegrafii 2,4 kbit/s.

Stacja przenośna MANSAT jest przenoszona przez 1 osobę. Antena i dwie baterie stanowią ramę nośną, a jednocześnie podstawę podczas rozwijania stacji.

Do odbioru sygnałów telegraficznych 50 bodów służy terminal zawierający klawiaturę i drukarkę. Zapewnia się również łączność telefoniczną.

Stacja okrętowa łączności satelitarnej 4 SCOT jest przeznaczona do utrzymywania łączności za pośrednictwem satelitów SKYNET, LSCS, NATO.

Stacja SCOT 1 zapewnia tylko łączność telegraficzną i była przeznaczona do instalowania na okrętach mniejszych od fregaty. Stacja jest wyposażona w dwie niezależne anteny na żyroskopowo stabilizowanych platformach, zapewniających skierowanie anteny na satelitę przy przechyłach okrętu do 25°. Średnica reflektora anteny - 1,06 m. Wyposażenie elektroniczne jest umieszczone w nieobsługiwanej kabinie - sterowane z kabiny radio.

Współczynnik przydatności G/T - 10 dB/K.

Dostęp wielokrotny - FDMA, modulacja - FDM.

Stacja SCOT 2 zapewnia łączność telefoniczną i telegraficzną z przeznaczeniem dla okrętów o tonażu powyżej 11000 t. Średnica reflektora anteny - 1,83 m.

Współczynnik przydatności G/T - 16 dB/K.

Dostęp wielokrotny - CDMA, modulacja - PSK.

W celu poprawienia możliwości współpracy z systemami DSCS i NATO, a szczególnie nowszymi generacjami satelitów /DSCS 3, NATO 4 i perspektywicznymi/ opracowano i wprowadzono do eksploatacji ulepszone wersje obu stacji wyposażone w anteny: 1,22 m i 1,84 m /odpowiednio/. W efekcie współczynnik przydatności ulepszonej wersji SCOT 1 wzrósł do 11 dB/K.

2.3 Wojskowy system łączności satelitarnej Francji - SYRACUSE

Człon kosmiczny systemu SYRACUSE składa się z dwóch transponderów zainstalowanych na każdym francuskim satelicie telekomunikacyjnym TELECOM 1.

Obszar obsługiwany jest określony zasięgiem wiązki globalnej i jest identyczny przy nadawaniu i odbiorze.

Transpondery pokładowe realizują następujące funkcje:

- 1/ jednoczesny odbiór dwóch kanałów przez przedwzmacniacz 8 GHz przy szerokości pasma kanału - 40 MHz;
- 2/ separację kanałów za pomocą filtrów;
- 3/ wzmocnienie sygnałów w poszczególnych kanałach i konwersja częstotliwości z 8 na 7 GHz;
- 4/ rekombinację /przełączenie/ kanałów przez multiplexer przy podłączaniu do anteny nadawczej.

Stosuje się utajnianie informacji i dostęp wielokrotny kodo-
wy /CDMA/. Poza tym wyposażenie elektroniczne emituje sygnał
radiolatarni o częstotliwościach: 7,4 GHz /TELECOM 1A/, 7,45 GHz
/TELECOM 1B/.

Zastosowano dwie anteny tubowe o zysku 19 dB:

- 1/ odbiorczą o polaryzacji kołowej lewoskrętnej;
- 2/ nadawczą o polaryzacji kołowej prawoskrętnej.

Moc promieniowana EIRP wynosi 30 dBW.

Gęstość strumienia mocy $\varnothing S$: - 87 dBW/m².

Współczynnik dobroci: - 10 dB, K⁻¹.

Częstotliwość kanałów transponderów:

1/ kanał 1 - 8000/7275 MHz;

2/ kanał 2 - 8075/7350 MHz

Człon naziemny systemu SYRACUSE obejmuje cztery typy stacji: stacjonarną, przewoźną, okrętową i ruchomą.

Wszystkie stacje wykorzystują następujące zakresy częstotliwości:

1/ nadawanie: 7900-8400 MHz;

2/ odbiór: 7250-7750 MHz,

przy czym emituje się falę spolaryzowaną kołowo lewoskrętnie, zaś odbiera się - na polaryzacji prawoskrętnej /wsp. eliptyczności - 1,4/.

Szybkości transmisji poszczególnych rodzajów pracy są następujące: 75 bit/s /dalekopis/, 2400 bit/s /telefonii VOCODER/, 16000 bit/s /telefonii DELTA/. Transmisja danych może się odbywać przy zastosowaniu wszystkich ww. szybkości.

Stacje stacjonarne /stałe/ wyposażone są w 8-metrową antenę śledzącą w azymucie i elewacji. Stacje te spełniają funkcje kontrolnych w systemie.

Stacje przewoźne, montowane na 3-osiowym samochodzie ciężarowym, są wyposażone w antenę 3-metrową nieśledzącą. Wyposażenie stacji jest zainstalowane w kontenerze i może być transportowane samolotem.

Stacje okrętowe posiadają po dwie anteny 1,5-metrowe stabilizowane w trzech osiach, śledzące przy wykorzystaniu sygnału radiolatarni. Wyposażenie telekomunikacyjne jest zamontowane w kontenerze, łatwym do załadowania na okręcie.

Stacje ruchome są zainstalowane na lekkim samochodzie terenowym i mogą być przewożone w całości samolotem. Średnica anteny wynosi 1,3 m.

2.4. System łączności satelitarnej NATO

Człon kosmiczny składa się z 5 satelitów NATO-3.

Główne parametry techniczne satelity NATO-3 są następujące: transpondery /2/ wykorzystują podzakres 7/8 GHz podzielony na trzy kanały o szerokościach pasm: 17,50 i 85 MHz. Kanały 17 i 85 MHz są przeznaczone do obsługiwanego obszaru Europy, zaś kanał 50 MHz - do realizacji łączności na obszarze Europy i północnego Atlantyku. Obszary te są określone zasięgiem wiązek charakterystyk promieniowania trzech anten tubowych o polaryzacji eliptycznej, z których jedna jest nadawczo-odbiorczą i ma wiązkę lokalną skierowaną na obszar Europy.

Całkowita pojemność transpondera SSZ wynosi 742 kanały indywidualne przeznaczone następująco: 450 - dla SN stacjonarnych rozlokowanych w Europie, 130 - dla SN stacjonarnych w Ameryce płn. i na Atlantyku oraz 27 kanałów dla SN ruchomych w Europie /równoważnych 162 kanałom SN stacjonarnych/.

Zakładany czas eksploatacji SSZ - 7 lat.

Człon naziemny ma stanowić 36 stacji naziemnych stacjonarnych i około 200 ruchomych. Stacjonarne SN o średnicy anteny 6...13 m mają pojemność 72 ... 96 kanałów telefonicznych. Zakładano wyposażenie w stacje łączności satelitarnej 26 okrętów i 2 samolotów.

Następuje szersze wykorzystanie utajnionego przesyłania informacji w postaci cyfrowej, głównie poprzez zastosowanie kanałów telefonicznych z modulacją delta i szybkością 32 kbit/s.

System bazuje na rodzaju pracy FDM/FM/FDMA, z aż dwiema wieloadresowymi nośnymi FM przesyłanymi z każdej SN. Każda nośna FM może być "obciążona" do 24 kanałów - 4 kHz. "Obciążenie" może być zmieniane skokowo: 1, 2, 3, 5, 12 lub 24 kanałów zależnie od wymagań postawionych przed łączem lub od dostępności /osiągalności/ mocy. Niektóre wyspecjalizowane stacje naziemne nakładają również nośne SSMA SN-SN na pasmo przeznaczone dla nośnych FM.

Wstępne planowanie kolejnej generacji satelitów - NATO-4 zostało zapoczątkowane w 1974 r. Zasygnalizowane tendencje rozwojowe mają na celu osiągnięcie większej żywotności systemu, zarówno w sensie żywotności elementów konstrukcji mechanicznej jak i wyposażenia elektronicznego, przy założeniu warunków wojny jądrowej i silnego przeciwdziałania nieprzyjaciela. Zanim SSZ NATO-4 wejdzie do eksploatacji należy się liczyć z przejmowaniem - w razie zagrożenia - ważniejszych łączy wykorzystujących satelity NATO-3 przez SLS DSCS-3, jako znacznie lepiej zabezpieczony przed przeciwdziałaniem.

PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE WOJSKOWYCH SATELITÓW TELEKOMUNIKACYJNYCH PAŃSTW NATO

| Dane | Typ SSZ | DSCS-II | DSCS-III | FLEETSATCOM | LEASAT | NATO-III | SKYNET-IV | TELECOM-1 |
|---|-------------------------------|---|---|--|--|----------------------|--|----------------------------|
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| System LS | DSCS /USA/ | DSCS /USA/ AFSATCOM /USA/ | DSCS /USA/ AFSATCOM /USA/ | FLTATCOM /USA/ AFSATCOM /USA/ | FLTSATCOM /USA/ AFSATCOM /USA/ | NICS NATO | SKYNET /W. Brytania/ | SYRACUSE /Francja/ |
| Rodzaj służb rkom | stała | stała + ruchome | stała + ruchome | ruchome | ruchome | stała | stała + ruchome | stała + ruchome |
| Zakres często- tliwości O/N [GHz] | 7,9...8,4 7,25...7,75 | 0,3...0,4/ 0,225... 0,260 7,9...8,4/ 7,25... 7,75 | 0,3...0,4/ 0,225... 0,260 7,9...8,4/ 7,25... 7,75 | UHF SHF | 0,240... 0,400 7,975... 8,025/ 7,25... 7,75 | SHF | 7,975... 8,025 7,250... 7,300 | 8,000;8,075 7,275;7,350 |
| Anteny /typ, ch-ka/ | 2 tub.EC 2 parab. NC/AC | 2xskrzyż.dip. EC 1 socz.EC/ NC 2 tub.EC 2 socz.EC/ NC 2 tub.EC 1 parab.NC | 2xskrzyż.dip. EC 1 socz.EC/ NC 2 tub.EC 2 socz.EC/ NC 2 tub.EC 1 parab.NC | spiralna EC parab.Ø4,8 m tubowa EC | EC 2 spir. x 3,6 m 2 tub.EC | 1 tub.AC 2 tub.EC | 3 parab. 1 spir. | 1 tub.EC 1 tub. |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------------------|---|---|--|---|--------------------------------|-----------------------------|----------------|
| G/T /dB/1/K/ | 8,5; 20,2 | -16...-1 | -16,6 /UHF/ | -14,1 | -10 | | |
| Transponder /ilość, pismo/ | 4, całk. 410 MHz | 6 + 1 całk. 395 MHz | 23 całk. ~ 1 MHz | 13 całk. ~ 1 MHz | 2 całk. 152 MHz | 2 całk. 22 MHz | 2 całk. 80 MHz |
| Modulacja | FM, QPSK | FM, QPSK | FM, QPSK | FM, QPSK | FM, delta | FM, QPSK | FM, delta |
| Dostęp wielokrotny | FDMA, TDMA, CDMA | FDMA, TDMA, CDMA | FDMA | | FDMA, CDMA | | CDMA |
| Kształt i wymiary | walec śr.-2,73 m wys.z ant. 4,0 m | blok zaokrąglony "średn." -2,75 m wys.-2 m | blok heksagon. "średn." -2,3 m wys.-1,3 m | walec średn. -4,2 m wys.z ant. -6,2 m | walec śr.-2,2 m wys.-3 m | blok zaokr. "średn." -2,2 m | blok |

PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE WYBRANYCH STACJI NAZIEMNYCH WSLS USA

| Typ SN | Zakres częst. N/O /GHz/ Wsp. szumów | | Antena Rodzaj/ /zysk | | Rodzaje pracy /emisji/ / | Pasmo N/O /MHz/ / | Pojemność kanałowa | Uwagi |
|-------------|---|---|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| AN/SSR-1 | 0,240-0,320 3 dB | | 4 minipętł. 3 dB | FM lub PSK | 20 | 15 kan.75 bit/s | Okrętowy odbiornik informacji okólnik | |
| AN/PSC-3 | 0,225-0,4 4 dB | | Spiralna 6 dB | Łączn. fon. Transm. danych | Odstęp m-kan. 0,005 | 7000 k.tf 35000 k.TD | Przenośna stacja nadawczo-odbiorcza przezn.do ŁS i łączności naziemnej Wersja samochodowa - AN/VSC-7 | |
| AN/TSC-91 | 0,2-0,4 0,240-0,272 5 dB | | Dookólna reflektor. 9 dB | Łączn. fon.,TD | 0,005 0,025 | 1 lub 12 ktf/FSK/ 1 ktf - FM | Ruchoma SN DSCS: do pracy w ruchu stosuje się antenę dookólną, natomiast na postoju - antenę kierunkową SBF | |
| AN/ARC-143B | 0,225-0,4 | | Dowolna 50-omowa | Ł.fon., utajniona, telegr.ut. | 0,5 | 7000 kanałów | SN pokładowa lub łądowa do ł.satelit. lub ł. naziemnej | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------|---|------------------------------|--|------------------|--------------------------------|---|
| AN/WSC-3 | 0,225-0,4 | Prętowa spiralna 6 dB | AM, FM FSK, PSK | 0,025 | 7000 kanałów /20 - zaprogram./ | Standardowa SN IS i do 1. naziennej, montowana na okrętach, samolotach, pojazdach |
| AN/MS-59 | 7,9 - 8,4 <u>7,25 - 7,75</u> | Paraboliczna 44 dB | L. cyfrowa L. utajniona | 500 | 6 lub 12 tf, lub 16 kbod | Ruchoma SN IS |
| AN/TSC-85 | 7,9 - 8,4 <u>7,25 - 7,75</u> 300K | Paraboliczna 2,4 m/44 dB | L. cyfrowa L. utajn. | 40/ 500 | 6...96 tf lub 16 kbod | Taktyczna SN |
| AN/TSC-86 | 7,9 - 8,4 <u>7,25 - 7,75</u> | Paraboliczna 2,4 m lub 6,3 m | L. cyfrowa L. utajn. | 50/ 500 | 96 tf lub 16 kbod | Przewoźna SN szezebla taktycznego lub strategicznego |
| AN/TSC-93A | J.w. 7,2 - 8,4; 36 - 35 12 dB | Paraboliczna 2,4 m | L. telefon. L. dalekop. Tr. danych | <u>40</u> 500 | 6, 12, 24 tf, TD | Przewoźna SN sił szybkiego reagowania |
| AN/WSC-6 | J.w. 6 dB | Paraboliczna 1,2 m | L. telef. | <u>60</u> 500 | | Okrętowa SN IS |
| AN/WSC-7 | 7,2 - 8,4; 36 - 35 12 dB | Paraboliczna | L. telef. | 1024; 2048 | | Okrętowa SN IS, montowana również na samolotach patrol. i samochodach |

ROZDZIAŁ II

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA STRUKTURY ORGANIZACYJNEJ WOJSKOWYCH SYSTEMÓW ŁĄCZNOŚCI SATELITARNEJ /KOSMICZNEJ/ PRZECIWNIKA

Szybki rozwój techniki wojskowej, nowe formy walki, postęp w elektronice oraz wprowadzenie nowych systemów uzbrojenia do wojsk NATO powodują konieczność ciągłego doskonalenia i modernizowania istniejących systemów łączności dowodzenia i rozpoznania, wprowadzenia jakościowo nowych urządzeń łączności, lepiej spełniających wymagania poszczególnych rodzajów wojsk i służb w zakresie dowodzenia.

