Grey Scale #13
DANES PICTA .COM

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

Do użytku służbowego
TAJNE
Egz. Nr 1

38

Płk dypl. Edmund PIĄTKOWSKI

PROBLEMY RADIOLOKACYJNEGO ZABEZPIECZENIA AKTYWNYCH ŚRODKÓW OPK NA KIERUNKU NADMORSKIM W SKOMPLIKOWANYCH WARUNKACH SYTUACJI POWIETRZNEJ

Rozprawa doktorska

BIBLIOTEKA GŁÓWNA – ARCHIWUM
Akademii Sztabu Generalnego

12268

WARSZAWA LUTY 1983

Colour Chart #13
Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black
Inches Centimetres
DANES PICTA .COM

AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

~~Do użytku~~
~~służbowego~~
TAJNE
Egz. Nr 1

38

V/1174
+ 1 cz.

Płk dypl. Edmund PIĄTKOWSKI

PROBLEMY RADIOLOKACYJNEGO ZABEZPIECZENIA AKTYWNYCH ŚRODKÓW OPK NA KIERUNKU NADMORSKIM W SKOMPLIKOWANYCH WARUNKACH SYTUACJI POWIETRZNEJ

Rozprawa doktorska

...ECZNA GŁÓWNA – ARCHIWUM
Nr ewid.
...demii ...

12268

WARSZAWA LUTY 1983

A K A D E M I A S Z T A B U G E N E R A L N E G O WP

Do użytku służbowego
TAJNE
Egz.Nr... 1

Druki Prod 779/21.08.95

BIBLIOTEKA NAUKOWA AON WP
Nr ewid. 1474
(III)
Dział Zbiorów Specjalnych

płk dypl. Edmund PIĄTKOWSKI

PROBLEMY RADIOLOKACYJNEGO ZABEZPIECZENIA AKTYWNYCH ŚRODKÓW OPK NA KIERUNKU NADMORSKIM W SKOMPLIKOWANYCH WARUNKACH SYTUACJI POWIETRZNEJ

Rozprawa doktorska

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 12268
Akademii Obrony Narodowej

Opracowana pod kierownictwem naukowym
płk doc.dr hab. Tadeusza KRZEMIENIA

W A R S Z A W A L U T Y 1 9 8 3 r o k

SPIS TREŚCI

Strona

WSTĘP 4

1. WSPÓŁCZESNE I PERSPEKTYWICZNE TENDENCJE UŻYCIA ŚRODKÓW NAPADU POWIETRZNO-KOSMICZNEGO 6

1.1. Środki kosmiczne zabezpieczające działania poszczególnych rodzajów sił zbrojnych 9

1.2. Środki strategicznej ofensywnej broni kosmicznej typu uderzeniowego 16

1.3. Środki strategicznej ofensywnej broni kosmicznej typu obrony przeciwkosmicznej 18

1.4. Tendencje użycia lotnictwa uderzeniowego 20

1.5. Wnioski 85

2. RADIOLOKACYJNE ZABEZPIECZENIE DZIAŁAŃ BOJOWYCH AKTYWNYCH ŚRODKÓW OPK NA KIERUNKU NADMORSKIM W SKOMPLIKOWANYCH WARUNKACH SYTUACJI POWIETRZNEJ 88

2.1. Fizycznogeograficzna charakterystyka kierunku nadmorskiego dla potrzeb OPK 88

2.2. Właściwości prowadzenia działań bojowych z nieprzyjacielem powietrznym przez aktywne środki OPK na kierunku nadmorskim 114

2.3. Wskaźniki efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych aktywnych środków OPK ze szczególnym uwzględnieniem właściwości działań na kierunku nadmorskim 184

2.4. Wnioski 319

3. ZAKOŃCZENIE 332

4. BIBLIOGRAFIA 334

ZAŁĄCZNIKI: ..... wkiejki po str. 336

Nr 1. Wykaz mezoregionów i makroregionów nadmorskiego kierunku OPK

Nr 2. Wykaz dogodnych kierunków pokonywania OPK na kierunku nadmorskim

Nr 3. Wskaźniki możliwości bojowych i kryteriów efektywności systemu radiolokacyjnego OPK

Strona

Nr 4. Schemat przestępnej struktury systemu radiolokacyjnego dostosowany do kierunku nadmorskiego

Nr 5. Schemat uzupełniającej struktury systemu radiolokacyjnego dostosowany do kierunku nadmorskiego

Nr 6. Schemat logiczno-analitycznej oceny efektywnośći OPK w wyznaczonym rejonie działań bojowych

Nr 7. Schemat logiczno-analitycznej oceny efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań aktywnych środków OPK w wyznaczonym rejonie działań bojowych

W S T Ę P

Potencjał sił powietrznych państw zachodnich i ich dynamiczny rozwój wywołuje potrzebę systematycznego doskonalenia obrony powietrznej kraju. W ramach ogólnego systemu obrony państwa, obrona powietrzna zajmuje miejsce szczególne. Jej szczególność polega na tym, że jako pierwsza przeciwstawi się zaskakującym i druzgocącym uderzeniom z powietrza. Ponadto jako pierwsza zasygnalizuje rozpoczęcie powietrznych działań militarnych, które najprawdopodobniej poprzedzą działania na lądzie i morzu. Moment ten rozpocznie najpoważniejszy i decydujący epizod strategiczno - operacyjny początkowego okresu wojny. Ranga ważności polega na tym, że odpowiedni stopień efektywności bojowej OPK zdecyduje już w pierwszym momencie o zerwaniu zamierzonego celu ewentualnych pierwszych operacji powietrznych, prowadzonych przez agresywny blok NATO.

Względy operacyjne sugerują, że terytorium PRL w początkowym okresie wojny będzie dla NATO dogodnym obszarem izolacji rejonu działań bojowych. Stąd obezwładnienie rozmieszczonego na nim potencjału militarno-ekonomicznego sprzyjać będzie prowadzeniu operacji lądowych. Z tych względów ciąży na OPK PRL szczególna odpowiedzialność za osłonę przestrzeni powietrznej rozciągającej się wzdłuż wybrzeża Bałtyku. Kierunek nadmorski zapewnia bowiem lotnictwu uderzeniowemu i innym SNP nieprzyjaciela najdogodniejsze warunki wykonania zaskakujących zmasowanych nalotów.

Podstawowym warunkiem przeciwdziałającym zaskoczeniu z powietrza jest sprawnie działający podsystem radiolokacyjny obrony powietrznej kraju. Zawarte w nim możliwości bojowe powinny zawsze w pełni odpowiadać aktualnym i przyszłym wymaganiom skomplikowanych sytuacji powietrznych i być dostosowane do konkretnie rozpatrywanego rejonu działań bojowych w skali korpusu OPK. Natomiast dysponowane wskaźniki efektywności bojowej winny być systematycznie dostosowywane do

koncepcji prowadzenia działań bojowych, zgodnie z postawionymi zadaniami bojowymi, jednocześnie zapewniając maksymalną efektywność bojową lotnictwu myśliwskiemu i wojskom rakietowym.

Wymienione względy zdeterminowały, że pracę niniejszą opracowano w postaci studium operacyjno-taktycznego z dziedziny zabezpieczenia radiolokacyjnego działań środków aktywnych OPK na kierunku nadmorskim. Stąd uwagę szczególną zwrócono na metody analizy rzeczy i zjawisk wynikających z rozwiązywanych problemów praktycznych, w ramach całokształtu doskonalenia obrony powietrznej kraju ze szczególnym uwzględnieniem kierunku nadmorskiego. Dlatego też założony cel podyktował następujący układ poszczególnych rozdziałów:

- rozdział pierwszy ujmuje sugestie współczesnych i perspektywicznych tendencji użycia środków napadu powietrzno-kosmicznego. Jego treścią jest analiza możliwości sił i środków oraz sposobów ich bojowego użycia i wykorzystania obecnie i w najbliższych latach;
- rozdział drugi ujmuje istotę i treść zabezpieczenia radiolokacyjnego działań środków aktywnych na kierunku nadmorskim z uwzględnieniem właściwości terenowych. Ponadto zawiera wskaźniki możliwości bojowych i efektywności, pozwalające na dokonywanie oceny przydatności elementów i podsystemów systemu radiolokacyjnego w świetle zmian uzbrojenia ewentualnego nieprzyjaciela, jak również własnego lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych OPK.

Praca niniejsza jest wynikiem wieloletnich dociekań w zakresie ustalenia możliwie najefektywniejszych metod prognozowania rozwoju zabezpieczenia radiolokacyjnego działań w skali operacyjno-taktycznej.

1. WSPÓŁCZESNE I PERSPEKTYWICZNE TENDENCJE UŻYCIA ŚRODKÓW NAPADU POWIETRZNO-KOSMICZNEGO.

Doświadczenia wojen lokalnych prowadzonych w Korei, na Półwyspie Indochińskim i Bliskim Wschodzie niezbicie dowodzą, że intensywność działania lotnictwa uderzeniowego na obiekty i rejony terytorium kraju niewspółmiernie wzrosła w stosunku do okresu drugiej wojny światowej.

Cechą charakterystyczną wszystkich wojen lokalnych po drugiej wojnie światowej było to, że każda z nich nie miała powtarzających się cech rozpoczęcia działań wojennych. Zawsze jednak rolę zasadniczą w początkowym okresie wojny oraz w okresach następnych spełniał czynnik zaskoczenia.x/

Właśnie w wojnach lokalnych czynnik zaskoczenia szczególnie akcentowany był w rozwiniętych na szeroką skalę działaniach powietrznych lotnictwa uderzeniowego strony napadającej.

Strona napadająca przy pomocy lotnictwa uderzeniowego dążyła od samego początku do przechwycenia inicjatywy strategicznej w swoje ręce poprzez wykonanie niszczycielskich uderzeń skierowanych na zasadnicze zgrupowania wojsk, ważniejsze obiekty i rejony rozmieszczone na terytorium strony przeciwnej.

Celem niszczycielskich uderzeń strony napadającej było natychmiastowe i zdecydowane osłabienie potencjału militarnego strony przeciwnej oraz wywołanie chaosu w zakresie kierowania państwem i jego siłami zbrojnymi.

---

x/ Zaskoczenie - nieoczekiwane i nagłe działanie jednej ze stron, wskutek którego strona druga zostaje pozbawiona na pewien czas lub w ogóle możliwości skutecznego przeciwdziałania. Zaskoczenie uzyskuje się w wyniku: wykonania uderzeń w czasie, miejscu oraz siłami i środkami, o których jedna ze stron wcześniej nie wiedziała; zastosowania nowych form i sposobów działań lub nieznanych nowych środków walki /MSW t.3 str.609/.

Wojny lokalne charakteryzują się ograniczonym wykorzystaniem terytorium i przestrzeni powietrznej oraz ograniczonym użyciem sił i środków. Na tej podstawie można stwierdzić, że przewidywane operacje powietrzno-kosmiczne[x/] w konflikcie zbrojnym o szerszym zasięgu oraz większym rozmachu będą prowadzone w tych samych celach, jednak bardziej zdecydowanie i na większą skalę.

Użyte określenie "operacje powietrzno-kosmiczne" nie jest przypadkowe. Według obowiązujących poglądów w Stanach Zjednoczonych, każda ewentualna wojna po 1975 r. będzie prowadzona w przestrzeni powietrznej i kosmicznej. Dlatego też współcześnie przestrzeń powietrzno-kosmiczną rozpatruje się jako jednolitą strefę działań samolotów zwykłych, pilotowanych aparatów kosmicznych wielokrotnego użycia, sztucznych satelitów ziemi i innych obiektów.

Początkowo przez pojęcie "przestrzeń powietrzno-kosmiczna" uważano tę część atmosfery ziemskiej i przylegającej do niej przestrzeni kosmicznej, której wysokość od ziemi równała się dziesięciu średnicom kuli ziemskiej, tj. 127000 km. Jednak w ostatnich latach w związku z pomyślnym wykonaniem lotów kosmicznych oraz rozwojem środków opanowania kosmosu uważa się, że realna możliwość wykorzystania przestrzeni powietrzno-kosmicznej sięga znacznie większych wysokości.

---

x/ Operacja powietrzno-kosmiczna, całokształt działań bojowych zaplanowanych według jednolitego zamiaru w celu osiągnięcia określonych zadań strategicznych, prowadzonych przez jeden lub kilka związków operacyjno-strategicznych sił powietrznych /lotnictwa strategicznego, rakiet balistycznych dalekiego zasięgu i środków kosmicznych/ we współdziałaniu z lotnictwem taktycznym i morskim, a także z okrętami podwodnymi wyposażonymi w rakiety balistyczne woda - ziemia /MEW t.2 str. 525/.

Na przykład w Stanach Zjednoczonych dla celów militarnych przestrzeń kosmiczną podzielono na trzy umowne strefy, a mianowicie na:

- przestrzeń kosmiczną okołoziemską;
- kosmos bliższy;
- kosmos dalszy.

Strefę okołoziemską przestrzeni kosmicznej ustalono wokół Ziemi w przedziale wysokości od 60-160 km. W strefie tej nie mogą odbywać loty samoloty zwykłe a tylko specjalne aparaty latające, które dla manewrowania lotem wykorzystują kierowanie aerodynamiczne.

Za kosmos bliższy uważa się strefę leżącą względem Z_1emi na wysokości od 160-500 km. Jej górna granica zapewnia bezpieczeństwo lotów człowieka przy stosunkowo prostej osłonie biologicznej. Na wysokościach tych można zastosować pilotowane aparaty latające z prędkością lotu 8-9 km/sek. Zasięg lotu tych aparatów może dochodzić do kilkunastu milionów kilometrów a długotrwałość lotu do kilku miesięcy.

Za kosmos dalszy uważa się strefę leżącą względem Ziemi od 500 km do wysokości odpowiadającej podwójnej odległości między Ziemią a księżycem, tj. 800000 - 900000 km.