Zagadnienie to w połączonych siłach zbrojnych NATO zostało uznane przez władze naczelne paktu za przedsięwzięcie kluczowe w dalszym zwiększaniu możliwości bojowych sił zbrojnych. Nowa koncepcja systemu łączności dowodzenia i rozpoznania w połączonych siłach zbrojnych NATO - określana w literaturze zachodniej skrótem C³I /Command, Control, Communication and Inteligence/ zakłada modernizację obecnych systemów i zwiększenie ich żywotności w warunkach współczesnego pola walki. Osiągnięciem się to - zdaniem zachodnich specjalistów - poprzez:

1/ wprowadzenie do uzbrojenia wojsk sprzętu łączności nowej generacji, który będzie umożliwiał szybkie i łatwe nawiązywanie łączności, charakteryzował się będzie wysokim stopniem odporności na zakłócenia wspólnokanałowe /od stacji sąsiednich pracujących na tych samych lub zbliżonych częstotliwościach/ i zakłócenia celowe /ze strony przeciwnika/, zapewni tajność przekazywania sygnałów fonicznych i transmisji danych, a także ekonomiczne wykorzystanie przydzielonego zakresu częstotliwości oraz ułatwi proces zaopatrzenia poprzez jego standaryzację;

2/ integrację systemów łączności dowodzenia i rozpoznania z systemami narodowych sił zbrojnych państw paktu, a przede wszystkim z systemami zabezpieczającymi dowodzenie zgrupowaniami bojowymi narodowych sił zbrojnych i to zarówno na lądzie, w powietrzu, jak i na morzu. W rezultacie wszystkie sieci łączności zostaną zintegrowane w jeden system, który będzie łączył wszystkie funkcje obecnych systemów, co zapewni dowodzenie siłami zbrojnymi na wszystkich szczeblach dowodzenia i na wszystkich teatrach działań wojennych w Europie.

1. Zintegrowany system łączności PSZ NATO w Europie - NICS

/NATO INTEGRATED COMMUNICATIONS SYSTEM/

Realizacja polityki integracji i standaryzacji struktur, sprzętu i uzbrojenia w ramach NATO - wobec ogromnej masy różnorodnych środków łączności i organizowanych doraźnie, według bieżących potrzeb systemów łączności - pociągała za sobą konieczność budowy jednolitego, zintegrowanego systemu łączności NATO - NICS /NATO Integrated Communications System/.

Koncepcja tego systemu powstała w 1970 r. i jej realizacja jest największym dotychczas podjętym przedsięwzięciem w dziedzinie łączności w ramach NATO, która trwać będzie do 1995 r.

W systemie występują środki transmisji, dalekosiężne węzły łączności, końcowe centrale telefoniczne i dalekopisowe oraz inne urządzenia łączności zgrupowane w siedmiu komponentach, do których należą:

1/ sieć łączności troposferycznej i radioliniowej PSZ NATO - ACE "High" / Allied Command Europe "High"/;

2/ sieć łączności satelitarnej - NATO SATCOM /NATO Sattelite Communications/;

3/ sieć automatycznych stacji telegraficznych TARE /Telegraph Automatic Relay Equipment/;

4/ automatyczna sieć telefoniczna IVSN /Initial Voice Switched Network/;

5/ sieć telefonii utajnionej;

6/ sieć łączności radiowej KF wyższych szczebli dowodzenia PSZ NATO w Europie;

7/ regionalne systemy radioliniowej łączności horyzontalnej, w tym również cywilne, dzierżawione łącza pocztowe.

Automatyczny, odporny na zakłócenia i zniszczenie, zintegrowany natowski system łączności NICS jest przeznaczony do obsługi 20.000 abonentów znajdujących się na natowskich stanowiskach dowodzenia oraz w narodowych ministerstwach obrony. Oparty na najnowszych rozwiązaniach technicznych, uwzględniający uwarunkowania operacyjne, techniczne i ekonomiczne zapewnia niezawodną łączność dowodzenia i współdziałania między siłami zbrojnymi NATO w Europie i umożliwia jej stałą rozbudowę, zgodnie z wymaganiami współczesnego pola walki. W pełni zabezpiecza ciągłe przekazywanie informacji dla organów politycznych i wojskowych NATO oraz narodowych sił zbrojnych, informacji niezbędnych do podejmowania odpowiednich decyzji oraz przekazywania rozkazów bojowych i zarządzeń do wojsk.

2. Wojskowe systemy łączności satelitarnej

Systemy łączności satelitarnej spełniają ważne zadanie w realizacji wymagań stawianych przez użytkownika w zakresie dysponowania niezawodną i elastyczną łącznością, za pomocą której można przekazywać znaczne ilości informacji bez ograniczeń czasowych i przestrzennych.

Zdaniem zachodnich specjalistów łączności, satelitarne systemy łączności mają zdecydowaną przewagę nad systemami tradycyjnymi. Systemy tradycyjne starzeją się i nie odpowiadają wymogom współczesnego pola walki. Systemy satelitarne natomiast są w stanie zapewnić kilka tysięcy kanałów łączności, zwiększają niezawodność łączności przez uniezależnienie się od wpływu ukształtowania terenu, są niewrażliwe na ewentualny atak, elastyczne, a ponadto utrudniają umiejscowienie korespondentów.

Mając powyższe na uwadze, państwa zachodnie przywiązują dużą wagę do łączności satelitarnej, prowadzą szeroko zakrojone prace nad systemami łączności satelitarnej, prowadzą szeroko zakrojone prace nad systemami łączności satelitarnej przede wszystkim na potrzeby wojska - przy czym te państwa, które już posiadają takie systemy, rozbudowują je i unowocześniają.

Wysoka ranga systemów łączności satelitarnej wynika z tego, że na przykład 30% seansów łączności międzykontynentalnej sił zbrojnych Stanów Zjednoczonych odbywa się za pomocą wojskowych satelitów, 30% wydzierżawionych kanałów cywilnych satelitów, a jedynie pozostała część stanowi łączność utrzymywana za pomocą tradycyjnych urządzeń.

Do głównych systemów łączności satelitarnej wykorzystywanych na różnych szczeblach dowodzenia we wszystkich narodowych i połączonych siłach zbrojnych NATO w Europie zaliczyć można:

1/ NATO SATCOM /NATO Satellite Communications System/ pracującą na rzecz globalnej łączności sił zbrojnych Paktu Północnoatlantyckiego;

2/ DSCS /Defense Satellite Communications System/ - wykorzystywany przez ministerstwo obrony Stanów Zjednoczonych dla glo-

balnej łączności strategicznej w relacji Pentagon - bazy wojskowe Stanów Zjednoczonych, umieszczone na wszystkich kontynentach;

3/ FLTSATCOM /Fleet Satellite Communications/ - wykorzystywany głównie do globalnej łączności satelitarnej amerykańskich sił morskich;

4/ AFSATCOM /Air Force Satellite Communications/, który pracuje operacyjnie na rzecz dowodzenia strategicznymi siłami powietrznymi Stanów Zjednoczonych;

5/ MARISAT /Maritime Satellite/ - przeznaczony do zapewnienia globalnej łączności siłom morskimi Stanów Zjednoczonych /wykorzystywany także przez marynarkę handlową/;

6/ SKYNET - globalny system łączności satelitarnej ministerstwa obrony Wielkiej Brytanii, przeznaczony do łączności z bazami i okrętami królewskich sił morskich;

7/ SYRACUSE - wykorzystywany głównie dla potrzeb łączności sił morskich oraz łączności sztabu sił zbrojnych Francji z dowództwami zamorskimi;

8/ MILSATCOM /MILSTAR/ - perspektywiczny system łączności strategicznej ministerstwa obrony Stanów Zjednoczonych, przewidziany do wykorzystywania również w warunkach ograniczonej wojny jądrowej.

Ponadto wykorzystuje się doświadczalny system łączności satelitarnej EAST /Experimental Army Satellite Tactical/ pracujący jako "kosmiczne laboratorium" oraz stacje łączności satelitarnej byłego systemu łączności TACSATCOM /Tactical Satellite Communications/, który pracował na rzecz łączności dowodzenia jednostkami operacyjno-taktycznymi /korpus armijny, dywizja, jednostki specjalne i rozpoznawcze/.

Systemy te wykorzystują satelity umieszczone na kołowej orbicie geosynchronicznej. Strategiczne walory tej orbity pozwalają na objęcie zasięgiem ważnych z militarnego punktu widzenia państw NATO, rejonów Kuli ziemskiej. Wadą kołowej orbity geosynchronicznej jest brak możliwości objęcia zasięgiem obszarów podbiegunowych. Lukę tę wypełnia amerykański system satelitarny SDS /Satellite Data System/, którego satelity poruszają się po mocno wydłużonych orbitach eliptycznych.

Przeważająca część informacji przekazywanych w systemach łączności satelitarnej jest zaszyfrowana. Nadawanie charakteryzuje się dużą szybkością i skomplikowanym rodzajem pracy.

ROZDZIAŁ III

ANALIZA FUNKCJONOWANIA WOJSKOWYCH SYSTEMÓW ŁĄCZNOŚCI KOSMICZNEJ ORAZ ICH WPŁYW NA EFEKTYWNOŚĆ DZIAŁAŃ PRZECIWNIKA. SŁABE STRONY WOJSKOWYCH SYSTEMÓW ŁĄCZNOŚCI KOSMICZNEJ PRZECIWNIKA

Burzliwy rozwój nauki i techniki po drugiej wojnie światowej wywarł zasadniczy wpływ na wyposażenie sił zbrojnych, ich strukturę organizacyjną, sposoby prowadzenia wojny, jak również na treść i metody dowodzenia wojskami.

Do uzbrojenia głównych armii świata została wprowadzona masowo broń jądrowa, charakteryzująca się niespotykaną dotąd siłą niszczenia, a wkrótce po tym nowe środki przenoszenia tej broni - rakiety strategiczne, operacyjne i taktyczne.

Duża siła rażenia i szybkość działania broni rakietowo-jądrowej spowodowały radykalne zmiany w sferze prowadzenia działań bojowych. Zwiększono szerokości pasa działania związków taktycznych i operacyjnych, głębokości zadań bojowych oraz tempo natarcia wojsk. Ogromny dynamizm działań bojowych, gwałtowność zmian sytuacji, możliwość zadania dużych strat przeciwnikowi w bardzo krótkim czasie spowodowały wzrost wymagań dotyczących operatywności, elastyczności i ciągłości dowodzenia. Wzrosły tym samym wymagania w zakresie zapewnienia łączności punktom dowodzenia wszystkich szczebli.

Nowy jakościowo etap rozwoju systemów łączności nastąpił po wprowadzeniu na orbitę sztucznych satelitów Ziemi. Rozwinięte zostały badania nad możliwością wykorzystania sztucznego satelity Ziemi jako stacji retransmisyjnej sygnałów radiowych.

Poligonem doświadczalnym w zakresie wykorzystania łączności satelitarnej dla celów wojskowych był Wietnam. Do organizowania

łączości satelitarnej między Stanami Zjednoczonymi a Wietnamem Południowym wykorzystywano węzły łączności na Hawajach, w Asmara w Etiopii, na Tajwanie, w Japonii, Sajgonie, na Filipinach oraz okrętowe stacje łączności na pływających węzłach łączności "Annapolis" i "Arlington". Sieci te były obsługiwane przez satelity SYNCOM, IDCSP, INTELSAT oraz ruchome, okrętowe i stacjonarne stacje naziemne. Zapewniały one łączność strategiczną ministerstwa obrony Stanów Zjednoczonych z dowództwem amerykańskich sił lądowych w Wietnamie oraz głównymi bazami sił powietrznych i morskich rozmieszczonych na obszarze Oceanu Spokojnego.

Zdaniem Amerykanów, łączność satelitarna stała się jednym z głównych rodzajów łączności strategicznej, dającej gwarancję niezawodności i ciągłości działania przez całą dobę, bez względu na porę roku.

Pierwsze próby w zakresie wykorzystania łączności satelitarnej na szczeblach taktycznych Amerykanie rozpoczęli w lutym 1969 r. Użyto w tym celu satelitę TACSAT 1. Był to satelita prototypowy, przeznaczony do zapewnienia bezpośredniej łączności dowództwom związków operacyjno-taktycznych do szczebla kompanii włącznie.

Do niewątpliwych zalet łączności satelitarnej można zaliczyć duży stopień niezawodności, ogromną przepustowość kanałów, możliwość przekazywania nadawań wymagających szerokiego pasma częstotliwości, których nie można przekazywać w zwykłych kanałach łączności radiowej i radioliniowej; pozwala na szybkie zbudowanie odpowiedniej sieci czy kierunku łączności; zapewnia utrzymanie łączności z dowolnym miejscem na Ziemi, skąd będzie zachowana optyczna widoczność satelity; pozwala wykorzystać dotychczas zorganizowane systemy łączności siatkowej związków

operacyjnych i taktycznych, łączność kablową wojskową i cywilną; ponadto, jak wykazały badania, jest dosyć odporna na zakłócenia.

Koła wojskowe Stanów Zjednoczonych i dowództw NATO przywiązują ogromną wagę do dalszego rozwoju systemów łączności satelitarnej, asygnując na ten cel ogromne sumy z budżetu wojskowego.

Wykorzystywanie niezależnych systemów łączności satelitarnej przez poszczególne siły zbrojne /np. ministerstwo obrony Stanów Zjednoczonych wykorzystuje pięć różnych systemów łączności, siły morskie USA - trzy systemy itp./ jest możliwe dzięki standaryzacji sprzętu umieszczonego na pokładach satelitów, sprzętu naziemnego oraz dzięki wykorzystaniu tych samych zakresów częstotliwości. Ponadto przy opracowaniu koncepcji łączności satelitarnej dokonano unifikacji urządzeń wejścia-wyjścia, charakterystyk czasowo-częstotliwościowych, rodzajów pracy i nadawań itp. Wszystkie te czynniki decydują o powodzeniu wzajemnej współpracy elementów łączności satelitarnej wchodzących organicznie w skład różnych systemów.

1. System łączności NATO SATCOM

Jak już wspomniano łączność satelitarna zajmuje szczególne miejsce w systemie PSZ NATO w Europie i jest ona uważana za jeden z podstawowych rodzajów łączności systemu NICS.

Inspiracją do powstania systemu NATO SATCOM, pracującego na rzecz globalnej łączności sił zbrojnych paktu, była propozycja Stanów Zjednoczonych, przedłożona we wrześniu 1966 r. dowództwu NATO, odnośnie udostępnienia własnego systemu łączności satelitarnej IDCSP /Inicjal Defense Communications Satellite Program/.

Konsekwencją tej propozycji było opracowanie programu składającego się z trzech kolejnych faz, z których dwie pierwsze zrealizowano w latach 1967-70.

Trzecią fazę rozwoju systemu zapoczątkowano w 1971 r. Efektem było zbudowanie w amerykańskich zakładach Aeronautic Ford satelity nowej /drugiej/ generacji NATO-3.

W dniu 22 kwietnia 1976 r. wystrzelono satelitę NATO-3A najpierw na orbitę eliptyczną, która została skorygowana do synchronicznej, kołowej.

W dniu 28 stycznia 1977 r. wystrzelono i umieszczono na orbicie bliźniaczego satelitę NATO-3B, satelitę NATO-3C wyniesiono na podobną orbitę we wrześniu 1979 r., w 1984 r. wyniesiono na orbitę satelitę NATO-3D.

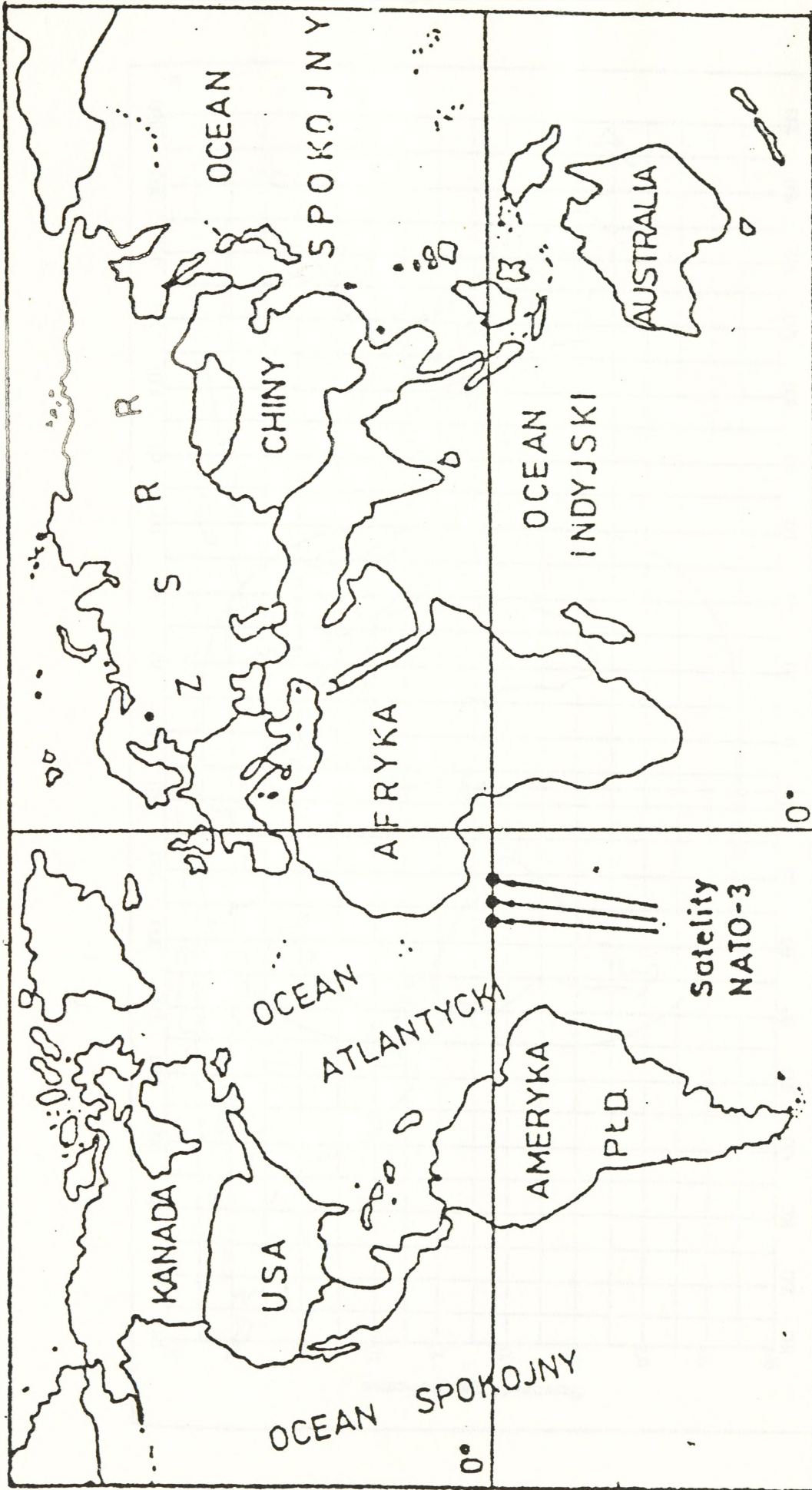
Człon kosmiczny systemu współpracuje ze zmodernizowanymi stacjami naziemnymi, głównie typu AN/MS-C-46 oraz AN/TSC-54 /96 kanałów, wersje stacjonarne, przewoźne, przenośne lub montowane na pokładzie samolotów, okrętów itp./, tworząc jednolity zespół środków zapewniających kompleksową łączność satelitarną dla 13 krajów członkowskich paktu NATO.

Centrum kontroli pracy systemu NATO SATCOM znajduje się w pobliżu naczelnego dowództwa PSZ NATO w Europie w m. Casteau /Belgia/.

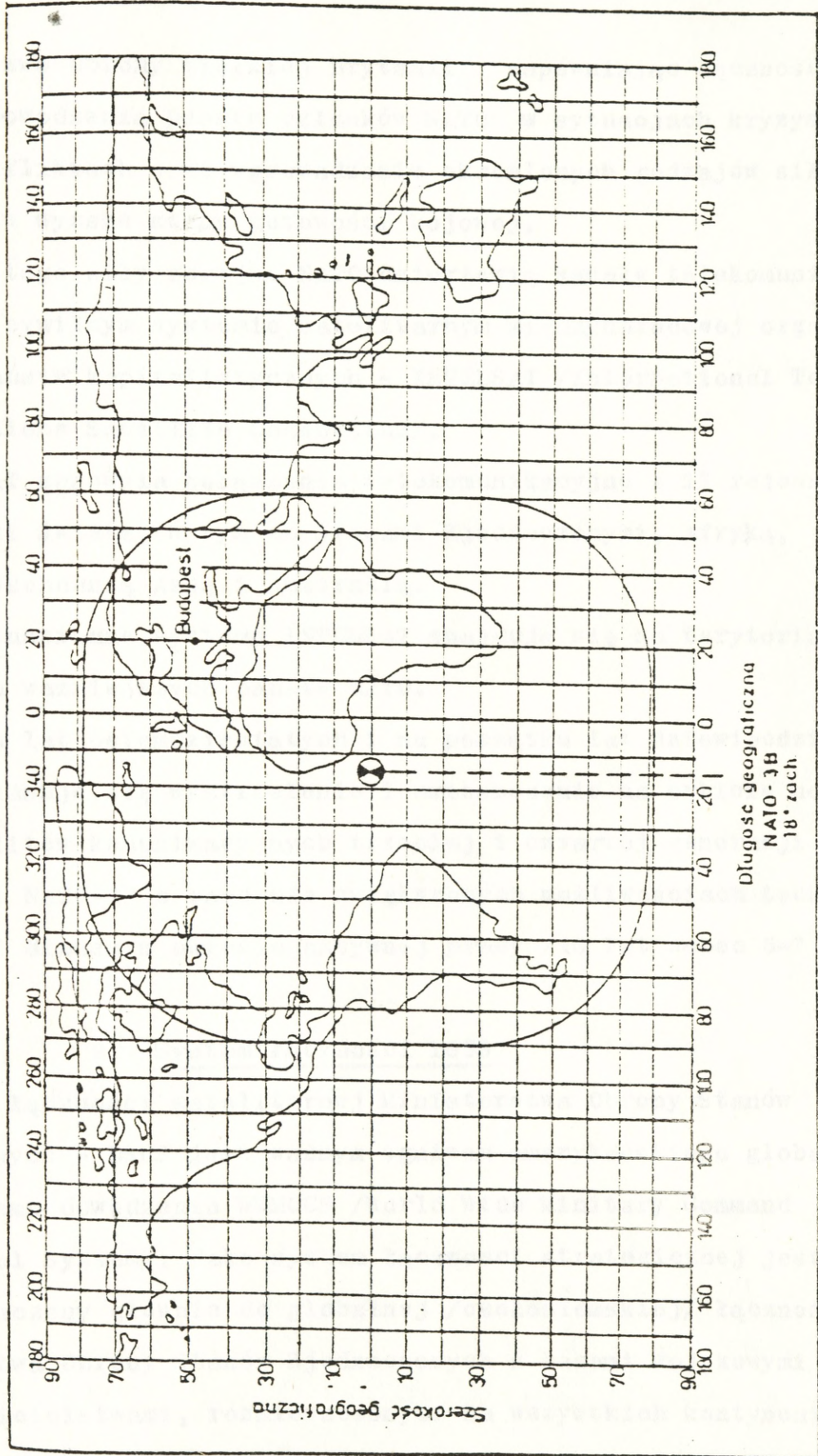
W skład systemu łączności satelitarnej NATO SATCOM wchodzi:

- 1/ 3 satelity telekomunikacyjne serii NATO-3;
- 2/ 22 naziemne, stacjonarne stacje łączności satelitarnej;
- 3/ 2 ruchome stacje łączności satelitarnej zamontowane na powietrznych SD ND PSZ NATO w Europie;
- 4/ 19 automatycznych central telegraficznych;
- 5/ 60 automatycznych central telefonicznych.

Urządzenia te współpracują z satelitarnymi systemami łączności DSCS /Ministerstwa Obrony Stanów Zjednoczonych/ i SKYNET



Położenie satelitów systemu NATO SATCOM



Obszar widoczności satelity NATO-3B systemu NATO SATCOM

/Ministerszwo Obrony Wielkiej Brytanii/, zapewniając łączność globalną dowodzenia państw członków NATO w sytuacjach kryzysowych i konfliktach oraz wprowadzanie określonych rodzajów sił zbrojnych w wyższe stany gotowości bojowej.

Oprócz tego siły zbrojne NATO dzierżawią kanały telekomunikacyjne w cywilnym systemie satelitarnym międzynarodowej organizacji państw kapitalistycznych - INTELSAT /International Telecommunications Satellite Consortium/.

INTELSAT zapewnia połączenia telekomunikacyjne z 17 rejonami i państwami świata, w tym ze Stanami Zjednoczonymi, Afryką, Indiami, Wschodnią Azją i Australią.

Stacje naziemne systemu INTELSAT znajdują się na terytoriach wszystkich ważniejszych państw NATO.

W końcu lat osiemdziesiątych i na początku lat dziewięćdziesiątych planuje się wystrzelenie i umieszczenie na orbicie nowych satelitów komunikacyjnych trzeciej i czwartej generacji /NATO-3E i NATO-4/ o znacznie zwiększonych możliwościach technicznych i dłuższym okresie aktywnej pracy /10 lat wobec 5-7 lat obecnie/.

2. System łączności DSCS

System łączności satelitarnej Ministerstwa Obrony Stanów Zjednoczonych - DSCS jest ważnym ogniwem amerykańskiego globalnego systemu dowodzenia WWMCCS /World Wide Military Command and Control System/. Jako system łączności strategicznej jest on przeznaczony głównie do globalnej /okołoziemskiej/ łączności Ministerstwa Obrony Stanów Zjednoczonych z bazami wojskowymi i przedstawicielstwami, rozmieszczonymi na wszystkich kontynentach.

Proces budowy i modernizacji systemu łączności DSCS podzielono na trzy etapy:

- 1/ pierwszy etap w latach 1966-1970;
- 2/ drugi etap w latach 1971-1979;
- 3/ trzeci etap po 1979 r.

Podczas pierwszego etapu tworzenia systemu wyniesiono na orbitę 26 satelitów IDCSP /Initial Defense Communications Satellite Program/. Satelita IDCSP działał 18 miesięcy, zapewniając simpleksową łączność foniczną, fototelegraficzną, telegraficzną i cyfrową na częstotliwości 400/700 MHz. Satelity te były wprowadzane na orbitę seriami po kilka sztuk.

Człon naziemny systemu stanowiły dwie naziemne stacje łączności satelitarnej typu AN/FSC-9, znajdujące się w Camp Roberts w Kalifornii i w Fort Dix w stanie New Jersey.

Stacja AN/FSC-9 o masie 172 tony jest wyposażona w paraboliczny reflektor antenowy o średnicy 18,29 m, a jej nadajnik, o mocy 20 kW, umożliwiał utrzymanie łączności na odległość około 16000 km.

Oprócz dwóch stacji głównych, w skład członu naziemnego wchodziły również stacje przewoźne, umieszczone na specjalnie przystosowanych pojazdach. Były to stacje typu AN/MS-46, AN/TSC-54 oraz AN/SSC-3.

Stację AN/MS-46, o masie 56,7 tony, wyposażono w paraboliczny reflektor antenowy o zysku kierunkowym 56,2 dB i średnicy 12,2 m, który przy mocy nadajnika 20 kW zapewniał zasięg łączności na odległość około 16.000 km. Informację przekazywano w czterech kanałach fonicznych i czterech telegraficznych. Stacja tego typu mogła być również przewożona trzema samolotami typu

C-130 lub C-133. Łącznie zbudowano 14 takich stacji, rozmieszczając je na terenie baz wojskowych Stanów Zjednoczonych.

Stację AN/TSC-54, o masie około 11200 kg wyposażono w 4 reflektory paraboliczne o średnicy 3,05 m każdy, złożone w kształcie liścia koniczyny oraz nadajnik o mocy 5 kW. Nadajnik ten zapewnia pracę w pięciu kanałach, przekazując sygnały foniczne, telegraficzne, telekopiowe i transmisji danych. Łącznie w systemie DSCS-1 pracowało 13 stacji tego typu.