W najbliższej przyszłości dla celów militarnych zamierza się opanować księżyc oraz kosmos do wysokości kosmosu bliższego, w którym zamierza się wykorzystać:

- orbitalne aparaty latające typu sztucznych satelitów ziemi /bezpilotowe/;
- orbitalne stacje kosmiczne w postaci dużych satelitów Ziemi z załogami na pokładzie, przewidziane dla lotów długotrwałych;
- aparaty suborbitalne oraz takie,które tylko czasowo wchodzą na orbitę, a w pozostałym czasie odbywają lot w atmosferze lub w górnych jej,słojach /rakietoplany, samoloty powietrzno-kosmiczne/;
- aparaty przeznaczone do obłotu księżyca i dolotu na jego powierzchnię.

Wnikliwa analiza istniejących oraz opracowywanych militarnych systemów kosmicznych Stanów Zjednoczonych sugeruje trzy zasadnicze kierunki wykorzystania broni kosmicznej[x/], a mianowicie:

- kierunek pierwszy - dotyczy wykorzystania systemu satelitów Ziemi takich jak: rozpoznawcze, meteorologiczne, geodezyjne, radionawigacyjne i łączności przeznaczone dla zabezpieczenia działań bojowych wszystkich rodzajów sił zbrojnych;
- kierunek drugi - dotyczy wykorzystania strategicznej, ofensywnej broni kosmicznej typu bombardującego klasy "kosmos-ziemia" do niszczenia celów na terytorium strony przeciwnej oraz w kosmosie;
- kierunek trzeci - dotyczy wykorzystania systemów kosmicznych typu myśliwskiego klasy "kosmos-kosmos" lub "ziemia-kosmos", wykonujących zadania z dziedziny obrony przeciwkosmicznej i przeciwrakietowej.

1.1. Środki kosmiczne zabezpieczające działania poszczególnych rodzajów sił zbrojnych.

W ramach zabezpieczenia działań poszczególnych rodzajów sił zbrojnych przez system satelitów Ziemi szczególnego znaczenia według poglądów amerykańskich nabiera już obecnie wykonywane rozpoznanie kosmiczne. Pozwala ono w skali globalnej określić zmiany dyslokacyjne sił powietrznych i morskich oraz wykryć zmiany zachodzące na obiektach strategicznych i określić ich współrzędne, a także prowadzić rozpoznanie systemów radiotechnicznych. Uważa się, że otrzymywana informacja rozpoznawcza o charakterze militarnym i ekonomicznym, która dotychczasowymi środkami rozpoznania była nie osiągalna jest stymulatorem wzrostu broni strategicznej

---

x/ Broń kosmiczna, środki bojowe zawczasu rozmieszczone w kosmosie lub na innych ciałach niebieskich, przewidziane do wykonania uderzeń na obiekty naziemne lub kosmiczne oraz zabezpieczające działania bojowe poszczególnych rodzajów sił zbrojnych w dane rozpoznawcze, meteorologiczne lub zapewniające łączność itp.

i taktycznej Stanów Zjednoczonych. Dlatego też od 1969 r. połowa środków finansowych przeznaczona na program kosmiczny wydatkowana jest na satelity rozpoznawcze.

Zgodnie z amerykańskim programem kosmicznym do 1975 r. zamierzano rozmieścić w kosmosie 1000 aparatów różnego przeznaczenia, z tego 600 dla celów rozpoznawczych.

Kosmiczne satelity rozpoznawcze przeznaczone dla wykrywania obiektów przeciwnika rozmieszczonych na powierzchni ziemi, morza i w kosmosie mogą obserwować całą kulę ziemską. Jeden satelita rozpoznawczy przy locie na wysokości 400 km może zapewnić jednoczesną obserwację 100 mln km^2, tj. do 19% powierzchni ziemskiej. Natomiast przy locie na wysokości 1600 km może śledzić do 30% powierzchni kuli ziemskiej.

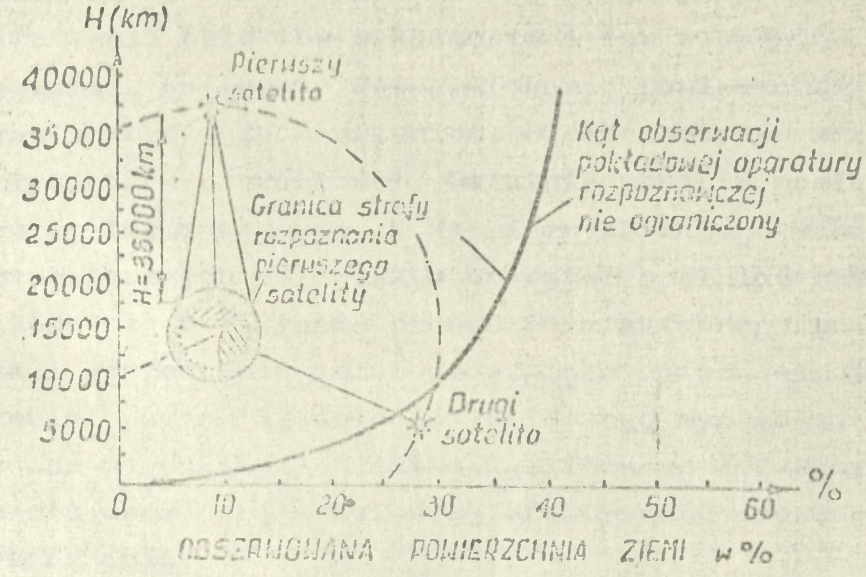
Obecnie według danych prasy amerykańskiej największe zainteresowanie przedstawiają dwie klasy satelitów rozpoznawczych, a mianowicie:

- klasa pierwsza - satelity, których aktywny okres funkcjonowania wynosi 8-15 dób. Wyprowadzany jest na eliptyczną orbitę okołoziemską, której perigeum wynosi 130 km względem północnej sfery kuli ziemskiej, o kącie nachylenia płaszczyzny orbity 100°. Właściwością zasługującą na uwagę jest to, że lot satelity może być korektowany za pomocą włączonego silnika, znajdującego się w ostatnim stopniu rakiety "AGENA II";
- klasa druga - satelity, których aktywny okres funkcjonowania wynosi 18-20 dób i więcej. Do nich należą satelity "SAMOS" i "FERRET". Satelita "FERRET" pozwala przechwytywać, namierzać i zapisywać sygnały stacji radiolokacyjnych, systemów telemetrycznych i środków łączności. Przechwycone sygnały zapisywane są na taśmy magnetofonowe i przekazywane na punkty naziemne.

Pod koniec lat siedemdziesiątych dla celów

rozpoznawczych przewiduje się wykorzystać stacjonarne satelity rozpoznawcze, umieszczone na orbitach o wysokości 36000 km, których prędkość lotu będzie synchronizowana z szybkością obrotów kuli ziemskiej.

Rozmiary stref rozpoznania satelitów rozpoznawczych przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Rozmiary stref obserwacji stacjonarnych satelitów rozpoznawczych.

Uważa się, że wykorzystanie satelitów rozpoznawczych tego typu pozwoli szybko zwiększyć efektywność rozpoznania kosmicznego. System ten przewiduje jednoczesne wykorzystanie trzech satelitów rozmieszczonych względem siebie pod kątem 120°. Każdy z satelitów będzie prowadził rozpoznanie ogromnej strefy sięgającej do 43% całej powierzchni kuli ziemskiej.

W przyszłościowym systemie rozpoznania kosmicznego przewiduje się również wykorzystanie pilotowanych, latających aparatów kosmicznych. Dotychczasowe doświadczenia kosmiczne wskazują na pomyślne prognozy dotyczące rozpoznania wizualnego. Stwierdzono na przykład, że na skutek braku przyciągania ziemskiego wzrok kosmonautów pogarsza się o 6%. Ale można jednak obserwować okręty na morzu, pozycje startowe rakiet balistycznych na poligonach rakietowych. Obserwowano start i lot rakiety "MINUTEMAN" z odległości około

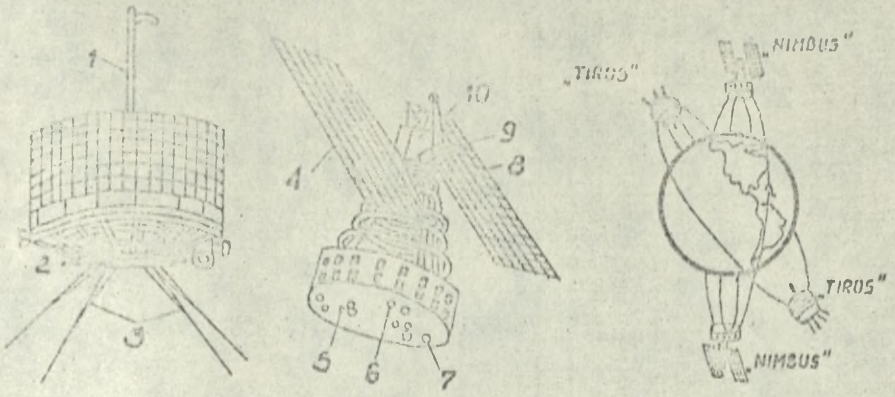
20 km. Widoczne są również pasy startowe dużych lotnisk. Przy locie na wysokości 180 km czas obserwacji obiektów naziemnych jest mniejszy od 12 sek.

Dlatego też szereg zadań wykonywanych podczas prób statku kosmicznego typu "GEMINI", zleconych przez Min. Obrony Stanów Zjednoczonych, dotyczyło wizualnego określenia obiektów w kosmosie i ich elementów oraz kształtu. Następnie fotografowania powierzchni ziemi oraz pokrycia zachmurzeniem. Badano ostrość wzroku i wpływ stanu nieważkości. Ostatnie zadanie posiada szczególne znaczenie. W kosmicznych załogowych statkach rozpoznawczych człowiek - operator spełniać będzie rolę zasadniczą w zakresie prowadzenia aktywnego poszukiwania i rozpoznania celów ze względu na właściwości kojarzenia, pamięć i zdolność logicznego myślenia. Zainstalowane na pokładzie statku kosmicznego dodatkowo urządzenia usprawnią i zwiększą efektywność prowadzenia rozpoznania.

Drugi z kolei system - satelitów meteorologicznych zapewnia ciągłe otrzymywanie informacji o sytuacji meteorologicznej z każdego rejonu kuli ziemskiej. Otrzymywana informacja dotyczy zachmurzenia, temperatury i opadów, a także zdolności odbijania się promieni słonecznych od powierzchni poszczególnych rejonów kuli ziemskiej.

Znanymi dotychczas typami satelitów meteorologicznych są "TIROS" i "NIMBUS" - rys. 2.

Pierwszy określa głównie zachmurzenie nad powierzchnią ziemi. Posiadają również możliwość dokonywać pomiaru promieniowania radioaktywnego pochodzącego od słońca. Drugi natomiast ustala charakter rozmieszczenia opadów na powierzchni ziemi i zachmurzenie. Na jego pokładzie znajduje się meteorologiczna stacja radiolokacyjna określająca opady w atmosferze. Zdjęcia o zachmurzeniu otrzymywano od satelity "NIMBUS" wykorzystywano były przez lotnictwo uderzeniowe w działaniach w Wietnamie.



a/ TIROS b/ NIMBUS c/ Położenie orbit względem ziemi satelitów TIROS i NIMBUS

Rys. 2. Satelity "TIROS" i "NIMBUS".

1 - antena dla odbioru komend z ziemi, 2,5 - kamery telewizyjne, 3 - anteny nadajników, 4 - płaty z elementami słonecznymi, 6 - kamera elektrostatyczna, 7 - aparatura na podczerwień, 8 - balon z gazem stężonym, 9 - czujnik horyzontu na podczerwień, 10 - system orientacji.

Trzeci z kolei system - satelitów geodezyjnych służy do uzyskania wymaganej celności rakiet balistycznych na atakowane cele naziemne przeciwnika. Wykorzystanie satelitów geodezyjnych podyktowane jest koniecznością zmniejszenia błędu wynikającego z istniejącego dowiązania sieci geodezyjnych do kilkudziesięciu metrów. Operacje dowiązania istniejących sieci geodezyjnych /kontynentalnych i miejscowych/ potrzebne są do ustalenia dokładnej odległości między celem, a punktem odpalenia rakiety, co jest konieczne do ścisłego obliczenia toru lotu rakiety balistycznej.

Znanym i stosowanym obecnie satelitą geodezyjnym jest "SECOR", umiejscowiony na orbicie na wysokości 4600 km. Podaje się, że zapewnia on dowiązanie dwóch punktów kuli ziemskiej z dokładnością dochodzącą do kilku metrów.

Czwarty z kolei system - satelitów radionawigacyjnych został wprowadzony przez Stany Zjednoczone w wyniku rakietyzacji uzbrojenia sił powietrznych

i morskich, głównie w rakiety balistyczne dalekiego zasięgu, wymagające w czasie ich odpalania dokładnego określenia miejsc usytuowania wyrzutni.

System satelitów radionawigacyjnych rozwiązuje problemy związane z określeniem współrzędnych usytuowania okrętów nadwodnych i podwodnych oraz samolotów w każdym punkcie kuli ziemskiej, z dokładnością zapewniającą użycie broni rakietowej.

Wykorzystywany obecnie system satelitów radionawigacyjnych "TRANZYT" jest kompleksowym systemem , obejmującym cztery sztuczne satelity Ziemi, których orbity mają postać zbliżoną do okręgów.

Rys. 3. Radionawigacyjny system "TRANZIT".

1,2,3 - sztuczne satelity ziemi, 4 - stacje śledzenia /przyjmują i opracowują sygnały wypromieniowane przez satelity/, 5 - centrum obliczeniowe /określa i prognozuje parametry satelitów/, 6 - stacja wprowadzania danych /przekazuje obliczany parametr orbit na satelity/, 7 - stacja czasu jednolitego, 8 - informacja przekazywana z satelity, na okręt podwodny, 9 - odbiornik okrętu podwodnego, 10 - przetwarzacz danych, 11 - EMC określająca szerokość obiektu, 12 - szerokość i długość obiektu w systemie "TRANZIT".

Średnica orbit wynosi nad powierzchnią ziemi około 900 km, co zapewnia funkcjonowanie przez pięć lat a promień strefy widzialności około 300 km. Orbity dwóch satelitów mają nachylenie względem równika 67^{o}, a dwóch pozostałych 22^{o}. Uważa się, że rozmieszczenie w ten sposób satelitów na orbitach umo

z uwzględnieniem ich zasięgów widoczności zapewnia określone miejsca usytuowania w każdym punkcie Ziemi nie mniej jak co 90 min.

Na każdym z satelitów radionawigacyjnych zainstalowana jest radiowa aparatura nadawczo-odbiorcza oraz EMC. W skład systemu wchodzą również naziemne i okrętowe /samolotowe/ urządzenia i EMC przeznaczone do określenia miejsca nosicieli rakiet według parametru lotu satelity radionawigacyjnego.

System "TRANZIT" zapewnia dokładność usytuowania okrętu podwodnego z dokładnością od 150-200 m.

Piąty z kolei system - satelitów łączności został wprowadzony dla utworzenia globalnego systemu łączności obsługującego wszystkie rodzaje sił zbrojnych. W systemie tym przewidziane jest wykorzystanie dwóch rodzajów satelitów: pasywnych i aktywnych.

Satelity pasywne retransłują sygnały radiowe poprzez odbicie bezpośrednie. Wykonane są w postaci powłok wypełnionych gazem o średnicy 30 m, z błony o grubości 6 mikronów. Na zewnętrzną stronę powłoki nanosi się molekularny słój aluminium. Zastosowanie ich przewidziane jest dla utworzenia systemu dalekiej łączności w zakresie częstotliwości 1000-2000 MHz. Jeden satelita umieszczony na orbicie o wysokości 5000 km zapewni łączność na powierzchni ziemi w promieniu 6500 km.

Satelity aktywne mają aparaturę retranslacyjną przeznaczoną dla odbioru, wzmocnienia i retransiacji sygnałów radiotelegraficznych, radiotelefonicznych i telewizyjnych.

Dla utworzenia globalnego systemu łączności wystarczą trzy-cztery satelity wraz z naziemnymi, nadawczo-odbiorczymi stacjami.

1.2. Środki strategicznej, ofensywnej broni kosmicznej typu uderzeniowego.

Następnym kierunkiem wykorzystania ofensywnej broni strategicznej jest utworzenie satelitarnego systemu bombardującego z wykorzystaniem broni jądrowej. Koncepcji jest wiele. Rozważa się możliwość umieszczania satelitów na orbitach okołoziemskich o wadze 3 ton i więcej z ładunkami jądrowymi. Orbity wybiera się z takim wyliczeniem, aby przy każdym okrążeniu satelita w ciągu kilku minut znajdował się w wygodnym położeniu do uderzenia na cel naziemny.

Na przeszkodzie realizacji stoi jednak podpisana przez Stany Zjednoczone umowa o nie umieszczaniu na orbitach wokół Ziemi obiektów z bronią masowego rażenia oraz umowa o pokojowym wykorzystaniu przestrzeni kosmicznej. Wymienione umowy, które są aktami wymuszonymi ze względu na oczywistą potęgę kosmiczną Związku Radzieckiego, zahamowały wyścig zbrojeń w kosmosie. Stany Zjednoczone poszukują możliwości obejścia zawartych w umowach postanowień, m.in. poprzez odmienną ich interpretację.

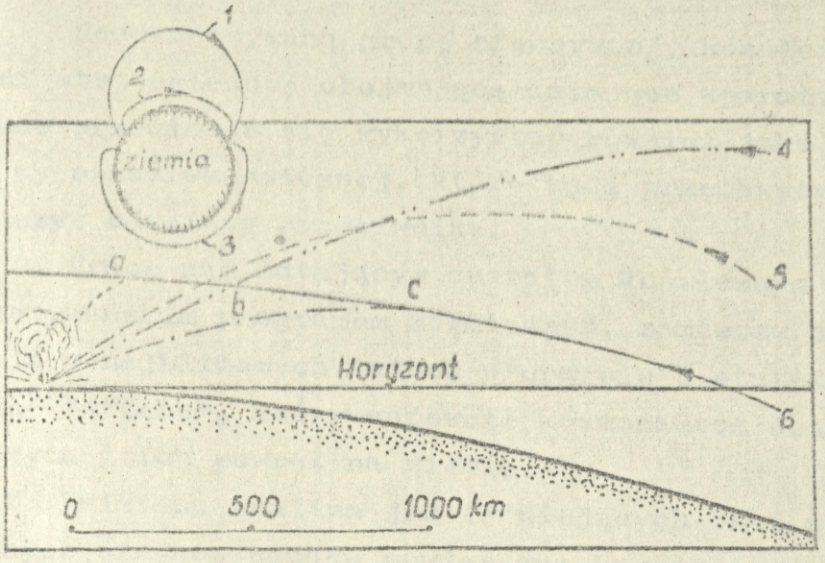
Na przykład komentuje się, że umieszczanie obiektów kosmicznych nie mających orbit stacjonarnych nie naruszają podpisanych umów. Dlatego też dopuszcza się możliwość wykorzystania rakiet balistycznych i bomb orbitalnych, zdolnych niszczyć obiekty naziemne na odległościach do 30000 km z dokładnością trafienia od 4,8-8 km przy torze lotu sięgającym wysokości 160 km /nisko orbitalna broń kosmiczna/.

Tory lotu rakiet balistycznych i bomb orbitalnych przedstawiono na rys. 4.

Innymi rodzajami ofensywnej, kosmicznej broni strategicznej są rakiety typu MOBS i OBS, które również po każdym okrążeniu ziemi zmieniają orbitę.

Za nie naruszenie postanowień wspomnianych umów uważa się również umieszczanie w kosmosie na orbitach okołoziemskich bomb z ładunkiem do 20 KT,

które w Stanach Zjednoczonych nie traktuje się jako broni masowego rażenia.



Rys. 4. Tory lotu rakiet balistycznych i bomb orbitalnych oraz warianty /a,b,c/ ich wchodzenia w atmosferze.

1 - tor lotu zwykłej rakiety balistycznej, 2 - tor lotu przyciśnięty, 3 - tor lotu rakiety /bomby/ orbitalnej, 4 - tor lotu rakiety balistycznej o zasięgu 3000 km, 5 - tor lotu rakiety balistycznej o zasięgu 6000 km, 6 - tor lotu bomby orbitalnej.

Kosmos również uważa się za dogodną arenę prowadzenia walki radioelektronicznej, zwłaszcza w sferze zabiegów strategicznych, a nawet operacyjnych.

Za pomocą ofensywnej, kosmicznej broni strategicznej przewiduje się możliwość prowadzenia w niedalekiej przyszłości tzw. "wojny meteorologicznej" wywołującej suszę, mróz oraz huragany i opady utrudniające wykorzystanie lotnictwa i okrętów. Ponadto uważa się za możliwe usunięcie w górnych słojach atmosfery ozonu, w rezultacie czego śmiercionośny potok promieni ultrafioletowych pochodzący od słońca skierowany być może na wybrane rejony terytorium przeciwnika. Eliminację ozonu można osiągnąć poprzez rozpylenie w górnych słojach atmosfery substancji chemicznych.

1.3. Środki strategicznej, ofensywnej broni kosmicznej typu obrony przeciwkosmicznej.

Rozpracowywaną grupę ofensywnej, kosmicznej broni strategicznej obejmującą latające aparaty kosmiczne przewiduje się wykorzystać również jako środki obrony przeciwkosmicznej, które będą przechwytywać i niszczyć satelity przeciwnika.

Prace nad latającym aparatem kosmicznym zgodnie z amerykańskim programem kosmicznym, zamierza się prowadzić w najbliższych latach w oparciu o statek kosmiczny "APOLLO", który zapewnił kosmonautom dotarcie do księżyca i ich powrót na ziemię.

Wnikliwa analiza już istniejących oraz rozpracowywanych środków napadu powietrzno-kosmicznego, a także tendencja ich użycia bojowego wskazuje, że operacje powietrzno-kosmiczne charakteryzować się będą:

- wykonaniem uderzenia z zaskoczenia wraz ze zmasowanym użyciem środków napadu powietrzno-kosmicznego;
- ciągłością prowadzenia działań bojowych we wszystkich etapach jej trwania;
- wczesnym wyborem obiektów uderzeń;
- dużymi rozmiarami przestrzennymi;
- szybkością prowadzenia operacji.

Wykonanie uderzenia z zaskoczenia polega na nieoczekiwanym, dynamicznym i nagłym oraz wykorzystującym w krótkim czasie maksymalną liczbę środków napadu powietrzno-kosmicznego o skoordynowanym wysiłku do zniszczenia głównych obiektów nieprzyjaciela. Zaskoczenie można uzyskać przez utrzymanie w wysokim stopniu gotowości bojowej uderzeniowych sił powietrzno-kosmicznych przy zachowaniu pełnej sprawności eksploatacyjnej ich środków walki. Następnie skrytym zośrodkowaniu i użyciu środków napadu powietrznego, nieoczekiwanym wyborem miejsca i czasu oraz kierunków działań, zapewniających skryty dolot do ważnych militarno-ekonomicznych oraz politycznych obiektów i rejonów strony

przeciwnej.

Ciągłość prowadzenia działań bojowych we wszystkich stopniach trwania operacji powietrzno-kosmicznej osiąga się przez prowadzenie działań w dzień i w nocy z jednoczesnym natychmiastowym uzupełnieniem poniesionych strat i odtworzeniem zużytych odwodów, a także ciągłym zabezpieczeniu działań bojowych.

Wczesny wybór obiektów uderzeń polega na scentralizowanym ustaleniu obiektów podlegających zniszczeniu w poszczególnych fazach prowadzonej operacji powietrzno-kosmicznej oraz wydzieleniu odpowiednich sił i środków do ich zniszczenia.

Dla uzyskania zasadniczych celów w operacji powietrzno-kosmicznej w pierwszej kolejności zniszczeniu będą podlegać:

- strategiczne środki jądrowe przeznaczone do wykonania uderzeń uprzedzających;
- obiekty i rejony obejmujące zasadniczy potencjał militarno-ekonomiczny w tym również i systemy paliwowo-energetyczne;
- systemy kierowania państwem i militarne;
- zasadnicze zgrupowania wojsk;
- środki obrony powietrznej na zasadniczych powietrznych kierunkach operacyjnych.x/

Duży rozmiar przestrzenny operacji powietrzno-kosmicznej tkwi przede wszystkim w jej międzykontynentalnym oraz wszechwysokościowym i gwałtownym charakte-

---

x/ "Powietrzny kierunek operacyjny", kierunek działań bojowych związków operacyjnych lotnictwa uderzeniowego, połączonych wspólnym zamiarem operacji powietrznej, wyprowadzających do obiektów, których zniszczenie /obezwładnienie/ może być celem jednej lub kilku operacji powietrznych. Powietrzny kierunek operacyjny nie ma charakteru stałego. Może ulec zmianie w wyniku zmiany położenia obiektów uderzeń oraz środków /obiektów/ obrony powietrznej nieprzyjaciela. Jest częścią składową powietrznego kierunku strategicznego.

rze. Uczestnicząca w niej duża liczba sił i środków powietrzno-kosmicznych oraz zabezpieczających prowadzi działania o dużej rozpiętości. Głębokość działań rozwijana jest na kilka tysięcy kilometrów. Szerokość pasa działań może dochodzić do kilkunastuset kilometrów.

Szybkość prowadzenia operacji powietrzno-kosmicznej jest przede wszystkim wynikiem użycia bojowego środków walki oraz broni jądrowej, dla których czasokres działań na wykonanie zadań bojowych wynosi od kilkudziesięciu minut do kilkunastu godzin, a cała operacja może być wykonana w czasie od jednej do kilku dób. Długotrwałość operacji powietrzno-kosmicznej zależeć będzie głównie od:

- stawianych celów i zadań;
- częstotliwości użycia w ciągu doby w skali zmasowanej poszczególnych rodzajów ofensywnej broni strategicznej /zwłaszcza rakietowej/;
- częstotliwości użycia w ciągu doby w skali zmasowanej poszczególnych rodzajów lotnictwa uderzeniowego.

Stawiane cele i zadania dotyczą przede wszystkim zniszczenia zdolności bojowej strony przeciwnej, uniemożliwiając jej przeciwstawienie skutecznego przeciwdziałania oraz zniszczenia określonej ilości obiektów i rejonów przez co zostaje naruszony lub wręcz zniszczony potencjał militarno-ekonomiczny.

Duży rozmach działań powietrzno-kosmicznych oraz ciągłość prowadzenia działań bojowych uzyskuje się dzięki użyciu lotnictwa uderzeniowego. Dlatego też lotnictwo uderzeniowe obok kosmicznych środków napadu jest jedną z nowoczesnych i efektywnych sił uderzeniowych.

1.4. Tendencje użycia lotnictwa uderzeniowego.

Doświadczenia wojen lokalnych niezbicie udowodniły rozległe możliwości bojowe lotnictwa, mimo stosunkowo dużych strat poniesionych w wyniku działania

obrony powietrznej stron napadniętych. Dlatego też w obowiązujących wytycznych operacyjnych dla sił powietrznych Stanów Zjednoczonych uwzględniających ewentualny charakter prowadzenia działań bojowych podkreśla się, że powodzenie w działaniach osiąga się w wyniku przestrzegania zasad:

- centralizacji dowodzenia lotnictwem;
- manewrowości i szybkości reagowania na zmiany sytuacyjne;
- elastyczności, inicjatywie i aktywności;
- dokładności i konkretności stawianych zadań wraz z koordynacją wysiłków;
- bezpieczeństwa.