W stacje typu AN/SSC-3 wyposażone były okręty sił morskich Stanów Zjednoczonych.

W drugim etapie rozbudowy systemu człon kosmiczny uzupełniono w latach 1971, 1973 i 1977 parami stacjonarnych satelitów, umieszczając je nad Oceanem Spokojnym i Atlantyckim na wysokości 43022 km.

W kwietniu 1977 r. wprowadzono na tę samą orbitę 4 satelity DSCS-2 z rozbudowaną aparaturą pokładową.

W skład naziemnego zespołu systemu DSCS-2 wchodzi naziemne stacje łączności satelitarnej zbudowane w pierwszej fazie jego rozwoju oraz 19 stacji różnych typów, zbudowane w drugiej fazie. Są to między innymi:

1/ AN/ASC-28 - lotnicza, nowej generacji, umieszczona na samolotach typu KC-135. Stacja ta umożliwia również pracę w zakresie 36.000-40.000 MHz, przy wykorzystaniu satelitów LES-8 i LES-9. Jest ona powszechnie wykorzystywana w systemie DSCS-3;

2/ AN/TSC-86 - naziemna, przewoźna, umieszczona na samochodzie;

3/ AN/TSC-38 - naziemna, przewoźna, o masie około 10 ton. Może być przewożona pojazdami kołowymi lub samolotami typu C-130;

4/ AN/TSC-90 - naziemna, ma dwa kanały foniczne, cztery telegraficzne i jeden transmisji danych. Zastosowano w niej modulację FM i BPSK /podwójna modulacja fazy/;

5/ AN/TSC-94 - naziemna, nowej generacji, umieszczona na samochodzie. Zapewnia łączność w 6 lub 12 kanałach fonicznych. Przeznaczona dla sił powietrznych w systemie DSCS-3;

6/ AN/MSC-60 - naziemna, wykorzystywana w siłach powietrznych i morskich;

7/ AN/MSC-61 - naziemna, ruchoma;

8/ AN/FSC-79 - naziemna, nowej generacji, stanowiąca zmodernizowaną wersję stacji AN/FSC-9;

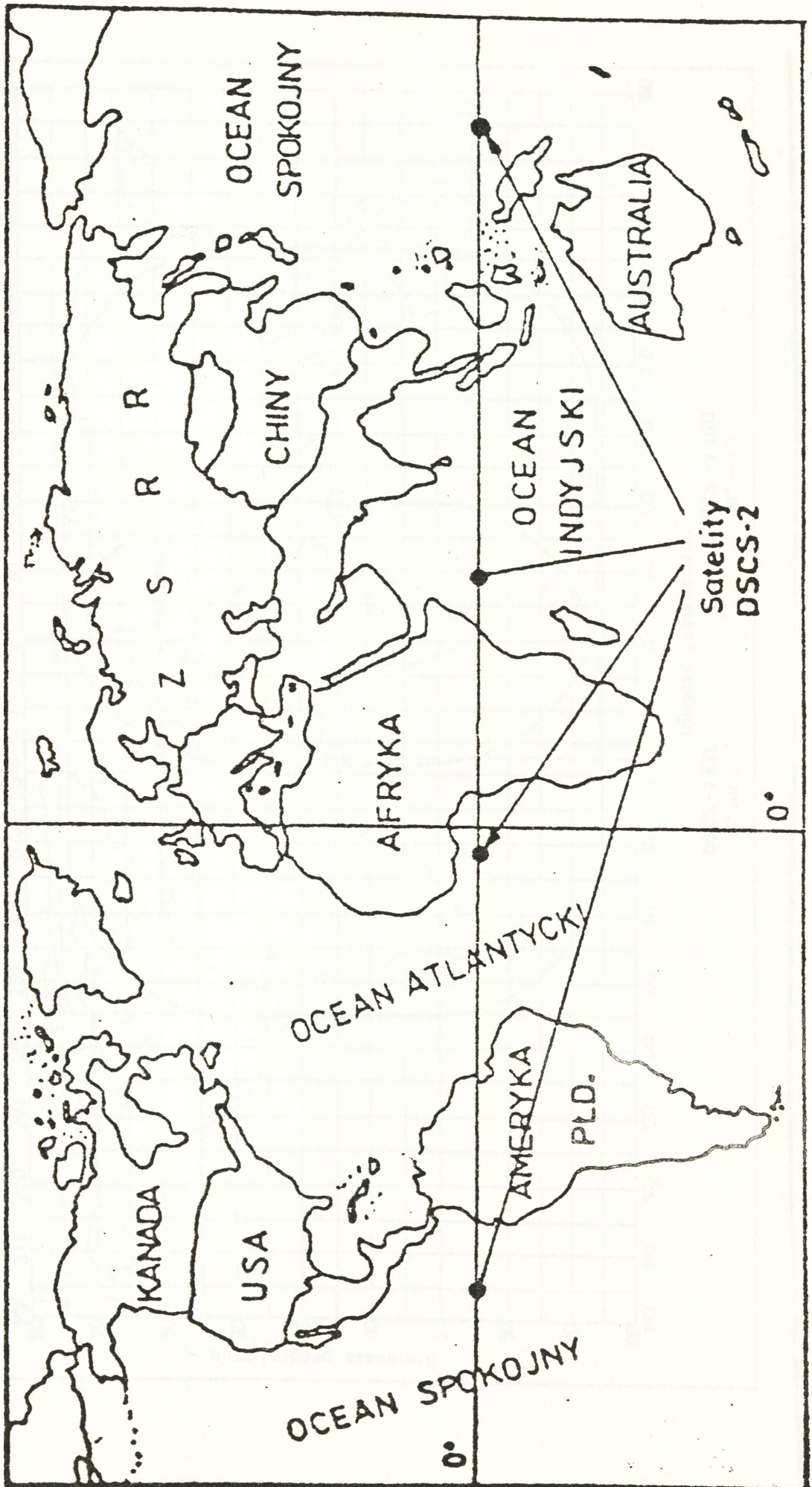
9/ AN/TSQ-118 - naziemna, przewoźna, stosowana jako centrum kontroli na szczeblach taktycznych. Jest umieszczona w samochodzie. Umożliwia pracę w 96 kanałach z modulacją FM;

10/ AN/WSC-2 - okrętowa, współpracująca z satelitami DSCS-2.

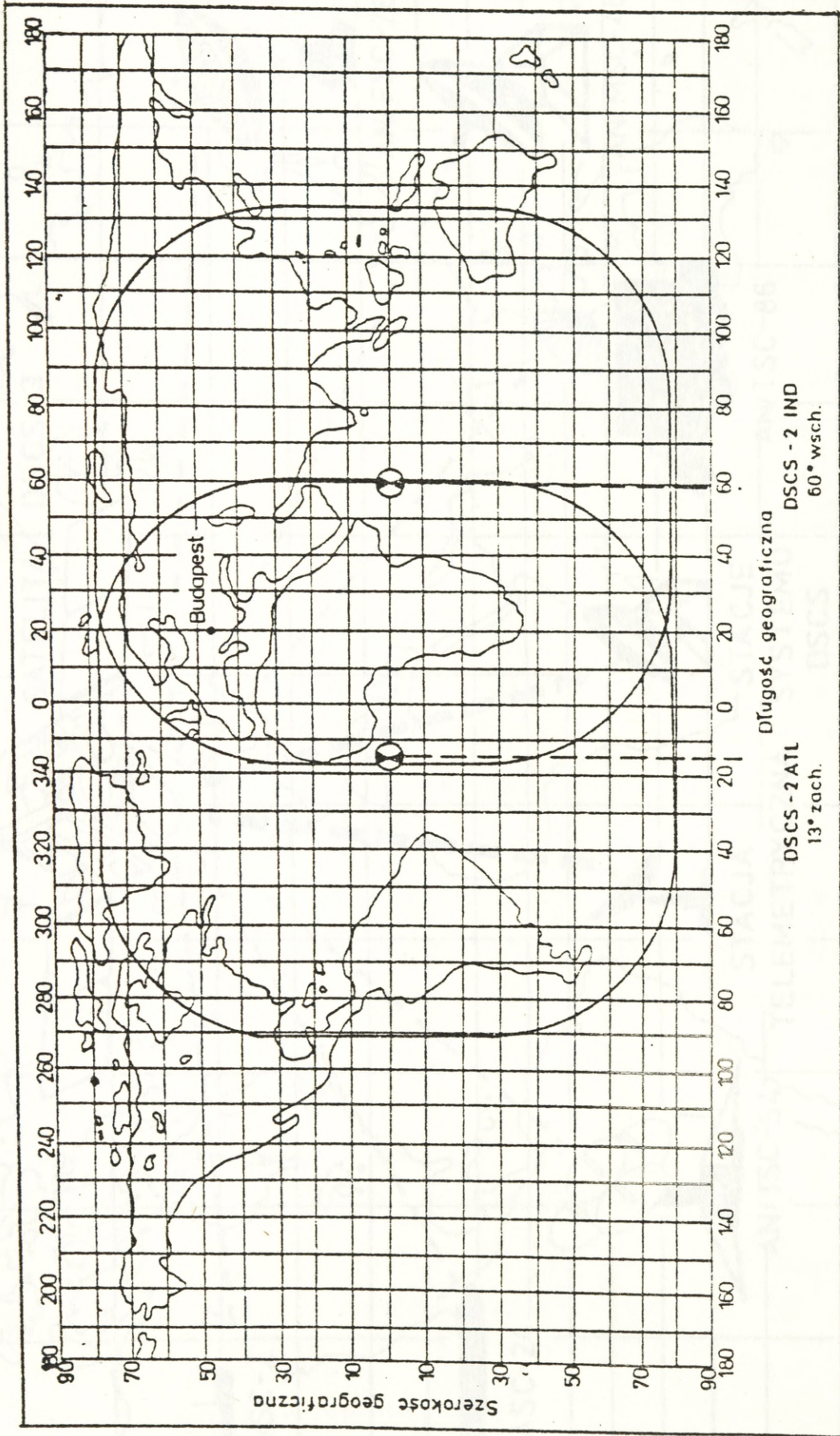
W trzecim etapie rozwoju systemu główny nacisk położono na zwiększenie jego niezawodności i możliwości przepustowych oraz wydłużenie czasu pracy zespołu kosmicznego.

Po 1979 r. system wyposażono w nowe satelity DSCS-3. Do łączności w pasmie centymetrowym /SHF/ wykorzystuje się dwa podstawowe zakresy częstotliwości: 7250-7750 MHz podczas nadawania oraz 7900-8400 - podczas odbioru, w pasmie decymetrowym /UHF/ - odpowiednio 225-265 i 300-400 MHz. Satelita jest przystosowany do pracy w doświadczalnym zakresie 20-40 GHz.

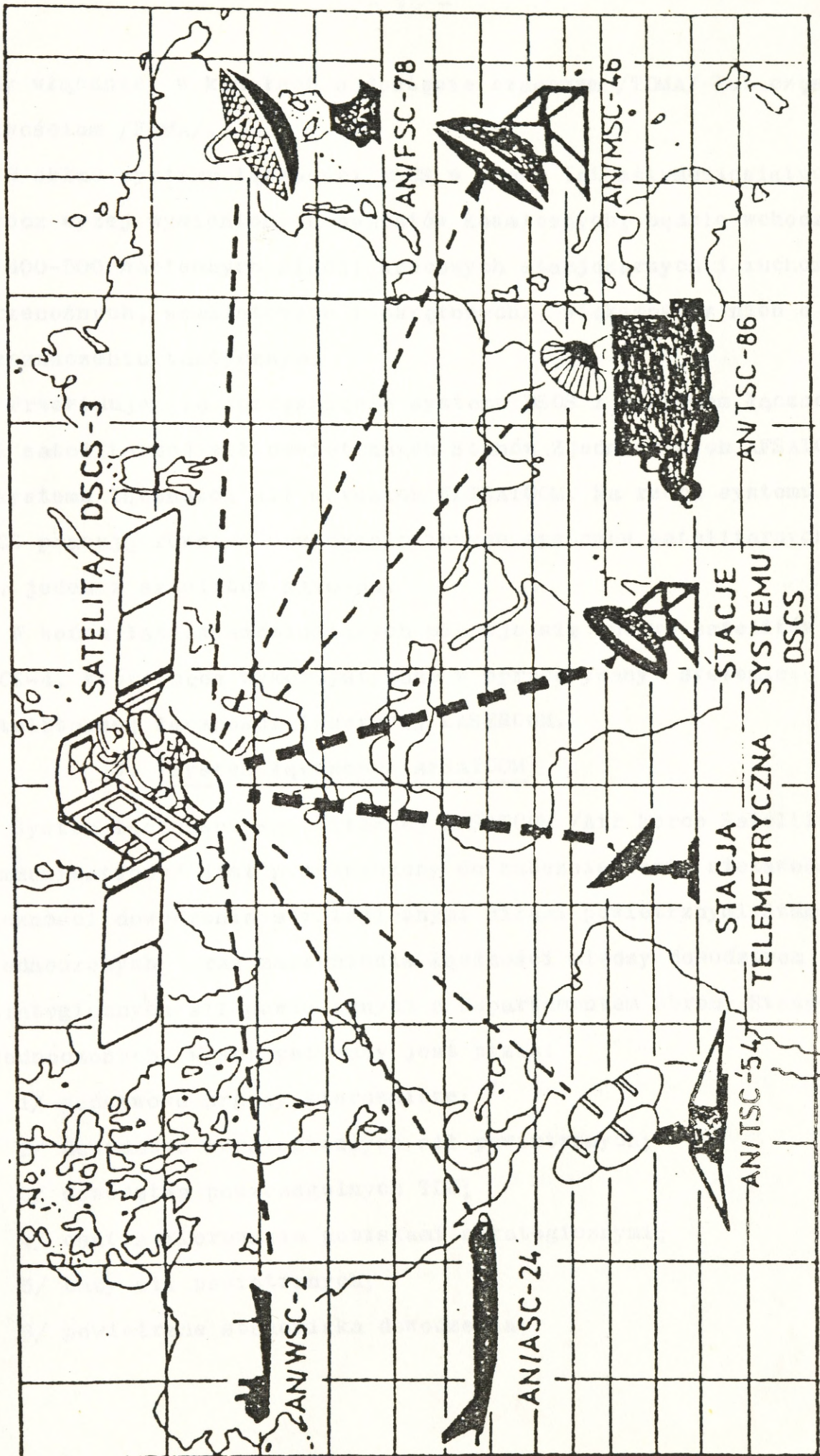
Z zaplanowanych 12 satelitów umieszczono już na synchronicznych orbitach równikowych o wysokości 23230 mil morskich, w rejonie środkowego Atlantyku, wschodniej części Oceanu Spokojnego 4 satelity, które zapewniają łączność dowództwu do szczebla bry-



Położenie satelitów DSCS-2



Położenie satelitów systemu DSCS-2 i obszar widzialności



Planowany sposób wykorzystania systemu DSCS

gady włącznie, w kanałach o dostępie czasowym /TDMA/ lub częstotliwościom /FDMA/.