Centralizacja dowodzenia działaniami lotnictwa uderzeniowego polega na jednolitym kierowaniu działaniami w ramach operacji w interesie osiągnięcia zamierzonego celu. Umożliwia koncentrację wysiłku na decydującym powietrznym kierunku operacyjnym w wymaganym czasie i zapewnia manewrowanie dużymi siłami w skali TDW lub w poszczególnych jego rejonach.

Lotnictwo uderzeniowe, przygotowywane jest do prowadzenia działań bojowych w warunkach pokonywania silnej obrony powietrznej, obejmującej intensywną walkę radioelektroniczną, a także działania we wszystkich warunkach meteorologicznych w dzień i w nocy. Dlatego też w świetle przewidywanego charakteru działań lotnictwa uderzeniowego, dotychczasowe przedsięwzięcia zabezpieczające operacje powietrzne obejmujące między innymi dobrze zorganizowane rozpoznanie, radionawigacyjne zabezpieczenie oraz odpowiednie wyszkolenie personelu latającego w zakresie pokonywania obrony powietrznej, tankowania samolotów w powietrzu oraz osłonę radioelektroniczną, uważa się za wysoce niewystarczające.

Nie przypadkowo więc przyjęto w siłach powietrznych USA program AWACS/Airborne Warning And Control System/, powietrzny system ostrzegania i kontroli.

Prasa amerykańska jako zaletę podstawową wymie-

nionego systemu określa: "koordynowanie złożonych różnorodnych i równoczesnych działań powietrznych. Można dowodzić i kontrolować wszystkimi działaniami, atakiem, wsparciem, rozpoznaniem itp." Podkreśla się, że "dużą zaletą AWACS'u jest zdolność kontrolowania sił uderzeniowych w głębi terytorium nieprzyjaciela. Obecnie samoloty amerykańskie w głębi terytorium nieprzyjaciela zdane są wyłącznie na siebie, szczególnie podczas działania w złych warunkach atmosferycznych lub na małych wysokościach. Ostatnie doświadczenia bojowe wykazały, że samoloty kontrolowane przez ośrodki dowodzenia i kontroli osiągnęły większe sukcesy przy mniejszych stratach w porównaniu z samolotami niekontrolowanymi". x/

W dotychczasowych konfliktach zbrojnych, w których uczestniczyły obrona powietrzna i lotnictwo uderzeniowe, tylko OPK, dzięki systemowi radiolokacyjnemu, znała dokładnie położenie napadającego lotnictwa uderzeniowego oraz działających własnych samolotów myśliwskich. Stawiało to lotnictwo uderzeniowe w sytuacji niekorzystnej.

W wojnach lokalnych lotnictwo uderzeniowe stosowało szereg zabiegów zmniejszających efektywność systemu radiolokacyjnego strony przeciwnej. Do nich należy zaliczyć:

- loty na małych i bardzo małych wysokościach rzędu 100-300 m i niżej podczas wykonywania zadań bojowych;
- wykorzystanie osłony radioelektronicznej samolotów lecących na wykonanie zadań bojowych, na podejściach do rejonu oddziaływania środków obrony powietrznej strony przeciwnej oraz w głębi terytorium nieprzyjaciela;
- działania odciągające na kierunkach drugorzędnych z wykorzystaniem intensywnego pozorowania radioelektronicznego;

---

x/ Aviation Week 7/73.

- bezpośrednie niszczenie ogniowe poszczególnych elementów systemu radiolokacyjnego, głównie stacji radiolokacyjnych.

Wymienione zabiegi miały utrudnić obronie powietrznej wykrycie środków napadu powietrznego, rozszyfrowanie zamiaru operacji powietrznej oraz doprowadzenie do rozproszenia wysiłków lotnictwa myśliwskiego. Jednak nie we wszystkich sytuacjach uzyskano żądany efekt. Wykorzystanie w Wietnamie samolotu EC-121, spełniającego rolę "powietrznego SD", wykazało jego zalety w czasie działań. Spełniał on rolę elementu ostrzegania i naprowadzania poszczególnych grup lotnictwa uderzeniowego na cele naziemne.

Program AWACS uwzględnia możliwość wykorzystania dla potrzeb lotnictwa uderzeniowego samolotów typu "BOENING" 707-320 B.x/ Antenę stacji umieszczono w specjalnej kopule nad kadłubem samolotu, która obraca się z szybkością 6 obr./min. Wiązką promieniowania anteny można mechanicznie manipulować w płaszczyźnie pionowej. Umożliwia to dogodne obserwowanie obiektów powietrznych na bardzo małych oraz dużych i stratosferycznych wysokościach.
Stacja posiada układ pytający AN/APX-103, który w systemie AWACS, błyskawicznie orientuje operatora o pozycji i kodzie identyfikacyjnym wszystkich obiektów powietrznych znajdujących się w strefie obserwacji pokładowej stacji radiolokacyjnej. Ponadto samolot wyposażony jest w komputery oraz urządzenia radionawigacyjne współpracujące z syatemami radionawigacyjnymi "OMEGA" i wskaźnikami pokładowej RLS.

---

x/ "AWACS: MORE THAN OUR NEW EYE IN THE SKY" AVIATION WEEK AND SPACE TECHNOLOGY. Nr 7 1973 r. W amerykańskiej nomenklaturze wojskowej samolot otrzymał oznaczenie E-3A. Stacja radiolokacyjna wykrywa cele powietrzne lecące na wysokości 600 m z odległości od 480 do 640 km /dane zawarte w WIESTNIK PWO Nr 2 z 1974 r./.

Wydaje się, że ze względu na posiadaną znaczną strefę informacji radiolokacyjnej jeden "BOENING" 707-320 zapewni dowodzenie w powietrzu lotnictwem uderzeniowym i towarzyszącym mu lotnictwem myśliwskim na powietrznym kierunku operacyjnym.

Wykorzystanie powietrznego stanowiska dowodzenia wprowadza wiele udogodnień, co z kolei zwiększa ogólną efektywność działań. Do udogodnień tych należy zaliczyć:

- możliwość natychmiastowego ostrzegania poszczególnych grup o położeniu lotnictwa myśliwskiego strony przeciwnej, umożliwia natychmiastowe wykonanie manewru przeciwradiolokacyjnego oraz przeniesienia wysiłków własnych myśliwców osłonowych;
- powoduje natychmiastowe ostrzeganie lotnictwa uderzeniowego o nieoczekiwanych środkach ogniowych obrony powietrznej oraz stwarza dogodne warunki obezwładnienia ich pociskami "powietrze-ziemia";
- ułatwia orientację załogom nad terytorium nieprzyjaciela oraz naprowadzanie na wyznaczone do ataku cele naziemne, co zwiększa szybkość wykonania uderzenia i wyjście z rejonu działań obrony powietrznej strony przeciwnej;
- umożliwia samolotom-nosicielom pocisków "powietrze-ziemia" zajęcie dogodnego ugrupowania na rubieżach ich odpalania oraz wybranie najlepszego sposobu odpalania;
- w małocie zmasowanym stwarza dogodny podział przy atakowaniu celów naziemnych, uwzględniając aktualnie wytworzoną sytuację bojową oraz zróżnicowane ugrupowanie samolotów na poszczególnych wysokościach;
- zezwala na natychmiastowe wniesienie korekty do postawionych zadań załogom na ziemi, zapewniając

tym samym większą operatywność i konkretność wykonywania zadań bojowych;

- na podstawie otrzymanych meldunków od walczących załóg o rezultatach działań, natychmiast przenosić wysiłek z jednego kierunku na drugi w ramach powietrznego kierunku operacyjnego.

Dowodzenie z powietrza działaniami lotnictwa uderzeniowego czyni ich bardziej gwałtownymi i manewrowymi. Stworzone są realne warunki uzyskania zaskoczenia w skali taktycznej i z kolei operacyjnej poprzez narzucenie stronie przeciwnej zaskakującego kierunku uderzenia, na który obrona powietrzna może na czas nie zdążyć wytworzyć dogodnego stosunku sił.

Wysoka manewrowość w działaniach lotnictwa uderzeniowego wynika z potrzeb ciągłego wykonywania przegrupowania na wymagane kierunki lub rejony, a także jego rozśrodkowanie i wyprowadzenie spod uderzenia. Wymaganą zdolność manewrową uzyskuje się dzięki wysokiej gotowości bojowej przy jednoczesnym wykorzystaniu środków transportowych oraz ruchomych urządzeń lotniskowych i posiadaniu odpowiednich zapasów materiałowych. Zabezpieczenie wysokiej manewrowości związane jest z programem wykorzystania tzw. "nagich baz". Są to nie urządzone lotniska, ale nadające się do wykorzystania przez lotnictwo uderzeniowe.

Z manewrowością wiąże się szybkość reagowania na zmiany sytuacyjne, która związana jest nie tylko z prowadzeniem działań bojowych, ale winna być rozpatrywana również w aspekcie psychologicznym. Uzyskuje się ją w działaniach zaskakujących i jest wynikiem posiadania odpowiednich taktyczno-technicznych możliwości sprzętu bojowego oraz oryginalności zamiaru prowadzenia działań bojowych. Oryginalność zamiaru winno cechować podstęp oraz skrytość koncentracji sił i środków, a także zastosowanie nieoczekiwanych środków bojowych i umiejętny wybór miejsc tankowania paliwem samolotów w powietrzu. Pozwoli to na osiąg-

nięcie obiektów strony przeciwnej przez własne samoloty, których w ocenie sytuacji przeciwnik nie uwzględniał.

Akcentowanie działań zaskakujących oraz posiadanie przez lotnictwo uderzeniowe odpowiednich taktyczno-technicznych możliwości nie jest przypadkowe. Zmusiły do tego formy organizacyjne obrony powietrznej oraz wysokie możliwości bojowe jej środków walki.

Po drugiej wojnie światowej, na szczególnie ważnych powietrznych kierunkach operacyjnych przechodzi się od obrony obiektowej do strefowej. Ta zmiana jakościowa spowodowała, że lotnictwo uderzeniowe narażone jest na działanie lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych obrony powietrznej, już z dalekich podejść od obiektów, które są celem ataku lotnictwa uderzeniowego strony napadającej.

Ranga zadań, wymagana skuteczność prowadzenia działań bojowych przez lotnictwo uderzeniowe z jednej strony, a obroną powietrzną strony przeciwnej z drugiej, prowadzi do ciągłej ewolucji form i sposobów prowadzenia działań bojowych. Szybkiemu procesowi poddawane jest doskonalenie taktyczno-technicznych możliwości ich środków walki. Stwarza ku temu dogodność współczesnego postępu naukowo-technicznego, przy czym gwałtowne zmiany zachodzą nie tylko w sferze ogniowej, ale również taktycznej, operacyjno-taktycznej i operacyjnej. Wzrost możliwości bojowych jednej ze stron z reguły powodował i powoduje natychmiastowe zabiegi dorównujące strony przeciwnej.

Współczesne możliwości bojowe obrony powietrznej zmusiły lotnictwo uderzeniowe do stosowania nowych form obezwładniania celów naziemnych. Stosowany dotychczas przez lotnictwo uderzeniowe sposób bombardowania obiektów naziemnych z odległości od kilku do kilkunastu kilometrów nie zawsze może być stosowany. Jak wykazały doświadczenia wojen lokalnych, rubież bombardowania bardzo często znajduje się w strefie

ognia zestawów przeciwlotniczych rakiet kierowanych. Wynikła więc obiektywna potrzeba posiadania przez lotnictwo uderzeniowe jakościowo nowych środków rażenia celów naziemnych. Założono, że nowe samolotowe środki obezwładniające, winny umożliwiać atak obiektów naziemnych spoza skutecznej strefy ognia rakiet obrony powietrznej.

Na przykład w amerykańskich siłach powietrznych do tych celów zastosowano:

- rakiety "powietrze - ziemia" dla lotnictwa strategicznego, taktycznego i pokładowego;
- bomby lotnicze z kierowaniem telewizyjnym;
- bomby lotnicze z kierowaniem laserowym.

Samoloty lotnictwa strategicznego wyposażono w rakiety SRAM /Short Range Attack Missile/, które mogą być uzbrojone w głowicę jądrową. Prędkość ich lotu wynosi V = 2,5 Ma i zdolne są do niszczenia obiektów naziemnych z różnych odległości /od 50 do 300 km/. Samolot B-52 G i H może jednorazowo zabierać do 24 rakiety, natomiast B-1 będzie zabierał 32 rakiety. Również daleko zaawansowane są prace wdrożeniowe zmierzające do wyposażenia w rakiety SRAM samoloty lotnictwa taktycznego.

Doświadczenia poligonowe z rakietą SRAM wykazały, że ich lot możliwy jest również na małych wysokościach, uwzględniających rzeźbę terenu lub na wysokościach średnich i dużych z kolejnym zniżaniem się do bardzo małych wysokości.

Przy wykonywaniu uderzeń na oddzielne obiekty małych rozmiarów, odpalanie rakiet na rubieży "odpalania" można dokonywać kolejno z poszczególnych bombowców, natomiast na obiekt duży lub kilka mniejszych położonych blisko siebie - salwą rakiet jednocześnie z kilku bombowców.

Lotnictwo taktyczne i pokładowe wyposaża się również w rakiety "powietrze - ziemia". Przy czym, za najbardziej perspektywiczne uważa się rakiety z kie-

rowaniem telewizyjno-laserowym i kierowane bomby lotnicze /KBL/. Rakiety i bomby kierowane telewizyjnie składają się z oddzielnych czterech członów: głowica telewizyjnego naprowadzania, ładunek bojowy /trotyl/, układ napędowy i część ogonowa /opierzenie/. Podobny układ posiadają również rakiety i bomby z kierowaniem laserowym.

Samoloty taktyczne typu F-4, F-111 i A-10A mogą jednorazowo zabierać 8-9 rakiet z kierowaniem telewizyjnym. Typowym ich przedstawicielem jest rakieta "MAVERICK" AGM-65A, która przeszła próby w Wietnamie oraz w ostatniej wojnie arabsko-izraelskiej w 1973 r. Przeznaczona jest do niszczenia naziemnych celów takich, jak: czołgi, transportery, wyrzutnie rakietowe, umocnienia polowe, małe mosty i samoloty na stoiskach lotniskowych. Rakietę "JUMBO" /RFN/ przewidzianą dla samolotu "TORNADO" przeznacza się do niszczenia naziemnych celów powierzchniowych, takich, jak: węzły kolejowe, przeprawy wodne, składy paliw, rejony ześrodkowania czołgów i ludzi.

Niektóre dane taktyczno-techniczne rakiet i kierowanych bomb lotniczych z telewizyjnymi i laserowymi systemami kierowania dla lotnictwa taktycznego i pokładowego zawiera tabela 1.

Również bomby z kierowaniem telewizyjnym i laserowym w lotnictwie taktycznym znalazły szerokie zastosowanie. Dotychczas znanymi ich nosicielami są samoloty: F-4, A-6, A-7, F-14, F-16 i A-10. Typowym przedstawicielem jest bomba "WALLEYE". Wyglądem przypomina rakietę "powietrze-powietrze". Zasięg jej lotu do celu może wynosić do 15-25 km.

Uzyskane doświadczenia z bombą "WALLEYE" wykazały, że po jej zastosowaniu zmniejszyły się straty w personelu latającym i koszty wykonanych uderzeń. Na przykład dla zniszczenia 6 celów z prawdopodobieństwem 0,85 bombami 227 kg potrzeba było 1000 samolotolotów, co kosztowało 15 mln dolarów, natomiast przy użyciu bomb "WALLEYE" wystarczy tylko 24 samolotoloty i koszty szacowane są tylko na 600.000 dolarów. Jak widać z przytoczonego przykładu nowe środki rażenia zmniejszają prawie 42-krotnie potrzeby w ilości samolotolotów oraz 25-krotnie koszty wykonania uderzeń.

TABELA 1

Nazwa i oznaczenie, państwo - producent	Maksymalny zasięg strzelania w /km/ / Maksymalna prędkość przelotowa w /m/s, M/	Rozmiary rakiety w /cm/ długość x średnica x rozpiętość skrzydeł / system naprowadzania	Zasadnicze samoloty-nosiciele
MAVERICK AGM - 65 A1B /USA/	25 / -	246 x 30 x 72 / telewizyjny /samonaprowadzenie/	F-4, A-7, A-10
AGM - 69 C	15 / -	246 x 30 x 72 / laserowy, połaktywny	F-4, A-7, A-10
AGM - 65 E	15 / -	248 x 30 x 72 / laserowy, połaktywny	F-4, A-7, A-10, F-5, F-16, F-111
MARTEL - - AI-168 /W. Brytania/	- / 60 / ponad 1	410 x 34 x 100 / telewizyjno-dowódczy	Buccaneer, Jaguar Nimrod F-GR-2 Mirage-3
ASMP Francja	100 / 2	- / bezwładnościowy	Mirage 4 Mirage 2000
Nazwa i oznaczenie KBL	Odległość zrzucania /lotu/ w /km/ / Wysokość zrzucania w / m/	Rozmiary w /mm/ długość x średnica x rozmach skrzydeł / system naprowadzania	Samoloty nosiciele
"Walley" Mk 5 mod. 4 Mk 13 mod.0 /USA/	40 / do 900	4040 x 455 x 1300 / telewizyjny	A-4, A-6, A-7, F-4
	65 / -	4400x455 x 1300 / telewizyjny	A-7, F-4, F-111
GBU - 8 /USA/	7 - 20 / do 900	3650 x 455 x 1300 / telewizyjny	A-7, A-10, F-4
GBU - 10 FBU-10 x/ /USA/	5 - 12 / 5500-6500	4150 x 455 x 1150 / laserowy	A-6, A-7, A-10, F-4
	65 / 150-600	4300 x 455 x 1120 / laserowy	F-14, F-105
GBU - 15 /ze skrzyżowanymi skrzydłami/	50 / 60-13000	3900 x 457 x 1500 / telewizyjno-dowódczy	F-4, F-111

x/ KBL drugiego pokolenia.

Również obecnie szereg amerykańskich ośrodków badawczych zmierza do powiększenia skali rażenia lotniczej amunicji konwencjonalnej i zbliżenia jej do skuteczności amunicji jądrowej małej mocy /do 1 KT[x]/. Spowodowane jest to względami następującymi.

W ewentualnym konflikcie zbrojnym bez stosowania broni jądrowej zasadniczą powietrzną siłą uderzeniową na TDW będzie najprawdopodobniej lotnictwo taktyczne i pokładowe oraz rakiety samosterujące typu "CRUISE" /Pershing II/. Natomiast lotnictwo strategiczne głównie będzie wykorzystane do działań w głębi terytorium strony przeciwnej[xx].

W pierwszej kolejności wysiłki lotnictwa uderzeniowego skupiać się będą na wywalczeniu przewagi w powietrzu w celu zapewnienia swobody siłom lądowym i morskim na zasadniczych kierunkach działań. W tym celu przewiduje się wykonanie uderzeń na lotniska, siły i środki obrony powietrznej oraz organy dowodzenia zasadniczych zgrupowań wojsk. Następnie działania lotnictwa uderzeniowego zostaną przerzucone w głąb terytorium strony przeciwnej w celu zniszczenia jej potencjału militarno-ekonomicznego oraz naruszenia systemu kierowania siłami zbrojnymi i państwa. Działania na tym etapie przebiegać będą w warunkach pokonywania silnej obrony powietrznej. Stosowane środki

---

x/ Myśl Wojskowa Nr 12/74 str. 102"Bomba wielokalibrowa BLU-82, w której wykorzystywane są właściwości wybuchowe mieszanin materiałów wybuchowych z węglowodorami, wodą i dodatkami metali oraz gazowe i aerozolowe mieszaniny wybuchowe utworzone z lekkich węglowodorów. Bomba razi budynki w promieniu 450 m, a ludzi nie ukrytych - 500 m /ładunek jądrowy o mocy 1 kT na moc rażenia odpowiednio 750 i 850 m/. Bomba CBU-72/B ma posiadać jeszcze większy promień rażenia.

xx/ Część lotnictwa strategicznego na TDW /samoloty starszych typów B-52/ może być wykorzystana do bezpośredniego wsparcia wojsk na polu walki.

rażenia przez lotnictwo uderzeniowe zmuszają do skupionego ugrupowania samolotów, stwarzającego charakter nalotu zmasowanego. Rozpatrywany nalot zmasowany wytwarza maksymalną gęstość działania lotnictwa uderzeniowego na podejściach do obezwładnianych obiektów i rejonów. Przypominać będzie grudniowe działania wietnamskie w 1972 r. Nie jest to zjawisko dogodne, ponieważ skupione w powietrzu ugrupowanie samolotów lotnictwa uderzeniowego stwarza dogodne warunki skupienia wysiłku przez obronę powietrzną strony przeciwnej.

Zbliżona skuteczność lotniczej amunicji konwencjonalnej do jądrowej umożliwia większe rozśrodkowanie samolotów uderzeniowych i pozwala na formowanie modelu nalotu zbliżonego do modelu ze stosowaniem broni jądrowej.

Niemniej jednak mimo wprowadzenia powietrznego stanowiska dowodzenia i nowych środków rażenia wytyczne operacyjne dla sił powietrznych Stanów Zjednoczonych zwracają uwagę na elastyczność prowadzenia działań.

Elastyczność wyraża się zdolnością zmiennej realizacji zadań wynikających z decyzji zgodnie z wytworzoną sytuacją bojową oraz dostosowanie do niej właściwie wykorzystanych sił i środków z przestrzeganiem zasady ekonomiczności. Z elastycznością związana jest inicjatywa i aktywność zmierzająca do wykorzystania w czasie działań nawet nieznacznej przewagi w skali operacyjnej. Natomiast inicjatywę można uzyskać poprzez zaczepny charakter prowadzenia działań bojowych przez lotnictwo uderzeniowe. Inicjatywa i aktywność zawsze stwarzają przesłanki do uzyskania przewagi w skali operacyjnej.

Podkreśla się, że dokładność i konkretność stawianych zadań związana jest z efektywnym planowaniem działań bojowych i ściśle sprecyzowaną decyzją. Przestrzeganie wymienionej zasady wynika z różnorodności wykonywanych zadań przez lotnictwo uderzeniowe.

Postawione zadania zwłaszcza lotnictwu taktycz-

nemu uważa się za wykonalne wówczas, kiedy zsynchronizowane są z działaniem sił lądowych i morskich oraz realizowane będą w sprzyjających sytuacjach operacyjnych. Szczególną uwagę zwraca się również na koordynację wysiłków opierającą się o ścisłe współdziałanie wszystkich rodzajów lotnictwa.

Bezpieczeństwo wykonywania zadań bojowych, którego celem jest zachowanie sił i środków, urosło do jednego z problemów czołowych. Działania wietnamskie i bliskowschodnie niezbicie wykazały, że wynikłe straty są wysokie /w Wietnamie zniszczono 3744 samoloty i 4868 śmigłowców/. Uwzględniając wysokie koszty produkcji współczesnych samolotów bojowych oraz nieodwracalne straty w personelu latającym, zakres przedsięwzięć bezpieczeństwa obejmuje:

- osłonę powietrzną baz lotniczych;
- okazywanie wzajemnego wsparcia i osłony podczas ratowania załóg strąconych samolotów;[x/]
- szerokie stosowanie walki radioelektronicznej;[xx/]
- ochronę tajemnicy, utwierdzając stany osobowe w przekonaniu o pełnym bezpieczeństwie podczas wykonywania zadań bojowych.

---

x/ W Wietnamie uratowano 2600 pilotów.

xx/ Walka radioelektroniczna - zespół jednocześnie realizowanych taktycznych, operacyjno-taktycznych, operacyjnych i strategicznych przedsięwzięć obejmujących: rozpoznanie, zakłócanie i niszczenie ustalonych grup środków radioelektronicznych nieprzyjaciela, których obezwładnienie ułatwia wykonanie zadań bojowych oraz zapewnia bezpieczeństwo wykonania zadań załogom lotnictwa uderzeniowego. Ponadto obejmuje również przeciwdziałanie rozpoznaniu, niszczeniu i zakłócaniu własnych środków radioelektronicznych zwiększających efektywność dysponowanych środków walki.

W ramach bezpieczeństwa zwraca się również uwagę na wywalczenie przewagi, a następnie panowania w powietrzu.

Wydaje się, że problemy bezpieczeństwa wykonywania zadań bojowych będą nadal w centrum uwagi. Analiza strat lotnictwa uderzeniowego w wojnach lokalnych dała wyniki następujące: straty na jeden tysiąc samolotolotów wyniosły w roku 1965 - 3,4 samoloty. W roku 1966 już tylko 2,1, a w roku 1968 zaledwie 1,64 samolotu. Ale już w wojnie na Bliskim Wschodzie w 1973 r. straty wyniosły 23 samoloty na jeden tysiąc samolotolotów.

Szczególne miejsce w problemie bezpieczeństwa wyznacza się walce radioelektronicznej, skierowanej jednocześnie na element dezinformacyjny w celu wytworzenia skomplikowanych sytuacji powietrznych w miejscach i momentach najbardziej konfliktowych.
Już w 1971 r. amerykański generał Otto J. Glasser, zastępca Szefa Sztabu do Badań i Rozwoju w uzasadnieniu planowanych wydatków dotyczących doskonalenia środków walki radioelektronicznej przedstawił sytuację następująco: "Nie możemy dopuścić, by jakikolwiek nieprzyjaciel zabronił nam używać przestrzeni nad polem walki. System przeciwlotniczy w Północnym Wietnamie był niezwykle dobrze zorganizowany, lecz system obecnie zastosowany na zachód od Suezu ma jeszcze większą sprawność dzięki wprowadzeniu SA-3 /chodzi prawdopodobnie o zestaw S-125. Przyp.autora/. Ten system możemy naśladować w rejonie NATO".[x/]
Niestety okazywany niepokój był uzasadniony. Straty lotnictwa izraelskiego w wojnie w 1973 r. wzrosły w porównaniu ze stratami lotnictwa amerykańskiego w 1968 r. w Wietnamie przeszło 14,5-krotnie. Dlatego też pod wpływem doświadczeń z działań wietnamskich i bliskowschodnich, a szczególnie konfliktu bliskowschodniego z 1973 r. Departament Obrony Stanów

---

a/ AVIATION WEEK AND SPACE TECHNOLOGY 2/72 str. 22.

Zjednoczonych zawsze gotowy jest finansować każde rozpracowanie perspektywiczne z dziedziny powietrznej walki radioelektronicznej. W budżecie Stanów Zjednoczonych na 1975 r. zaplanowano wydatkowanie na samolotowe środki walki radioelektronicznej sumę 500 mln dolarów.[x/] Z czego 200 milionów ma być rozchodowane w ciągu 11 lat na badania, wdrażanie, próby i ocenę otrzymanych rezultatów. Tak więc suma bezpośrednio przeznaczona na doskonalenie samolotowych środków walki radioelektronicznej na tle ogólnej sumy budżetu wynosi 0,3%.

Współczesną treść walki radioelektronicznej prowadzonej w działaniach powietrznych przez lotnictwo uderzeniowe ściśle wiąże się z przeznaczeniem i funkcjonowaniem środków radioelektronicznych oraz spełnianą przez nich rolę w poszczególnych ogniwach obrony powietrznej strony przeciwnej. Dlatego też analizę istoty walki radioelektronicznej wskazane jest przeprowadzić w oparciu o uogólniony funkcjonalny schemat obrony powietrznej przedstawiony na rys. 5.