W skład systemu łączności DSCS w końcu lat osiemdziesiątych, oprócz wyżej wymienionych aparatów kosmicznych, będzie wchodzić do 400-500 naziemnych stacji końcowych stacjonarnych i ruchomych /przenośnych, samolotowych i okrętowych/, większość z nich o przeznaczeniu taktycznym.

Przewiduje się sprzęgnięcie systemu DSCS z systemem łączności satelitarnej sił powietrznych Stanów Zjednoczonych AFSATCOM i systemu łączności sił morskich FLTSATCOM. Na rzecz systemu DSCS pracują również urządzenia innych systemów satelitarnych np. jeden z satelitów NATO-3A.

W końcu lat osiemdziesiątych planuje się budowę satelitów DSCS-4, które będą wykorzystywane w opracowywanym systemie satelitarnej łączności laserowej LASERCOM.

3. System łączności AFSATCOM

System łączności satelitarnej AFSATCOM /Air Force Satellite Communications/ jest przeznaczony do zabezpieczenia niezawodnej łączności dowodzenia strategicznymi siłami powietrznymi Stanów Zjednoczonych oraz zapewnienia łączności między dowództwem strategicznych sił powietrznych a departamentem obrony Stanów Zjednoczonych. Wykorzystywany jest przez:

- 1/ państwowe organy kierownicze;
- 2/ dowództwo strategicznych sił powietrznych;
- 3/ dowództwa poszczególnych TDW;
- 4/ centra kierowania pociskami strategicznymi;
- 5/ bazy sił powietrznych;
- 6/ powietrzne stanowiska dowodzenia;

7/ samoloty-retranslatory;

8/ samoloty sił powietrznych /B-52, B-1, FB-111, RC-135, KC-135/;

9/ składy amunicji specjalnej.

Systemu tego nie tworzą specjalne w tym celu skonstruowane i umieszczone w kosmosie satelity, lecz są wykorzystywane transpondery na innych satelitach. W praktyce są to transpondery trzech satelitów łączności satelitarnej sił morskich Stanów Zjednoczonych FLTSATCOM i sił powietrznych SDS, a także prawdopodobnie część transponderów innych wojskowych systemów łączności satelitarnej sił zbrojnych Stanów Zjednoczonych, w tym pary satelitów doświadczalnego systemu łączności satelitarnej EAST /satelity LES-8 i LES-9/.

Aktualnie system łączności satelitarnej AFSATCOM, pracując w zakresie częstotliwości 225-400 MHz, wykorzystując 12 wąskopasmowych i szerokopasmowych kanałów systemu FLTCATCOM zapewnia duplexową łączność telegraficzną.

Ponadto w skład systemu wchodzi lotnicze /pokładowe/ i naziemne stacje łączności satelitarnej. Docelowo w systemie będzie pracowało około 1000 stacji łączności satelitarnej różnych typów, które zapewnią łączność globalną do szczybla skrzydła lotnictwa sił powietrznych Stanów Zjednoczonych. A oto niektóre z nich:

1/ AN/ASC-19 - lotnicza, wykorzystywana do utrzymywania łączności w relacji: samolot-samolot i samolot-ziemia, montowana na samolotach typu B-52, B-1, FB-11, a produkowana w typach "1" i "1A";

2/ AN/ASC-20 - lotnicza, pokładowa, wykorzystywana na samolotach typu C-135 i C-5A;

3/ AN/ASC-21 - lotnicza, wykorzystywana w systemie łączności dowodzenia siłami powietrznymi; montowana na samolotach powietrznych stanowisk dowodzenia;

4/ AN/TSC-88 - naziemna, przewoźna, wykorzystywana w systemie łączności dowodzenia siłami powietrznymi; zamontowana na samochodzie 1,25 t;

5/ AN/TSC-91 - lotnicza, naziemna, przewoźna;

6/ AN/TSC-92 - lotnicza, naziemna, przewoźna /samochód 1,25 t/;

7/ AN/GSC-33 oraz AN/GSC-34 - naziemne, wykorzystywane do utrzymywania łączności z samolotami sił powietrznych Stanów Zjednoczonych.

4. System łączności FLTSATCOM

System łączności satelitarnej sił morskich Stanów Zjednoczonych FLTSATCOM /Fleet Satellite Communications/ zapewnia niezawodną jawną i utajnioną, telefoniczną i telegraficzną łączność na znaczne odległości zarówno dowództwom narodowym jak i dowództwom, oddziałom i pododdziałom sił morskich, sił powietrznych i sił lądowych Stanów Zjednoczonych.

W systemie możliwa jest realizacja łączności bez wykorzystania satelity /w zakresie bezpośredniej widoczności optycznej/ oraz z wykorzystaniem satelity /w przypadku, gdy nie ma bezpośredniej widoczności optycznej między korespondentami/.

Część systemu FLTSATCOM, umieszczona w kosmosie, składa się z 5 satelitów łączności, wyniesionych na orbity geostacjonarne, oddalone od równika o 22250 mil morskich z tym, że operacyjnie są wykorzystywane trzy satelity, a pozostałe dwa pełnią rolę satelitów rezerwowych.

Urządzenia nadawczo-odbiorcze satelitów FLTSATCOM pracują w 23 kanałach w zakresie fal decymetrowych 240-270 MHz w czasie nadawania i 290-320 MHz - w czasie odbioru oraz w zakresie fal centymetrowych 7250-7750 MHz - podczas nadawania i 7995-8400 MHz - podczas odbioru.

Podział i wykorzystanie kanałów satelity FLTSATCOM przedstawia się następująco:

1/ w zakresie decymetrowym:

a/ kanał nr 1 - dla relacji satelita-ziemia;

b/ kanały nr 2 do 10 - dla sił morskich Stanów Zjednoczonych;

c/ kanały nr 11 do 22 /wąskopasmowe/ - dla sił powietrznych Stanów Zjednoczonych;

d/ kanał nr 23 /szerokopasmowy/ - dla sił powietrznych Stanów Zjednoczonych;

2/ w zakresie centymetrowym:

a/ kanał powiadamiania ogólnego sił morskich Stanów Zjednoczonych;

b/ kanał dla relacji ziemia-satelita;

c/ kanał radiolatarni;

d/ kanał kierowania traktem radiowym retranslatora;

e/ kanały pomiarów trajektorii i telemetryczne oraz nadawania sygnałów sterujących satelitą.

Abonentami systemu są:

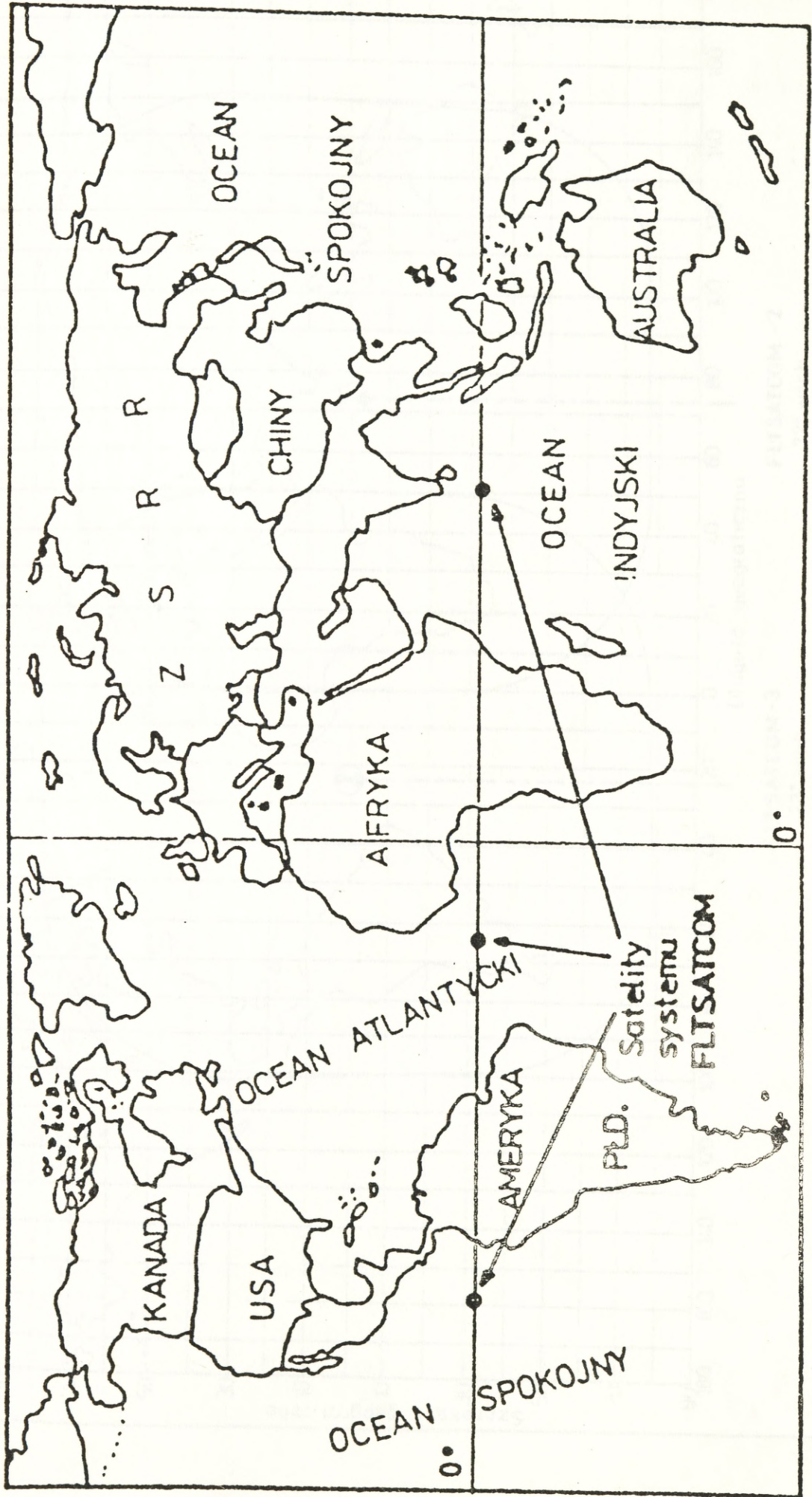
1/ Ministerstwo Obrony Stanów Zjednoczonych;

2/ siły morskie Stanów Zjednoczonych;

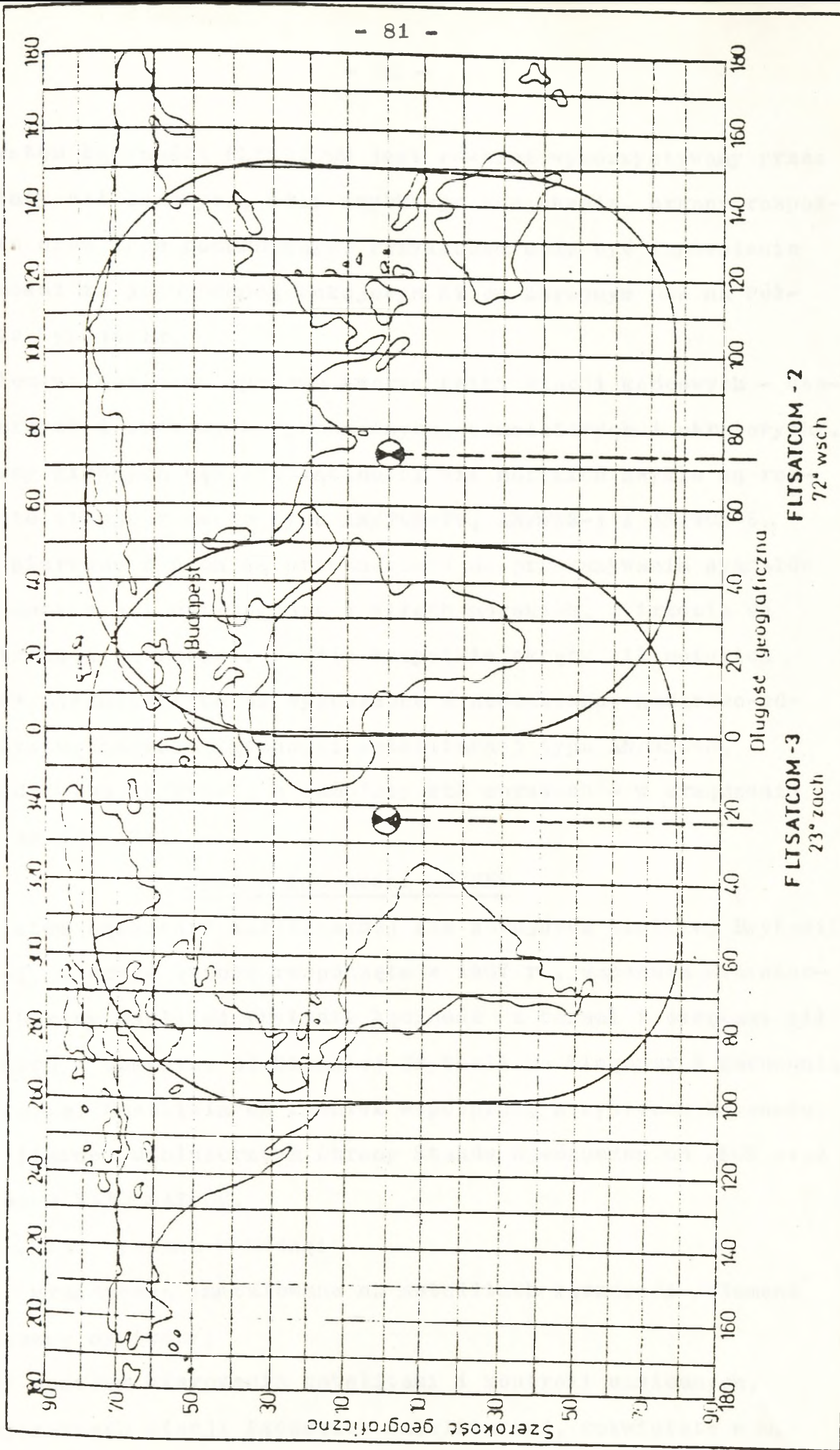
3/ siły powietrzne Stanów Zjednoczonych;

4/ powietrzne stanowiska dowodzenia;

5/ punkty pomiarowo-kontrolne.



Położenie satelitów systemu FLTSATCOM



Położenie satelitów systemu FLTSATCOM i obszar widoczności

System łączności FLTSATCOM jest również wykorzystywany przez oddziały sił lądowych, siły szybkiego reagowania, organy rozpoznawcze oraz inne pododdziały. Przykładem może być zapewnienie łączności za jego pomocą Pokojowym Siłom Zbrojnym ONZ na Półwyspie Synajskim.

Element naziemny systemu tworzą setki stacji końcowych - stacjonarnych i ruchomych /przenośnych, samolotowych i okrętowych/.

Przy głównych węzłach łączności sił morskich zwykle są rozwinięte stacje końcowe typu AN/FCS-79, AN/SRR-1 i AN/WCS-5. Dwie pierwsze z nich są przeznaczone do przekazywania sygnałów powiadamiania i ostrzegania w siłach morskich, a trzecia do dwustronnej łączności. Prawie wszystkie okręty sił morskich Stanów Zjednoczonych są wyposażone w nowoczesne, nadawczo-odbiorcze urządzenia łączności satelitarnej typu AN/WSC-3, AN/WSC-6 lub AN/WSC-7, a samoloty sił morskich - w urządzenia typu AN/ARC-178.

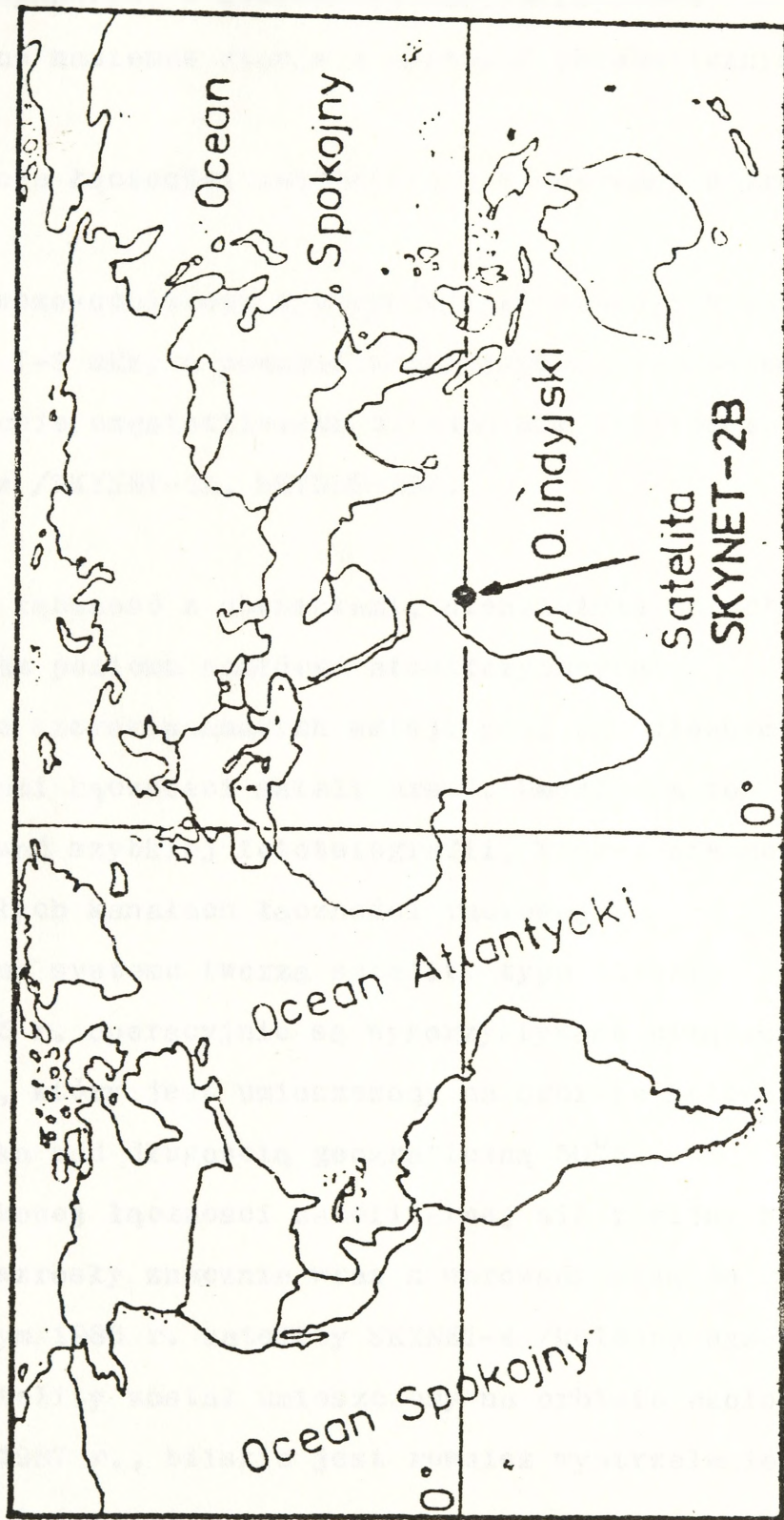
5. System łączności SKYNET

System łączności satelitarnej sił zbrojnych Wielkiej Brytanii SKYNET, którego budowę rozpoczęto w 1967 r., zapewnia Ministerstwu Obrony Wielkiej Brytanii łączność z bazami i okrętami sił morskich w obszarze od Wielkiej Brytanii po Singapur i Zachodnią Australię. Umożliwia on również współpracę z systemem łączności satelitarnej Ministerstwa Obrony Stanów Zjednoczonych DSCS oraz systemem NATO SATCOM.

W skład systemu wchodzi:

1/ urządzenia instalowane na satelitach łączności /element kosmiczny systemu/;

2/ centrum kierowania satelitami i kontroli naziemnych, stacjonarnych stacji łączności satelitarnej, rozwinięte w m. Oakhanger /Wielka Brytania/;



Położenie satelity SKYNET-2B systemu SKYNET

3/ główne, naziemne stacje łączności satelitarnej rozwinięte na Cyprze, w Singapurze, w Zachodniej Australii i RFN;

4/ retranslacyjne naziemne stacje z antenami parabolicznymi o średnicy 6,4 m;

5/ okrętowe stacje łączności satelitarnej z antenami o średnicy 1 lub 2 m.

Urządzenia nadawczo-odbiorcze systemu SKYNET pracują w zakresie częstotliwości 7-8 GHz, a podczas transmisji danych telemetrycznych - w zakresie częstotliwości 337-400 MHz /SKYNET-1, SKYNET-2/ lub 2 GHz /SKYNET-2A, SKYNET-2B/.

Zapewniają one:

1/ nieprzerwaną łączność z abonentami, niezależnie od odległości między nimi oraz poziomu zakłóceń atmosferycznych;

2/ przekazywanie szerokopasmowych emisji pomiędzy głównymi, stacjonarnymi węzłami łączności satelitarnej. Umożliwia to przekazywanie nadawań szybkiej fototelegrafii, której nie można przekazywać w zwykłych kanałach łączności radiowej.

Element kosmiczny systemu tworzą satelity typu SKYNET.

Od stycznia 1975 r. operacyjnie są wykorzystywane urządzenia satelity SKYNET-2B, który jest umieszczony na orbicie kołowej w płaszczyźnie równika nad długością geograficzną 50°E.

Możliwości wojskowej łączności satelitarnej sił zbrojnych Wielkiej Brytanii wzrosły znacznie wraz z wprowadzeniem do eksploatacji w lutym 1986 r. satelity SKYNET-4 /kolejny egzemplarz tego typu satelity został umieszczony na orbicie okołoziemskiej w lutym 1987 r., bliskie jest również wystrzelenie trzeciego satelity tej serii/.

Satelita SKYNET-4, którego okres eksploatacji jest przewidziany na 7 lat, zastąpił wyżej wspomniany SKYNET-2B. Ma on 300 razy

większą moc niż poprzednik /około 5000 W/ i jest dostosowany do potrzeb brytyjskich sił zbrojnych. Jego konstrukcja jest oparta na satelitach ECS /European Communications Satellite/ i umożliwia komunikowanie się ze stacjami łączności satelitarnej instalowanymi na okrętach lub na powierzchni ziemi /stacjonarne i ruchome/. Satelita jest odporny na zakłócenia oraz może działać bez scentralizowanego systemu kontrolnego.

SKYNET-4 ma dwa kanały UHF pokrywające całą kulę ziemską oraz cztery kanały SHF, które pokrywają większość dostępnych zakresów fal 7-8 GHz.

Kanały te mają szeroki zakres możliwości dostrojenia i są obsługiwane przez szereg anten nadawania kierunkowego, którego obszar może się zmieniać od Earthcover do 3° . Satelita jest także wyposażony w pojedyncze łącze EHF /EHF np. link/ wykorzystujące 45 GHz odbiornik, które pozwala na osiągnięcie niskiego prawdopodobieństwa przechwycenia transmisji /LPI/.

W systemie naziemnych stacji łączności satelitarnej SKYNET, w celu zapewnienia nieprzerwanej łączności z siłami w określonych, wydzielonych rejonach stosuje się stacje wyposażone w anteny paraboliczne o średnicy 14 m lub przewoźne - o średnicy 6,4 m i pojemności do 24 kanałów telefonicznych z możliwością zwielokrotnienia.

Główne, naziemne stacje łączności satelitarnej rozwinięto w rejonach, gdzie zbiegają się magistralne kable telefoniczne o dużej pojemności kanałów. Zastępują one ruchome radiostacje i radiolinie, które z zasady mają ograniczone pojemności kanałów radiowych.

Do głównych przedstawicieli naziemnych i pokładowych /morskich i lotniczych/ stacji łączności satelitarnej systemu SKY-

NET można zaliczyć stacje: TSC-502, VSC-501, "Marmoset", "Mansat", SCOT "Master".

Stacja typu VSC-501, instalowana na samolotach typu "Land - Rover" 0,75 t, wchodząca do wyposażenia wojsk od 1986 r., zapewnia utrzymanie łączności stacjonarnej pomiędzy dowództwami brytyjskich sił lądowych i powietrznych /do szczebla dywizji/ zarówno w ramach NATO, jak i w czasie działań na terytoriach zamorskich. Zastępuje ona jednocześnie wiele używanych dotychczas urządzeń radiowych średniej mocy. Aparatura stacji umożliwia zdalne sterowanie i zapewnia niezawodną łączność z delta modulacją, z szybkością telegrafowania 16 kbit/s, 2,4 kbit/s oraz 50 bit/s. Ma antenę o średnicy 1,7 m.

Stacja typu SHF "Master", pokładowa, montowana na samolotach rozpoznawczych sił morskich typu NIMROD zapewnia łączność samolotom rozpoznania morskiego działającym na dużych odległościach.

W ramach doskonalenia systemu łączności satelitarnej sił zbrojnych Wielkiej Brytanii SKYNET, dokonuje się modernizacji wykorzystywanych stacji łączności satelitarnej, przedłużając ich okres eksploatacji o dalsze 15 lat, a ponadto zakłada się również wprowadzenie do wyposażenia wojsk nowej stacji łączności satelitarnej za skaczącą częstotliwością w szerokim zakresie FMSS /Frequency Hopping Spread-Spectrum/.

Opracowany został już model stacji naziemnej tego systemu oznaczony symbolem FMSS-703.

6. System łączności SYRACUSE

Tworzenie systemu łączności satelitarnej sił Zbrojnych Francji SYRACUSE rozpoczęto w 1979 r., głównie na potrzeby sił morskich

oraz sztabu sił zbrojnych. System ten ulokowano jako jeden ze składowych elementów łączności systemu TELECOM-1, który obejmuje ponadto system łączności państwowej /PTT - poczta i telekomunikacja/ oraz system łączności prywatnej dzierżawionej przedsiębiorstwom.

System TELECOM-1 składa się z trzech sztucznych satelitów Ziemi umieszczonych na orbitach geostacjonarnych na wysokości 36.000 km. TELECOM-1A wystrzelony w sierpniu 1984 r. jest umieszczony na orbicie z odchyleniem 8° na zachód, TELECOM-1B umieszczono w maju 1985 r. na orbicie z odchyleniem 5° na zachód oraz trzeci został wystrzelony w 1986 r. na orbitę z odchyleniem 3° na zachód.

W aktualnej sytuacji system TELECOM-1 /a zatem i SYRACUSE/ pokrywa obszar pomiędzy Antylami, Przylądkiem Dobrej Nadziei, australijską miejscowością Port Moresby a kołem podbiegunowym na północy.

Każdy z satelitów ma dwa zestawy nadawczo-odbiorcze systemu SYRACUSE, pracujące w pasmie częstotliwości 7,25-8,4 GHz produkcji amerykańskiej /Ford Aerospace/ oraz cztery zestawy nadawczo-odbiorcze wykorzystywane w sieciach cywilnych.

Oficjalna inauguracja systemu SYRACUSE nastąpiła w dniu 19 marca 1986 r. pomimo, że system funkcjonuje sprawnie już od listopada 1985 roku.

Oprócz komponentu kosmicznego system SYRACUSE składa się z:

1/ trzech stałych stacji naziemnych w metropolii, zlokalizowanych w:

a/ zespole szkół morskich w Lanveoc-Poulmio k. Brestu /stacja obsługiwana przez kompanię łączności dalekosiężnej sił morskich/,

b/ stacji łączności sztabu sił zbrojnych w Favieres k. Paryża
- stację obsługuje wydzielony oddział 41 pułku łączności,

c/ stacji łączności "France-Sud /około 5 km na południe od
Carcassone - obsługuje wydzielony pododdział sił morskich/;

2/ czterech mobilnych stacji naziemnych pracujących w systemie
OMIT /Organization Mondiale Interarmees de Transmission/,
zlokalizowanych w Dakarze, Dżibuti, Fort-de France i na wyspie
La Reunion;

3/ pięciu mobilnych stacji naziemnych typu "T" /kontener na
samochodzie ciężarowym i antena o średnicy 3 m/ przydzielonych
do węzłów łączności związków operacyjno-taktycznych sił lądowych
/SD 1AP, SD FAR i SD trzech korpusów/;

4/ trzech lekkich stacji mobilnych typu "TL" z anteną o
średnicy 130 cm, montowanych w kontenerze na lekkim samochodzie
ciężarowym - w dyspozycji sztabu sił zbrojnych, obsługa
z 28 pułku łączności FAR;

5/ około dziesięciu okrętowych stacji sił morskich.