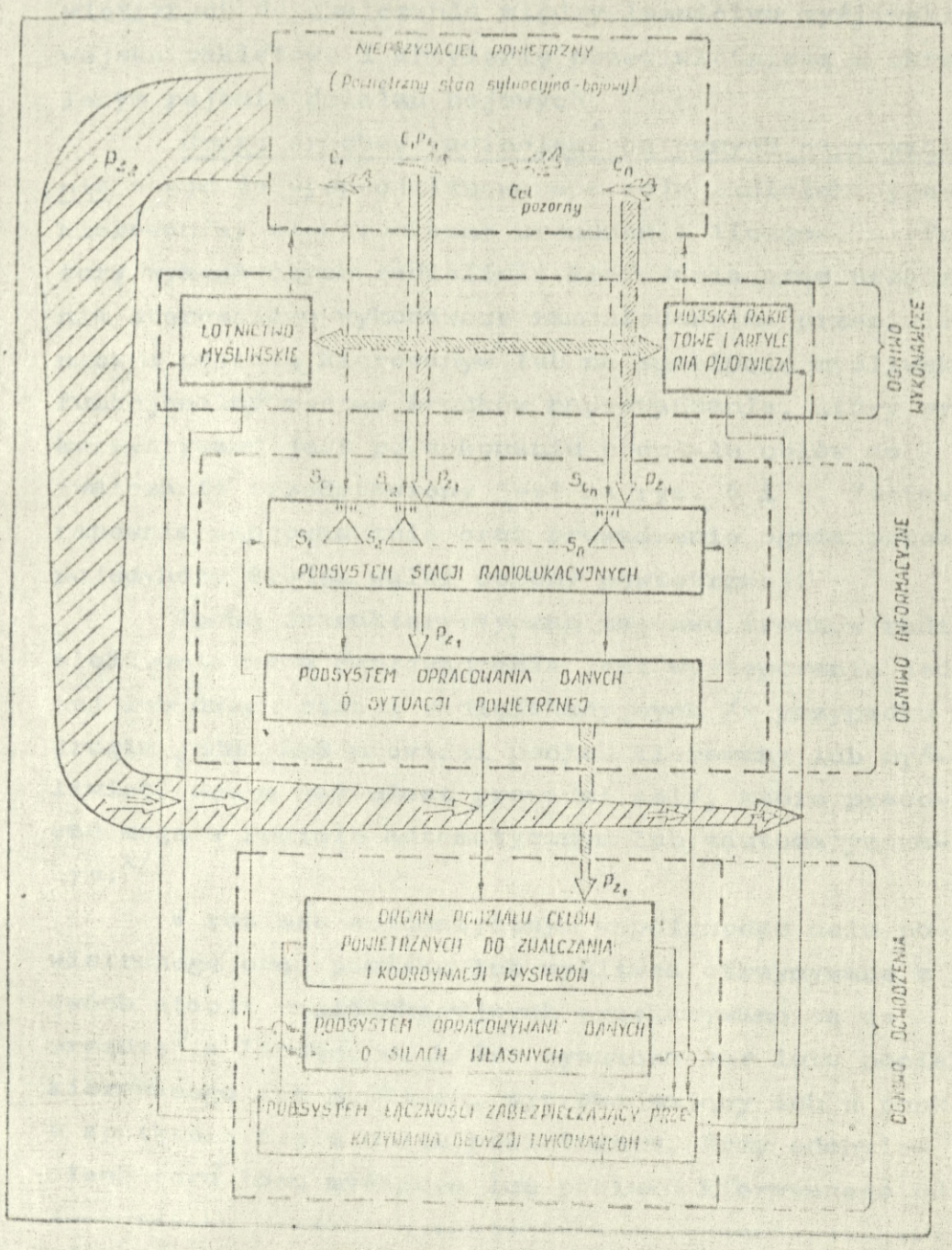
Każdy system obrony powietrznej składa się z trzech zasadniczych ogniw, a mianowicie: wykonawczego, informacyjnego i dowodzenia. Sieć sprzężeń informacyjnych między poszczególnymi ogniwami systemu zapewnia jego uporządkowane funkcjonowanie poprzez szerokie wykorzystanie środków łączności radiowej i przewodowej. Natomiast występujące w nim środki radioelektroniczne, szczególnie bezpośrednio zabezpieczające walkę ze środkami napadu powietrznego nieprzyjaciela można umownie podzielić na trzy grupy, a mianowicie:

- podziału celów;
- naprowadzania;
- samonaprowadzania.

Grupa środków radioelektronicznych podziału celów obejmuje zbiór powiązanych między sobą stacji

---

x/ AVIATION WEEK AND SPACE TECHNOLOGY 1/75 str. 41.



Rys. 5. Uogólniony schemat funkcjonalny obrony powietrznej.

radiolokacyjnych dalekiego wykrywania i określania przynależności obiektów powietrznych, środków łączności oraz elektronicznych maszyn cyfrowych opracowywujących informację radiolokacyjną o sytuacji powietrznej.

W oparciu o uzyskaną od nich informację ogniwo dowodzenia obroną powietrzną, dokonuje podziału celów powietrznych do zwalczania między lotnictwo myśliwskie, wojska rakietowe i artylerię przeciwlotniczą w określonym rejonie działań bojowych.

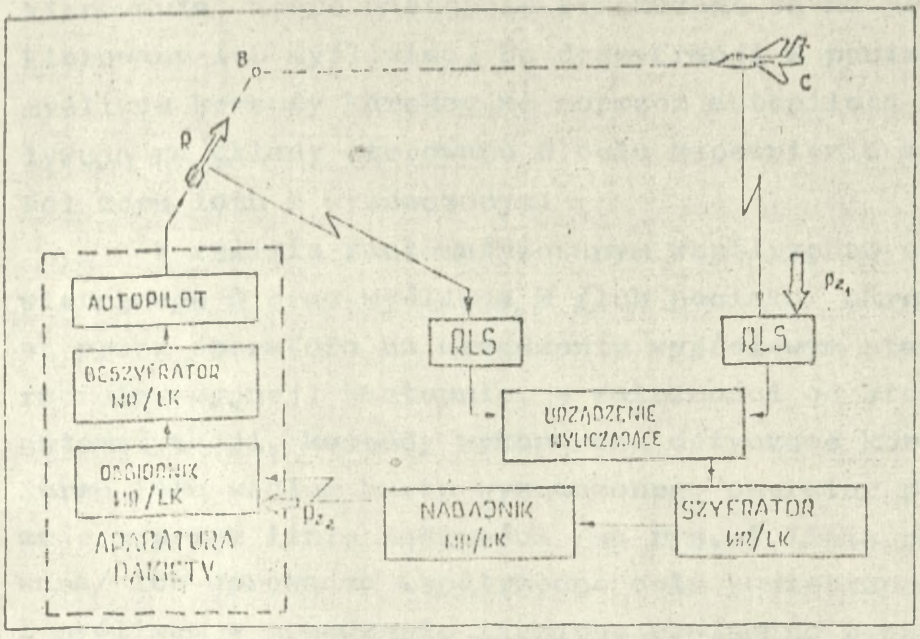
Grupa środków radioelektronicznych naprowadzania obejmuje wyspecjalizowane stacje radiolokacyjne kierowania, elektroniczne urządzenia liczące, szyfratory wykonawczych radiolinii kierowania oraz urządzenia sterowniczo-wykonawcze zamontowane na przeciwlotniczym pocisku kierowanym lub na samolocie myśliwskim. Funkcjonalny zestaw środków naprowadzania, który wykorzystywany jest po dokonaniu podziału celów do zwalczania przedstawiony jest na rys. 6 i 7. Zestaw zapewnia naprowadzanie oraz prowadzenie ognia przez pojedyńczy środek walki obrony powietrznej.

Cechą charakterystyczną zestawu środków radioelektronicznych naprowadzania jest występowanie jednej lub dwóch stacji radiolokacyjnych /w przypadku drugim jedna RLS prowadzi pocisk kierowany lub myśliwiec, druga natomiast prowadzi cel/, które pracować mogą w reżimie automatycznym lub zautomatyzowanym.x/

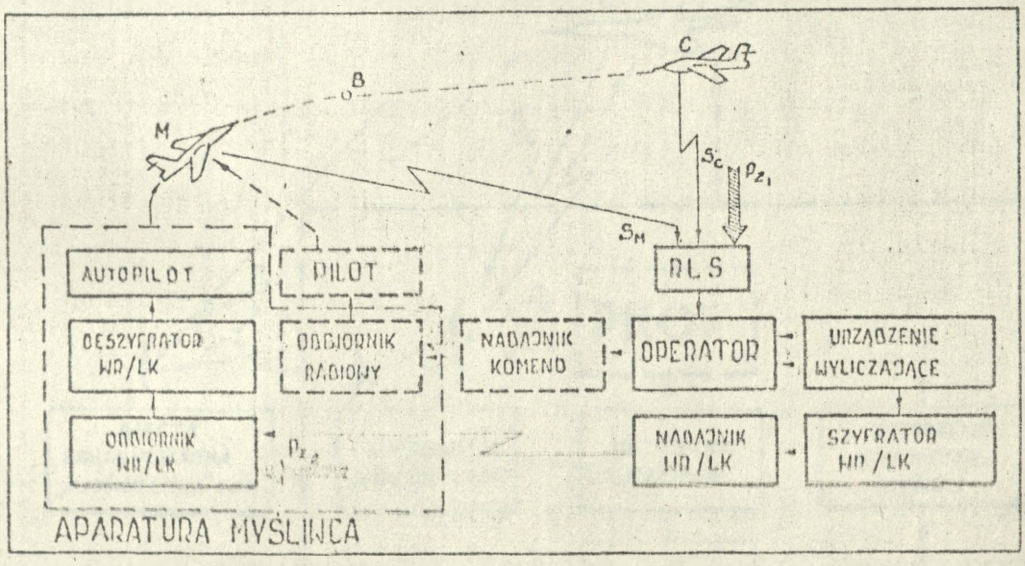
W reżimie automatycznym współrzędne celu powietrznego oraz pocisku lub myśliwca otrzymywane z dwóch stacji radiolokacyjnych przekazywane są do urządzenia liczącego, które wyznacza tor lotu pocisku kierowanego lub myśliwca, wyprowadzający ich w punkt B spotkania się z celem powietrznym. Przy odchyleniach toru lotu myśliwca lub pocisku kierowanego od

---

x/ Reżim zautomatyzowany - układ funkcjonalny, w którym człowiek występuje jako ogniwo w układzie szeregowym, natomiast w reżimie automatycznym - jako ogniwo kontrolne w układzie równoległym.



Rys. 6. Funkcjonalny zestaw środków naprowadzania rakiety /myśliwca/ z dwoma stacjami radiolokacyjnymi.

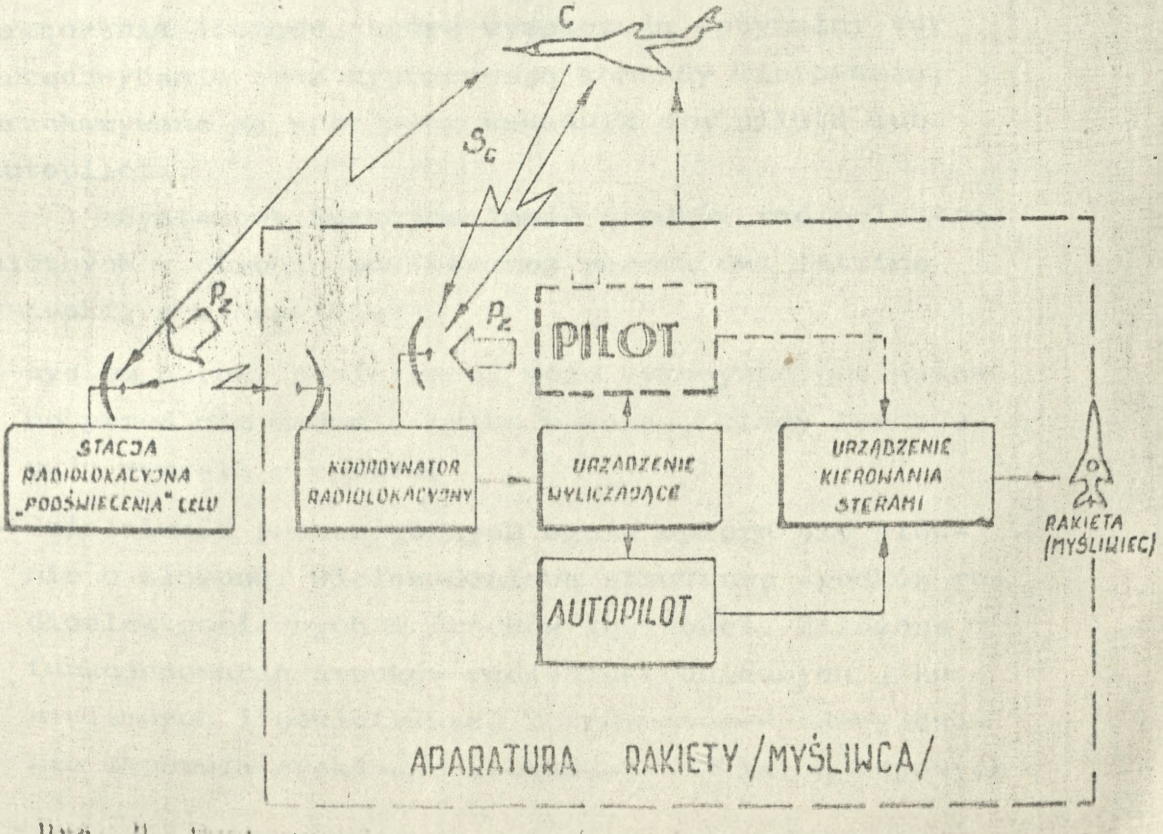


Rys. 7. Funkcjonalny zestaw środków naprowadzania myśliwca /rakiety/ w rożimie zautomatyzowanym z jedną stacją radiolokacyjną.

wyznaczonego, wypracowywane są komendy korekcyjne. Komendy podawane są do szyfratora wykonawczej radiolinii kierowania, które następnie przekazane są na pocisk kierowany lub myśliwiec. Po deszyfracji w pocisku lub myśliwcu komendy korekcyjne poprzez autopilota oddziaływują na układy sterowane w celu zapewnienia zgodności toru lotu z wyznaczonym.

W rożnie zautomatyzowanym współrzędne celu powietrznego G oraz myśliwca M /lub pocisku/ określane są przez operatora na urządzeniu wyjściowym stacji radiolokacyjnej. Następnie, w zależności od stopnia automatyzacji, komendy wykonawcze dotyczące korelacji kursu lotu według kursu wyznaczonego operator przekazuje poprzez linię łączności /na rys. 6 linia przerywana/ lub wprowadza współrzędne celu powietrznego i myśliwca w urządzenie liczące, powiązane z szyfratorem wyjściowej radiolinii kierowania.

Grupa środków radioelektronicznych samonaprowadzania /przedstawiona na rys. 8/ rozpoczyna funkcjonowanie, wówczas kiedy zakończył się proces naprowadzania, a myśliwiec lub pocisk został wyprowadzony



Rys. 8. Funkcjonalny zestaw środków samonaprowadzania.

w bezpośrednią przestrzeń położenia celu powietrznego. Zadaniem samonaprowadzania jest kompensacja nagromadzonych błędów podczas naprowadzania za pomocą koordynatora radiolokacyjnego wykonującego dokładny pomiar współrzędnych celu powietrznego w granicach promienia rażenia ładunku wybuchowego.

Współcześnie, ze względu na sposób samonaprowadzania, występują trzy typy koordynatorów radiolokacyjnych, a mianowicie: aktywny, półaktywny i pasywny.

Aktywny radiolokator przedstawia sobą pokładową stację radiolokacyjną, posiadającą urządzenie nadawczo-odbiorcze. Natomiast koordynator półaktywny posiada tylko urządzenie odbiorcze, które opracowuje sygnały odbite od celu powietrznego pochodzące od specjalnej, naziemnej /dla pocisku/ lub powietrznej /dla myśliwca/ stacji radiolokacyjnej tzw. "podświecającej cel". Pasywny koordynator radiolokacyjny dla określenia współrzędnych wykorzystuje sygnały pochodzące od celu powietrznego.

Współrzędne bieżące celu powietrznego z wyjścia koordynatora radiolokacyjnego podawane są na urządzenia liczące, które wyznaczają optymalny tor przechwycenia oraz wypracowują komendy kierowania, przekazywane na specjalny wskaźnik dla pilota lub autopilota.

Systemowa funkcjonalność środków radioelektronicznych w obronie powietrznej nasuwa dwa istotne wnioski, a mianowicie:

- system obrony powietrznej może wykonywać postawione przed nim zadania tylko wówczas, kiedy funkcjonują wszystkie ogniwa;
- działalność poszczególnych ogniw opiera się głównie o złożoną, wielozadaniową strukturę środków radioelektronicznych i środków łączności. Założono funkcjonowanie środków radioelektronicznych jako naziemnych i powietrznych koordynatorów zdecydowanie zapewnia efektywne prowadzenie działań bojowych

z nieprzyjacielem powietrznym we wszystkich warunkach sytuacji powietrznej.

Dlatego też we współczesnej walce radioelektronicznej lotnictwa uderzeniowego koordynatory stanowiące zespół środków radioelektronicznych kierowania w systemie obrony powietrznej strony przeciwnej, są zasadniczymi obiektami obezwładnienia podczas jej pokonywania i atakowania wyznaczonych obiektów.

Współczesny rozwój obrony powietrznej, charakteryzujący się przejściem od obrony obiektowej do strefowej, wniósł szereg istotnych cech nie tylko dotyczących sposobów wykonywania uderzeń na wyznaczone obiekty naziemne, ale również i na sposoby jej pokonywania, zwłaszcza na duże głębokości. Właśnie wymienione względy, rzutują na treść walki radioelektronicznej dotyczącej różnorodności stosowanych form, środków i sposobów.

Jeżeli prowadzona przez lotnictwo uderzeniowe walka radioelektroniczna ma zwiększyć bezpieczeństwo jego działań, to efektywność prowadzonego przeciwdziałania radioelektronicznego powinna sprowadzać się do zmniejszenia wywołanych strat przez obronę powietrzną strony przeciwnej.

Zastosowanie wymienionego kryterium sprowadza się do oceny wpływu walki radioelektronicznej na straty poniesione od środków ogniowych obrony powietrznej, w szczególności od naziemnych zestawów przeciwlotniczych pocisków kierowanych i myśliwców.

Jednak z przyczyn powiązania funkcjonalnego, ocenę strat doznanych od przeciwlotniczych pocisków kierowanych i myśliwców należy przeprowadzić z uwzględnieniem również systemu radiolokacyjnego, zabezpieczającego działania obrony powietrznej. Tak systemowo ujęty problem może ujawnić wpływ stosowanej walki radioelektronicznej przez lotnictwo uderzeniowe na efektywność obrony powietrznej przeciwnika.

Informacja uzyskana od systemu radiolokacyjnego

o sytuacji powietrznej determinuje terminowe zwalczanie środków napadu powietrznego. W tym wypadku, chodzi głównie, o ogniwo dowodzenia, które w oparciu o posiadaną informację o sytuacji powietrznej dokonuje podziału oraz wskazywania celów powietrznych środkom aktywnym obrony powietrznej. Dlatego też walka radioelektroniczna prowadzona przez lotnictwo uderzeniowe winna komplikować ocenę sytuacji powietrznej, co w konsekwencji winno prowadzić do nieracjonalnego podziału wysiłków na działające cele powietrzne oraz nieterminowe rozpoczęcie działań przez środki aktywne.

Komplikowanie sytuacji powietrznej uzyskuje się przez:

- zmniejszenie powierzchni skutecznej odbicia ŚNP i zwiększenie zdolności pochłaniania energii elektromagnetycznej przez środowisko, co zapewnia zmniejszenie zasięgu wykrywania celów powietrznych przez zespół rozwiniętych stacji radiolokacyjnych;
- oddziaływanie zakłóceń czynnych maskujących oraz utworzenie pasów z odbijających elementów przeciwradiolokacyjnych, osłaniających oddzielne części przestrzeni powietrznej przed rozpoznaniem radiolokacyjnym, których rozmiary zapewniają maskowanie ugrupowania samolotów uderzeniowych;
- zastosowanie powietrznych celów pozornych oraz odzewowych zakłóceń czynnych, dezinformacyjnych;
- zerwanie funkcjonowania systemu łączności.

Ma to istotny wpływ na prawdopodobieństwo niszczenia celów powietrznych w konkretnie rozpatrywanym nalocie, co wynika ze znanego wzoru:

$$P = 1 - (1 - P_1)^n \quad , \qquad /1.1/$$

Gdzie: P_1 - prawdopodobieństwo zniszczenia samolotu /celu/ pojedyńczym atakiem myśliwca lub pojedyńczym przeciwlotniczym pociskiem kierowanym;

$\bar{n}$ { - ilość ataków wykonanych przez myśliwce;
- ilość wykonanych strzelań przeciwlotniczymi pociskami kierowanymi.

Uzyskane zmniejszenie zasięgu wykrywania środków radioelektronicznych przez lotnictwo uderzeniowe w wyniku oddziaływania zakłóceń, stronie przeciwnej skraca również czas na ocenę sytuacji i podjęcie decyzji na ich zwalczanie. W konsekwencji tego zmniejsza się liczba wykonanych ataków przez myśliwce oraz liczba wykonanych strzelań przeciwlotniczymi pociskami kierowanymi. Zmniejsza się więc ogólna efektywność ognia OP przez niewydolność systemu radiolokacyjnego. Wskaźnikiem efektywności walki radioelektronicznej lotnictwa uderzeniowego może być stosunek średniej liczby wykonanych ataków przez myśliwce lub wykonanych strzelań przeciwlotniczymi pociskami kierowanymi do średniej liczby nie wykonanych ataków przez myśliwce lub nie wykonanych strzelań pociskami kierowanymi, co można wyrazić wzorem:

/1.2/

$$q = \frac{\bar{n}_{NLM}}{\bar{n}_{LM}} \quad oraz \quad q = \frac{\bar{n}_{NWR}}{\bar{n}_{WR}},$$

gdzie: $\bar{n}_{NLM}$ - średnia liczba nie wykonanych ataków przez myśliwce;

$\bar{n}_{LM}$ - średnia liczba wykonanych ataków przez myśliwce;

$\bar{n}_{NWR}$ - średnia liczba nie wykonanych strzelań przeciwlotniczymi pociskami kierowanymi;

$\bar{n}_{WR}$ - średnia liczba wykonanych strzelań przeciwlotniczymi pociskami kierowanymi.

Współzależność między liczbą wykonanych ataków przez myśliwce, a zmniejszeniem się radiolokacyjnej strefy informacji można traktować w przybliżeniu jako proporcjonalną, którą można wyrazić wzorem:

$$q_{LM} = \frac{n_{NLM}}{n_{LM}} \approx \frac{D_z}{D_o} \quad , \qquad /1.3/$$

gdzie: D_o - zasięg wykrywania RLS bez oddziaływania zakłóceń;

D_z - zasięg wykrywania RLS podczas oddziaływania zakłóceń.

Natomiast średnią liczbę wykonanych strzelań przez zestaw przeciwlotniczych pocisków kierowanych do celu powietrznego w strefie ognia można określić na podstawie wzoru:

$$\bar{n}_{WR} = 1 + \left[\left(\frac{\lg \frac{D_1 + V_o + t_{cn}}{D_{min} + V_r t_{cn}}}{\lg \left(1 + \frac{V_o}{V_r} \right)} \right) \right] , \qquad /1.4/$$

gdzie: D_1 - odległość do celu po pierwszym starcie pocisku;

D_{min} - minimalna odległość celu powietrznego od zestawu, przy której można odpalić następny pocisk kierowany;

V_r - średnia prędkość lotu przeciwlotniczego pocisku kierowanego;

V_o - średnia prędkość lotu samolotu /celu/;

t_{cn} - czas celowania liczony od chwili spotkania się pocisku z samolotem /celem/ do momentu odpalenia następnego pocisku.

Jeżeli samoloty /cele/ nie stosowały zakłóceń, wówczas odległość strzelania do celu równa się maksymalnemu zasięgowi zestawu przeciwlotniczych pocisków kierowanych i wynosi:

$$D_1 = D_{maks} \quad , \qquad /1.5/$$

Natomiast w warunkach stosowania zakłóceń przez samoloty /celo/ odległość strzelania do samolotu /celu/ można określić na podstawie wzoru:

$$D_1 = \frac{D_z - V_o t_o}{1 + \frac{V_o}{V_r}} , \qquad /1.6/$$

gdzie: D_z - zasięg wykrycia samolotu /celu/ podczas oddziaływania zakłóceń maskujących;
t_o - czas liczony od chwili wykrycia celu do chwili startu pocisku.

Uzyskane dane ze wzorów /1.4 i 1.5/ określają możliwą średnią liczbę wykonanych strzelań przeciwlotniczymi pociskami kierowanymi $\bar{n}_{WR}$. Natomiast wzory /1.6 i 1.4/ określają średnią liczbę odpalonych pocisków przy oddziaływaniu zakłóceń. Wskaźnik efektywności zastosowanych przez lotnictwo uderzeniowe zakłóceń radioelektronicznych stanowią wyniki uzyskane ze wzorów /12 i 13/.

Obliczone wartości $\bar{n}_{WR}$ i $\bar{n}_{NWR}$ można wykorzystać do oceny prawdopodobieństwa rażenia samolotu /celu/ P_1 przez pojedynczy przeciwlotniczy pocisk kierowany.

Zastosowanie w ostatnich latach przez lotnictwo uderzeniowe strony napadającej nosicieli sterowanych odległościowo występujących w roli celów pozornych, np. BQM-34 również stwarza przesłanki zmniejszające liczbę ataków myśliwców oraz wykonanych strzelań przeciwlotniczymi pociskami kierowanymi na samoloty nosiciele potencjału obezwładniającego. Wymienioną zależność można wyrazić wzorem:

$$q = \frac{m_r}{m_r + m_p} , \qquad /1.7/$$

gdzie: m_r - liczba rzeczywistych celów powietrznych;
m_p - liczba pozornych celów powietrznych.

Oczywiście, wartość q wyrażona wzorem /1.7/ kształtować się będzie analogicznie, jak w przypadku

zastosowania odzewowych, czynnych zakłóceń dezinformacyjnych i wynosić będzie:

$$q = q_{LM} \quad \text{oraz} \quad q = q_{WR}$$

Na podstawie wskaźników efektywności przeciwdziałania radioelektronicznego otrzyma się wartości przybliżone. Jednak przy ich pomocy określi się efektywność przedsięwzięć zastosowanych przez lotnictwo uderzeniowe w powietrznej walce radioelektronicznej.

Przytoczone wskaźniki sugerują, że efektywność przeciwdziałania radioelektronicznego, zastosowanego przez lotnictwo uderzeniowe uzależnione jest od:

- parametrów zastosowanych zakłóceń i odporności na nie środków radioelektronicznych obrony powietrznej strony przeciwnej;
- wzajemnego usytuowania tłumionych naziemnych środków radioelektronicznych oraz samolotów /celów/ osłanianych zakłóceniami;
- początkowego czasu zastosowania wybranego rodzaju zakłóceń i długotrwałości ich oddziaływania na środki radioelektroniczne obrony powietrznej strony przeciwnej oraz rubieży oddziaływania ogniowego.