W perspektywie przewiduje się modernizację systemu /począwszy
od 1990 r./, która obejmie między innymi zwiększenie zakresu
częstotliwości, co pozwoli na włączenie do sieci korespondentów
okrętów podwodnych /głównie OPARB/, samolotów i baz lotnictwa
morskiego oraz powietrznych stanowisk dowodzenia systemu
"Astarte".

ROZDZIAŁ IV

OGÓLNE ZASADY I SPOSOBY PRZECIWDZIAŁANIA WOJSKOWYM SYSTEMOM ŁĄCZNOŚCI SATELITARNEJ /KOSMICZNEJ/ PRZECIWNIKA

1. Ogólne zagadnienia dotyczące przeciwdziałania kosmicznym systemom łączności przeciwnika

Przeciwdziałanie wojskowym systemom łączności satelitarnej jest elementem walki radioelektronicznej organizowanej i prowadzonej przez sztaby ZO i ZT podczas działań bojowych.

Może być ono realizowane na dwóch różnych płaszczyznach:

1/ obezwładniania radioelektronicznego polegającego na dezorganizowaniu pracy systemów łączności satelitarnej i środków radioelektronicznych /stacji naziemnych oraz retranslatorów zainstalowanych na pokładach satelitów/ stosowanych w dowodzeniu wojskami. Dokonuje się go przez celowe zakłócanie aktywne i pasywne, dywersję radiową oraz oddziaływanie na warunki propagacji fal elektromagnetycznych;

2/ porażenia ogniowego punktów dowodzenia i obiektów radioelektronicznych polegającego na ich fizycznym niszczeniu przez wojska dysponujące kosmicznymi środkami rażenia, wojska raketowe i artylerię, lotnictwo oraz inne rodzaje wojsk i elementy ugrupowania /grupy specjalne, desanty, operacyjne grupy manewrowe, oddziały wydzielone, grupy rozpoznawczo-uderzeniowe itp./.

W obu wypadkach wymagana jest znajomość współrzędnych rozmieszczenia stacji naziemnych oraz parametrów orbity, po których poruszają się satelity telekomunikacyjne.

Aby obezwładnianie radioelektroniczne było skuteczne, należy dodatkowo dysponować danymi dotyczącymi:

- 1/ parametrów urządzeń nadawczo-odbiorczych stacji naziemnych wykorzystywanych przez nieprzyjaciela;
- 2/ parametrów urządzeń nadawczo-odbiorczych retranslatorów zainstalowanych na pokładach satelitów telekomunikacyjnych;
- 3/ charakterystyk promieniowania anten nadawczych i odbiorczych stacji naziemnych oraz retranslatorów;
- 4/ zakresów częstotliwości nadajników i odbiorników stacji oraz retranslatorów;
- 5/ rodzajów modulacji i zwielokrotnienia w wykorzystywanych systemach łączności satelitarnej nieprzyjaciela;
- 6/ metod wielokrotnego dostępu do satelity.

Dane dotyczące pracy systemów łączności satelitarnej uzyskiwane są zarówno w okresie specjalnym jak i pokojowym, drogą:

- 1/ rozpoznania agenturalnego /agenturalnego wywiadu operacyjnego/;
- 2/ działań specjalnych;
- 3/ rozpoznania radioelektronicznego;
- 4/ rozpoznania powietrznego;
- 5/ rozpoznania kosmicznego.

Wyszczególnione wyżej parametry w większości wypadków znane są obecnie. Najtrudniejszym problemem do rozwiązania będzie w miarę szybkie ustalenie współrzędnych i rozmieszczenie mobilnych stacji łączności satelitarnej, instalowanych na samochodach, samolotach i okrętach. Jako źródło promieniowania elektromagnetycznego, stacje te są trudno wykrywalne ponieważ posiadają anteny o bardzo dużej kierunkowości, naprowadzane na satelity telekomunikacyjne automatycznie. Przy takim sposobie pracy, tylko bezpośrednio znalezienie się w wiązce charakterystyki promieniowania anteny pozwoli na rozpoznanie źródła promienio-

wania elektromagnetycznego. Jest to szczególnie trudne /a często niemożliwe/ w przypadku satelitów telekomunikacyjnych wyposażonych w anteny o strefowych i punktowych charakterystykach promieniowania.

Rozpoznanie tego typu stacji może być realizowane głównie przez środki do rozpoznania obrazowego. Najbardziej charakterystyczne dla rozpoznania stacji łączności satelitarnej są anteny paraboliczne o średnicy od 0,5 do 6 metrów. Istotną cechą pozwalającą na określenie rejonów rozwinięcia stacji jest to, iż są one z reguły rozwijane w pobliżu węzłów łączności.

Najskuteczniejszym sposobem rozpoznania systemów łączności satelitarnej jest rozpoznanie satelitarne, umożliwiające:

- 1/ prowadzenie rozpoznania stacji i satelitów za pomocą różnych technik, stosownie do celu i warunków rozpoznania;
- 2/ obserwację całej kuli ziemskiej;
- 3/ wielokrotną obserwację tych samych obiektów z określoną częstotliwością, a nawet w sposób ciągły;
- 4/ gromadzenie informacji rozpoznawczej i przekazywanie jej okresowo z dużą szybkością lub w czasie prawie rzeczywistym;
- 5/ wysoką wiarygodność informacji rozpoznawczej;
- 6/ prowadzenie rozpoznania skrytego.

Celem obezwładnienia radioelektronicznego i porażenia ogniowego systemów łączności nieprzyjaciela jest stworzenie warunków do efektywnego i skutecznego użycia własnych wojsk, wykonanie przez nie zadań oraz osiągnięcie celów operacji i działań bojowych. Cel ten możliwy jest do osiągnięcia poprzez dezorganizację dowodzenia wojskami i kierowanie środkami walki nieprzyja-

ciela. Są one nieodłączną częścią składową procesu przygotowania i prowadzenia działań bojowych.

Obezwładnianie radioelektroniczne i porażenie ogniowe systemów łączności nieprzyjaciela organizuje sztab oraz szefowie rodzajów wojsk i służb. Podstawą organizacji jest decyzja dowódcy, wytyczne szefa sztabu oraz zarządzenie w tym zakresie przełożonego.

Głównym organizatorem powyższych zamierzeń jest szef sztabu, zaś bezpośrednim wykonawcą - szef walki radioelektronicznej przy ścisłym współdziałaniu z szefami rodzajów wojsk.

Obezwładnianie radioelektroniczne i porażenie ogniowe środków powinno być organizowane z zaskoczenia, terminowo, tj. zgodnie z zamiarem i sytuacją powstałą w toku operacji i działań bojowych, przy kompleksowym użyciu sił i środków rażenia i obezwładniania radioelektronicznego.

Obezwładnianie radioelektroniczne może być realizowane w stosunku do odbiorników naziemnych stacji łączności satelitarnej, odbiorników retranslatprów zainstalowanych na pokładach satelitów jak i odbiorników stacji naziemnych poprzez retranslator. Może być ono prowadzone przez specjalnie przygotowane do tego celu naziemne nadajniki zakłócające, stacje łączności satelitarnej oraz nadajniki zakłócające zainstalowane na pokładach satelitów.

Środki wykorzystywane do obezwładniania radioelektronicznego systemu łączności satelitarnej nieprzyjaciela, powinny spełniać następujące kryteria:

1/ posiadać zakres częstotliwości zgodny z zakresem częstotliwości urządzeń odbiorczych stacji naziemnych i retranslatorów;

- 2/ dysponować mocą wystarczającą do zakłócenia sygnału użytecznego w punkcie odbioru;
- 3/ posiadać możliwości zmian rodzajów pracy /rodzajów emisji/ umożliwiających uzyskanie dużego efektu zakłóceń;
- 4/ posiadać urządzenia umożliwiające kontrolę pracy zakłócających stacji.

2. Podstawowe aspekty techniczne przeciwdziałania wojskowym systemom łączności satelitarnej państw NATO

Przeciwdziałanie skierowane przeciw WSŁS może być realizowane poprzez zadanie bezpośrednich strat materialnych i drogą obezwładniania radioelektronicznego, dezorganizującego pracę poszczególnych elementów systemu.

W porównaniu z klasycznymi systemami łączności w systemach łączności satelitarnej poszczególne elementy systemów są rozmieszczone w ogromnej przestrzeni, której granice mogą sięgać odległości 100 ... 200 tysięcy kilometrów. Warunki dyslokacji tych elementów i ich funkcjonowanie są krańcowo różne: elementy członu naziemnego SŁS znajdują się na powierzchni Ziemi lub atmosferze, natomiast telekomunikacyjne SSZ - w przestrzeni kosmicznej. Rzutuje to w sposób zasadniczy na możliwości przeciwdziałania i z tego względu niezbędnym jest wyodrębnienie: przeciwdziałania skierowanego przeciw satelitom telekomunikacyjnym i przeciwdziałania - członowi naziemnemu.

Z operacyjnego punktu widzenia jako zadanie pierwszoplanowe należy uznać przeciwdziałanie członowi kosmicznemu SŁS - ze względu na:

- 1/ główną rolę satelitów w funkcjonowaniu systemu;
- 2/ mniejszą liczbę satelitów w porównaniu z liczebnością elementów członu naziemnego;

3/ łatwiejszą do ustalenia dyslokację satelitów.

Eliminacja fizyczna lub obezwładnienie radioelektroniczne satelitów telekomunikacyjnych pociąga za sobą, zależnie od skali przedsięwzięć, przerwanie pracy systemu lub dezorganizację funkcjonowania /zmniejszenie przepustowości, zniekształcenie informacji, przerwy w łączności/.

Przywrócenie stanu pierwotnego wymaga uruchomienia satelitów rezerwowych, które mogą znajdować się /w ograniczonej ilości/ na orbicie lub gotowe do wystrzelenia na Ziemi. W grę wchodzi również udostępnienie kanałów satelitów pracujących w innych systemach.

Na obecnym etapie rozwoju techniki kosmicznej nie jest możliwa naprawa satelity na orbicie geostacjonarnej.

Przeciwdziałanie elementom członu naziemnego jest łatwiejsze do realizacji /szczególnie drogą porażenia ogniowego/ i mniej kosztowne, niemniej jednak poniesione straty nie powodują tak rozległych skutków, jak w przypadku satelitów, i są łatwiejsze do usunięcia.

2.1. Przeciwdziałanie satelitom telekomunikacyjnym

Satelity telekomunikacyjne /zależnie od znaczenia systemu, w którym funkcjonują/ mają konstrukcję zawierającą pewne rozwiązania techniczne zabezpieczające, w pewnym stopniu, przed konwencjonalnymi środkami zwalczania /ostrzałem, taranowaniem, oślepieniem, korozją itp./. Zalicza się do tych rozwiązań:

1/ osłony odporne na działanie termiczne promieniowania laserowego;

2/ osłony zabezpieczające przed promieniowaniem emitowanym w czasie wybuchów jądrowych;

3/ elementy półprzewodnikowe i podzespoły odporne na promieniowanie przenikliwe;

4/ okablowanie światłowodowe;

5/ zastępowanie baterii słonecznych ogniwami paliwowymi i radioizotopowymi źródłami energii elektrycznej.

W dostępnej literaturze zachodniej powszechnie eksponuje się fakty zabezpieczenia najnowszych generacji wojskowych satelitów telekomunikacyjnych przed skutkami wybuchów jądrowych, promieniowaniem, zakłóceniami elektromagnetycznymi itp. Nie ma natomiast konkretnych informacji pozwalających określić skuteczność tych zabezpieczeń, szczególnie w warunkach przestrzeni kosmicznej, by na tej podstawie móc szacunkowo określić wymagania na środki zwalczania satelitów.

Środkami zwalczania satelitów mogą być: konwencjonalne środki ogniowe, broń jądrowa i promieniowa. Skuteczność tych środków w przestrzeni kosmicznej jest z reguły większa niż w warunkach atmosferycznych, ze względu na brak siły ciężenia i hamującego wpływu atmosfery. Szczególnie podatne na uszkodzenia są baterie słoneczne /rozkładane; mniej podane - umieszczone na powierzchni korpusu satelity/ oraz anteny paraboliczne. Stąd m.in. wynika tendencja upowszechniania anten soczewkowych, poza tym w zakresie fal milimetrowych staje się możliwym stosowanie anten reflektorowych o małej średnicy.

W eksploatacji satelity istotną rolę odgrywają czujniki systemu orientacji i położenia, zawierające elementy optyczne i detektory podczerwieni. Uszkodzenie tych czujników lub zakłócenie ich pracy /oślepienie, zdezorientowanie fałszywymi sygnałami/ może spowodować destabilizację orientacji i położenia satelity /a tym samym orientacji jego anten/ co pociąga za sobą całkowite lub częściowe wyeliminowanie satelity z pośredniczenia

w przesyłaniu sygnałów. Na rozkaz centralnej lub kontrolnej SN system orientacji i położenia może próbować przywrócić stan wyjściowy, jednak w tej sytuacji trudne są do uniknięcia przerwy w łączności. Poza tym zużywane jest paliwo silniczków korekcyjnych, której ilość w zasadniczym stopniu determinuje czas eksploatacji satelity. Biorąc pod uwagę wrażliwość ww. czujników należy liczyć się ze stosowaniem rozwiązań technicznych, zabezpieczających przed uszkodzeniem lub zakłóceniem ich pracy, polegających np. na:

1/ przesłonięciu ich z chwilą uzyskania przez satelitę prawidłowego położenia i orientacji oraz korygowaniu odchylen przy pomocy systemu autonomicznego;

2/ stosowaniu elementów odchylających niszczącą wiązką laserową;

3/ zdalnym korygowaniu przez SN na podstawie parametrów sygnałów odbieranych z satelity.

Bazowanie na systemie autonomicznym zmniejsza elastyczność wykorzystania satelity /brak możliwości bieżącej zmiany obszarów obsługiwanych/, stąd bardziej prawdopodobne jest stosowanie zdalnego korygowania przy wykorzystaniu kanałów utajnionych i dobrze zabezpieczonych przed przekłamaniami rozkazów. Rozkazy te zazwyczaj stanowią krótką zakodowaną kombinację impulsów, trudną do wykrycia, deszyfracji, zaś kanał jest zabezpieczony przed odbiorem sygnałów fałszywych.

Najbardziej skutecznym środkiem zwalczania satelitów jest broń jądrowa i promieniowa - laserowa i cząsteczkowa.

Środki jądrowe mogą oddziaływać poprzez emisję promieniowania przenikliwego, impuls elektromagnetyczny /EMP - Electromagnetic Pulse/ oraz promieniowanie cieplne. Impulsy EMP powodują

uszkodzenie baterii słonecznych oraz elementów elektronicznych /szczególnie półprzewodnikowych/ w odległości cztero- a nawet ośmiokrotnie większej od pozostałych czynników rażących.

Na podstawie badań amerykańskich stwierdzono, że eksplozja ładunku jądrowego o mocy 1,5-2 MW powoduje zniszczenie satelity w odległości do 5 km i uszkodzenie w odległości do 25 km.

Rzeczony rozwój techniki wskazuje na coraz to większą rolę broni promieniowej:

1/ laserowej /z ang. Laser Beam Weapons - LBW/;

2/ cząsteczkowej /z ang. Particle Beam Weapons - PBW/.

Lasery uzyskujące energię impulsu do 30 kJ i średnią moc do 20 kW generują wiązki promieni przenikające nawet grube płyty pancerne. W USA przeprowadzono próby z laserem CO₂ o mocy max. rzędu 400 kW, który zainstalowany na samolocie może zwalczać czołgi i samoloty, a także międzykontynentalne rakiety balistyczne. Marynarka Wojenna USA 18.9 i 2.11.87 r. przeprowadziła na poligonie White Sands dwie udane próby zniszczenia rakiet za pomocą promienia laserowego.

W celu użycia broni laserowej w przestrzeni kosmicznej potrzebne są jednak urządzenia o przynajmniej 10-krotnie większej mocy. Wymogom tym może sprostać tzw. laser wolnych elektr^onów FEL /Free Electron Laser/ przekazany do eksploatacji doświadczalnej w USA w 1975 r. Ponieważ efekty termiczno-mechaniczne prowadzące do zniszczenia materii oświetlonej wiązką laserową rosną wraz ze zmniejszaniem się **długości** fali, intensywne badania prowadzi się nad laserami emitującymi promienie ultrafioletowe i Roentgena /X/.

Praktyczne próby z użyciem sprawdzonego już satelity z laserem na pokładzie rozpoczęto w USA w 1985 r. Przyjmuje się, że

pod koniec obecnej dekady USA będą w stanie wysłać w przestrzeń kosmiczną broń laserową o znaczeniu strategicznym.

Trudnym problemem w technicznej realizacji niszczenia telekomunikacyjnego SSZ za pomocą naziemnych laserów jest nie tylko wytworzenie wiązki o energii zdolnej do zniszczenia lub uszkodzenia satelity w odległości do 100000 km, ale również dokładne naprowadzenie tej wiązki na cel, którego wymiary kątowe /dla obserwatora na Ziemi/ są rzędu tysięcznych części sekundy. Wykrycie satelity geostacjonarnego nie jest możliwe za pomocą naziemnych środków optycznych lub radiolokacyjnych, stąd pozostaje jedynie możliwość wykrycia metodami pasywnymi na podstawie emitowanych przez satelitę sygnałów /co w zasadzie jest uwarunkowane koniecznością znajdowania się na obszarze obsługiwanym satelity/. Te sygnały mogą posłużyć do wstępnego ukierunkowania wiązki laserowej. Problem znacznie komplikuje się w zastosowaniu tej broni do satelitów poruszających się po wydłużonej orbicie eliptycznej lub wysokiej kołowej.

Broń promieniowa cząsteczkowa bazuje na wykorzystaniu zjawiska dużej zdolności przenikania materii przez uderzające w nią poruszające się ze znaczną prędkością cząsteczki. atomowe lub subatomowe. Cząsteczki przenoszą swą energię metodą elastycznych uderzeń w jądra i elektrony materii celu. Część tej energii zamienia się w ciepło, które przy odpowiedniej gęstości cząsteczek, może prowadzić do stopienia lub perforacji powłoki celu. Wzajemne oddziaływanie cząsteczek i materii prowadzi do powstania promieniowania X, indukujących prądy wirowe, zdolne do zniszczenia lub przynajmniej zakłócenia pracy wyposażenia elektronicznego. Do perforacji powłoki obiektu może wystarczyć około 2 kJ/cm^2 .

W przeciwieństwie do broni laserowej broń promieniowa cząsteczkowa cechuje się wyższą efektywnością, a ponadto prawdopodobnie mniej skomplikowane byłyby problemy związane ze śledzeniem satelitów. Według obecnego stanu wiedzy, w razie użycia w przestrzeni kosmicznej broni promieniowej cząsteczkowej wykorzystującej cząsteczki obojętne NPW /Neutral Particle Weapon/ możliwości obrony przed nią byłyby bardzo ograniczone. Natomiast przeciwko broni laserowej mogą być stosowane środki ochrony specjalnej na zewnętrznej powierzchni satelity /np. specjalne lustro lub powierźnie lustrzane/, redukujące do minimum skutki jej działania. Rozwój bazy technicznej związanej z konstrukcją broni promieniowej cząsteczkowej jest jednak o wiele lat opóźniony w porównaniu z bazą rozwojową broni laserowej.

Do najnowszych generacji, która może być wykorzystana do obezwładniania satelitów należy zaliczyć broń mikrofalową bazującą na różnorodnych generatorach dużej mocy. Generatory te pracują w zakresie częstotliwości sięgającym 100 GHz i emitujące impulsy o mocy od kilkudziesięciu megawatów do 20 GW. Tak potężne impulsy są w stanie zniszczyć elementy i podzespoły elektroniczne urządzeń pokładowych.

Obezwładnianie radioelektroniczne łączności satelitarnej może być realizowane drogą zakłócania łączy SN-SSZ jak i SSZ-SN. W typowym scenariuszu zakłada się, że zakłócający powinien posiadać a priori pełną informację o systemie zakłócanym i w związku z tym możliwy jest dobór najlepszej z dysponowanych strategii dla obezwładniania łączności, przy posiadaniu wystarczającego potencjału energetycznego do realizacji założonego celu, przy czym wielkość potencjału energetycznego odnosi się do wejścia zakłócanego urządzenia odbiorczego i wiąże się ściśle

z rodzajem modulacji, zwielokrotnienia i wielokrotnego dostępu w zakłócanym łączy. Poziom sygnału na wejściu transpondera satelitarnego jest zależny od mocy promieniowanej przez nadajnik zakłóceń, strat energii sygnału na trasie propagacji oraz zysku energetycznego anteny odbiorczej. Straty energii sygnału, zależnie od częstotliwości sygnału propagującego, mogą sięgać stu kilkudziesięciu do ponad dwustu decybeli i to determinuje w znacznym stopniu wybór dyslokacji nadajnika zakłóceń /NZ/: na pokładzie satelity /satelitarny NZ/, czy na powierzchni Ziemi /naziemny NZ/.

Najskuteczniejsze zakłócanie urządzeń radioelektronicznych satelity może być dokonane za pomocą satelitarnych NZ znajdujących się w bezpośredniej bliskości satelity, ponieważ w takim przypadku łatwiejsze jest rozpoznanie satelity zakłócanego, a przede wszystkim zakłócanie jest korzystne pod względem energetycznym, przy czym odnosi się to zarówno do toru sygnałowego jak i kanałów telemetrii i sterowania /a w zasadzie - szczególnie do tych kanałów/. W przypadku zakłócania satelitów geostacjonarnych jest możliwe wstępne wprowadzenie satelity z SNZ na zawczasu zaplanowaną pozycję na orbicie, a następnie korygowanie jego położenia i orientacji stosownie do zaistniałego zapotrzebowania. Nadajnik ten może być trudny do wykrycia, a tym samym - zniszczenia.

Na gorszą efektywność obezwładniania radioelektronicznego satelitów telekomunikacyjnych za pomocą naziemnych nadajników zakłócających /NNZ/ ^{ma wpływ} ww. konieczność dysponowania znacznym potencjałem energetycznym, wymagania co do której niewspółmiernie rosną w przypadku stosowania w łączy zakłócanym:

1/ sygnałów o rozproszonym widmie i dostępu wielokrotnego SSMA, CDMA;

2/ anten wielowiązkowych ze sterowanym położeniem i poziomem minimów charakterystyki kierunkowości /MBA/, lub anten o wąskich charakterystykach kierunkowości;

3/ satelitów krążących na wysokich orbitach eliptycznych i kołowych lub quasigeostacjonarnych.

Przykładem rosnących wymagań energetycznych są przeprowadzone w USA próby zakłócania eksperymentalnego łącza: SN-SSZ-samolot, wykorzystującego sygnały o rozproszonym widmie w zakresie EHF. Stwierdzono nieskuteczność zakłóceń generowanych przez nadajnik o mocy 1 kW wyposażony w antenę o średnicy 3 m, przy mocy nadajnika SN - 0,5 W i średnicy jego anteny 1,8 m. Środki obezwładniania, które potrzebne byłyby do zakłócenia łącza systemu MILSTAR winny dysponować w zakresie SHF mocą 400 kW i anteną o średnicy 13,7 m.

2.2. Przeciwdziałanie stacjom naziemnym WSLS

W porównaniu z naziemnymi stacjami łączności radioliniowej SN WSLS są znacznie trudniejsze do rozpoznania metodami radiowymi, a tym samym - obezwładniania radioelektronicznego ze względu na:

1/ wykorzystywanie anten o wąskich charakterystykach kierunkowości, skierowanych pod kątami elewacji większymi niż 5° ;

2/ wykorzystywanie sygnałów o rozproszonym widmie;

3/ możliwości skrytej dyslokacji i maskowania.

Stąd rozpoznanie wizualne i radioelektroniczne SN może być prowadzone jedynie środkami lotniczymi, przy czym łatwiejsze jest rozpoznanie SN szczebla wyższego ze względu na wykorzystywanie przez nie anten o dużej średnicy /SN stałe - średnica rzędu

kilkunastu metrów, SN węzłowe - rzędu kilku metrów, abonenckie - do 2,4 m/ i większych wozów aparaturowych.

W najbliższej perspektywie, w związku z szerszym wprowadzaniem zakresu EHF /WSIS MILSTAR/ wzrosną trudności w tym zakresie, ponieważ nastąpi znaczna miniaturyzacja anten i aparatury SN.

Obezwładnianie radioelektroniczne byłoby najbardziej efektywne przy wykorzystaniu SNZ, gdyż w ten sposób uzyskuje się duży obszar pokrycia zakłóceniami i oddziaływanie na zakłócanie SN w zasadzie w obrębie głównego listka charakterystyki kierunkowości. W tym przypadku wymagana byłaby jednak znacznie większa moc promieniowania SNZ niż w zastosowaniu do zakłócenia satelity. Nieporównywalnie mniejszą efektywność mogą zapewnić NZ podwieszane na balonach, natomiast większe możliwości daje zastosowanie NZ jednorazowego użytku zrzucanych w pobliżu SN.

Wyżej wymienione względy przemawiają za stosowaniem do obezwładniania SN konwencjonalnych i jądrowych środków zwalczania, na które szczególnie są wrażliwe systemy antenowe.

WNIOSKI

Dotychczasowy stan wiedzy dotyczącej wojskowych systemów łączności satelitarnej wskazuje na ich dynamiczny rozwój, zarówno jakościowy jak i ilościowy.

Z danych zachodnich wynika, że około 80% łączy eksploatowanych przez siły zbrojne NATO wykorzystuje obecnie satelity telekomunikacyjne. Rozwój jakościowy ma na celu wzrost: niezawodności, żywotności, odporności na przeciwdziałanie i elastyczności w realizacji połączeń.

Przedstawione w niniejszym opracowaniu zagadnienia stanowią ogólny zarys problematyki przeciwdziałania wojskowym SiS państw NATO. Dostępne źródła naukowo-techniczne dotyczące SiS nie zawierają konkretnych danych o przedsięwzięciach i rozwiązaniach technicznych, stosowanych w wyżej wymienionych systemach w celu ich uodpornienia na przeciwdziałanie /poza eksponowaniem faktu stosowania/, a szczególnie danych o skuteczności tych przedsięwzięć. Stąd wynika pilna konieczność określenia /oszacowania/ tej skuteczności na podstawie szczegółowej specjalistycznej analizy w oparciu o posiadane informacje w tej dziedzinie. W ramach analizy można dokonać niezbędnych badań teoretyczno-doświadczalnych /fizycznych lub modelowych/ i na tej podstawie sformułować konkretne zadanie oraz wytyczyć kierunki dalszych prac /określić priorytety/, mających na celu uzyskanie bazy organizacyjno-technicznej do prowadzenia efektywnego przeciwdziałania.

Działania w tym kierunku nie mogą mieć charakteru działań doraźnych. Poza tym zakres zadań wykracza poza możliwości krajo-

we w tej dziedzinie, stąd konieczność zintensyfikowania współpracy w ramach UW i określenia zadań spoczywających na naszych siłach zbrojnych.

Na obecnym etapie niezbędne jest prowadzenie szeroko zakrojonych badań studyjnych dotyczących /w szczególności/: systemów antenowych, rodzajów modulacji i ich wrażliwości na przeciwdziałanie, tendencji rozwojowych SŁS.

WYKAZ LITERATURY

- 52/0326
1. "Systemy radiokomunikacji satelitarnej" - praca zbiorowa pod kier. L.Knocha, WKŁ, Warszawa 1980
 2. Fortuszenko A.D.: "Osnowy techniczeskogo projektirowanija apparatury sistem swjazi s pomoszczju "ISZ". Izd. "Swjaż", Moskwa 1972
 3. "Jane's Military Communication 1987 "
 4. "Outer Space - A new dimension of the armsrace" Ed. by B.Jasani, SIPRI 1981
 5. J.J. Spilker "Digital Communication by Satellite", Prentice-Hall, Ing. Englewood Cliffs, New Jersey 1977
 6. "Fourth International Conference on Digital Satellite Communications" Montreal 1978
 7. "Sprawocznik po sputnikowej swjazi i wieszczaniju" - pod red. Ł.J. Kantora. Izd. "Radio i swjaż", Moskwa 1983
 8. L.I. Nowik, W.D. Morozow, W.I. Sołowjew "Sputnikowaja swjaż na morie" Izd. "Sudostrojenije" Leningdar 1987
 9. "Kosmonawtika. Enciklopedia". Izd. "Sowietskaja Enciklopedia", Moskwa 1985
 10. Czasopisma:
"Wojskowy Przegląd Techniczny"
"Wojskowy Przegląd Zagraniczny"
"Zarubieżnoje Wojennoje Obozrenije"
"Flight International"
"Aviation Week and Space Technology"
"Signal"
 11. Zasady organizacji i prowadzenia walki radioelektronicznej przez siły zbrojne PRL - Szt.Gen. 1208/85
 12. Przeciwdziałanie wojsk lądowych, wojsk lotniczych i wojsk obrony powietrznej kraju środkom kosmicznym przeciwnika - ASG 1985

Wydrukowano w 1 egz
dla ASG

Wykonał: Zespół oficerów
Druk: JN /19149/
Nr Pf 882