Wymienione zależności ujawniają chronologię prowadzonej walki radioelektronicznej przez lotnictwo uderzeniowe, które podczas tworzenia bezpiecznych pasów pokonywania obrony powietrznej strony przeciwnej przekształca się w totalne natarcie radioelektroniczne[x/].

Uzyskaniu totalnego natarcia radioelektronicznego podporządkowano formy działań i środków, które przedstawiono na rysunku zamieszczonym na następnej stronie.

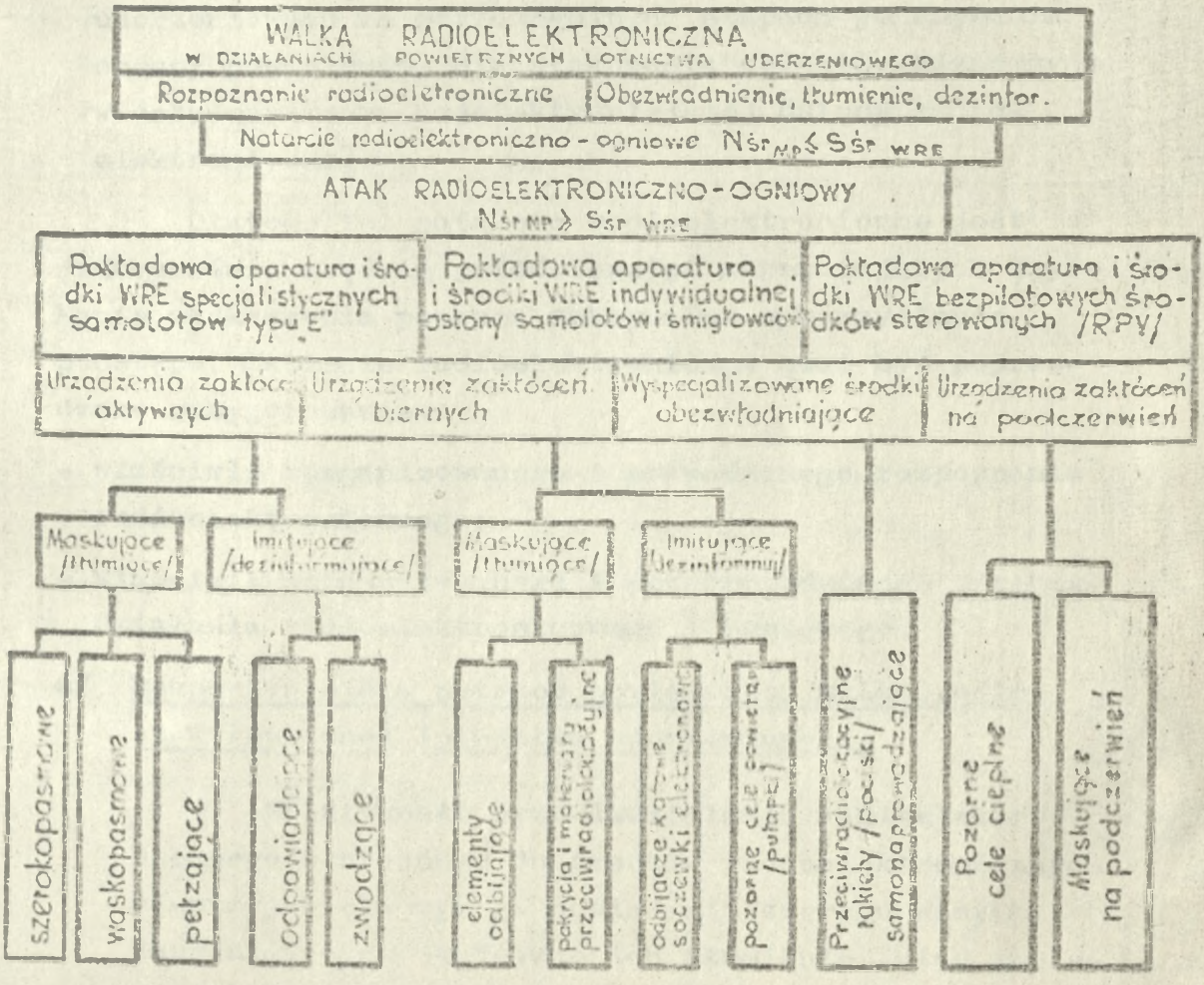
---

x/ "Natarcie radioelektroniczne" ogół skoncentrowanych przedsięwzięć i ataków radioelektronicznych oraz ogniowych, skierowanych na systemowe stłumienie środków radioelektronicznych nieprzyjaciela w określonym rejonie, które uniemożliwiają jego siłom i środkom swobodę w działaniu, mimo zastosowania kontrprzedsięwzięć organizacyjnych i technicznych.

Dwie pierwsze wymienione wyżej zależności służą do ilościowej oceny uzyskania zamierzonego zmniejszenia stref działania środków radioelektronicznych obrony powietrznej strony przeciwnej.

Zmniejszenie stref działania środków radioelektronicznych, głównie stacji radiolokacyjnych uzyskuje się przez:

- wszechstronne rozpoznanie usytuowania rozwiniętych stacji radiolokacyjnych obrony powietrznej strony przeciwnej oraz ich taktyczno-technicznych możliwości w celu ustalenia optymalnych warunków zastosowania przeciwdziałania radioelektronicznego;
- zastosowanie wymaganych mocy zakłócających, co uzyskuje się przez użycie określonej liczby pokładowych i innych urządzeń zakłócających z wymaganymi taktyczno-technicznymi możliwościami.



Klasyfikacja form walki radioelektronicznej i stosowanych w nich środków we współczesnych działaniach lotnictwa uderzeniowego

Natomiast wymieniona zależność trzecia związana jest ściśle z podziałem wysiłków, zapewniających wykonanie totalnego natarcia radioelektronicznego, które uzyskuje się przez:

- zastosowanie odpowiednich rodzajów zakłóceń w zależności od rubieżowego położenia samolotów lotnictwa uderzeniowego w początkowym etapie pokonywania obrony powietrznej strony przeciwnej;
- ustalenie kolejnych rubieży intensywnego zakłócania i oddziaływania środkami ogniowymi na wybrane środki radioelektroniczne, najgroźniejsze w rejonie aktualnego położenia samolotów lotnictwa uderzeniowego;
- ustalenie najbardziej dogodnego ugrupowania samolotów uderzeniowych na poszczególnych etapach pokonywania obrony powietrznej dla atakowania obiektów naziemnych w celu uzyskania najefektywniejszej osłony radioelektronicznej.

Dlatego też natarcie radioelektroniczne jest jednocześnie częścią przedsięwzięć zapewniających uzyskanie zaskoczenia poprzez maksymalne wykorzystanie podstępu. Natarcie radioelektroniczne musi być poprzedzone przygotowaniem:

- właściwie zorganizowanego i prowadzonego rozpoznania radioelektronicznego;
- właściwie zorganizowanego i przeprowadzonego przeciwdziałania radioelektronicznego i ogniowego.

a/ <u>Rozpoznanie dla potrzeb powietrznej walki radioelektronicznej lotnictwa uderzeniowego.</u>

Efektywność przeciwdziałania radioelektronicznego w stosunku do środków radioelektronicznych nieprzyjaciela wymaga posiadania szeregu danych, zapewniających skuteczne ich tłumienie. Stąd zabiegi zmierzające do ich uzyskania realizowane są przez wszystkie rodzaje rozpoznania sił zbrojnych, a rozpoznanie radioelektroniczne w szczególności.

Przy czym rozpoznanie radioelektroniczne powietrzno-kosmiczne ma znaczenie priorytetowe. Priorytetowość rozpoznania radioelektronicznego potwierdziły doświadczenia wojen lokalnych. Na przykład w działaniach w Wietnamie ustalenie usytuowania pozycji ogniowych zestawów przeciwlotniczych pocisków kierowanych w oparciu o rozpoznanie fotograficzne wymagało 10 godz. Natomiast zmianę pozycji zestawów przeciwlotniczych pocisków kierowanych można było dokonać w ciągu zaledwie 4 godz. Dlatego też szukano sposobów zmniejszenia czasu potrzebnego do uzyskania terminowych danych dla prowadzenia działań bojowych. Właśnie rozpoznanie radioelektroniczne może sprostać tym wymaganiom.

W oparciu o dane uzyskane z rozpoznania radioelektronicznego w wojnach lokalnych lotnictwo uderzeniowe wykonywało ataki na wykryte obiekty naziemne oraz określono również sposoby pokonywania obrony powietrznej strony przeciwnej.

Obowiązująca doktryna w NATO przewiduje intensywne prowadzenie kompleksowego rozpoznania radioelektronicznego już w okresie pokoju[x/]. Skierowane jest ono głównie na uzyskanie wiarygodnej informacji dotyczącej wojsk rakietowych przeznaczenia strategicznego, rozmieszczenia elementów obrony powietrznej oraz obrony przeciwrakietowej, a także sieci lotnisk rozmieszczonych na przewidywanych teatrach działań wojennych. Podkreśla się w szczególnym nasileniu, że rozpoznanie radioelektroniczne różni się od innych rodzajów rozpoznania, a ponadto charakteryzuje się następującymi właściwościami:

- prowadzi się je bez bezpośredniego kontaktu z obiektami rozpoznania;
- obejmuje dużą odległości, przestrzenie i zakresy, które określone są właściwościami propagacji fal różnych częstotliwości;
- funkcjonuje nieprzerwanie w różnych porach roku i doby oraz we wszystkich warunkach meteorologicznych;

---

x/ Chodzi w tym przypadku o ciągłe wykorzystanie systemu PLSS /Precision Location Strike System/.

- zapewnia uzyskanie wiarygodnej informacji pochodzącej bezpośrednio od przeciwnika /za wyjątkiem przypadków dezinformacyjnych/;
- zapewnia zdobywanie dużej ilości informacji, różnego charakteru i treści oraz otrzymywanie jej w krótkim czasie i często w realnej skali czasu;
- jest żywotne i w wielu przypadkach nieosiągalne dla przeciwnika;
- działa skrycie, dzięki czemu przeciwnik nie jest w stanie ustalić faktu prowadzenia rozpoznania.

Wymienione zalety rozpoznania radioelektronicznego umieszczają jego w rzędzie wiodącym podczas pracy środków radioelektronicznych strony przeciwnej. Jednak nawet w przypadku całkowitego przerwania ich pracy również fakt ten może służyć jako określone źródło informacji.

Współczesne rozpoznanie radioelektroniczne prowadzone jest w zakresie fal elektromagnetycznych od milimetrowych / $3 \cdot 10^{10} - 3 \cdot 10^{11}$ Mhz/ do bardzo długich /3-30 khz/.

W wojskowym nazewnictwie Stanów Zjednoczonych wyodrębniono następujące rodzaje rozpoznania radioelektronicznego:

- rozpoznanie radiowe /Comunication Intelligence /Comint/;
- rozpoznanie radiolokacyjne /Radar Intelligence /Radint/;
- rozpoznanie telewizyjne /Tellewision Intelligence /Tolint/;
- rozpoznanie na podczerwień /Infrared Sets Reconnaissance/.

Zgodnie z doktryną NATO rozpoznanie radioelektroniczne w zależności od przeznaczenia, treści i zasięgu podzielone na strategiczne i taktyczne.

Strategiczne rozpoznanie radioelektroniczne

jest ważniejszą składową ogólnego rozpoznania strategicznego. Prowadzone jest w interesach organów państwowych oraz wyższego kierownictwa siłami zbrojnymi. Powołane jest nie tylko do określenia militarnych i ekonomicznych zasobów strony przeciwnej ale również i terminowego rozszyfrowania jej zamiaru militarno-politycznego. Skierowane jest również na ustalenie usytuowania baz oraz pozycji startowych broni jądrowej i sieci lotnisk lotnictwa strategicznego. Wypływające wnioski z uzyskanych rezultatów rozpoznania radioelektronicznego służą do podjęcia decyzji o rozpoczęciu wojny i prowadzeniu operacji strategicznych łącznie z danymi uzyskanymi z innych rodzajów rozpoznania.

Taktyczne rozpoznanie radioelektroniczne uważane jest za jedno z podstawowych rodzajów zabezpieczenia działań lotnictwa uderzeniowego i odgrywa zasadniczą rolę w powietrznej walce radioelektronicznej. Polega na ciągłym śledzeniu źródeł promieniowania elektromagnetycznego strony przeciwnej. Uzyskana informacja wykorzystywana jest dla bezpośredniego prowadzenia działań bojowych przez pododdziały, oddziały i związki taktyczne lotnictwa uderzeniowego.

Do najbardziej interesujących urządzeń i systemów radioelektronicznych należą:

- aktywne środki łączności radiowej, które wykorzystywane są we wszystkich rodzajach sił zbrojnych oraz kierowania państwem;
- stacje radiolokacyjne różnego typu i przeznaczenia, wykorzystywane głównie w obronie powietrznej;
- zautomatyzowane systemy dowodzenia;
- systemy śledzenia i naprowadzania pocisków oraz kompleksów przeciwrakietowych, a także obiektów kosmicznych;
- systemy radionawigacyjne wykorzystywane w morskiej, powietrznej i kosmicznej radionawigacji;
- telemetryczne systemy przekazywania informacji.

Współcześnie wykorzystywane stacje rozpoznania radioelektronicznego w stosunkowo krótkim czasie są zdolne:

- szybko określić częstotliwość roboczą /nośną/ wykrytych sygnałów od urządzeń radioelektronicznych nieprzyjaciela;
- analizować odbierane sygnały i określać kierunek ich odbioru;
- szczegółowo określać zasadnicze parametry rozpoznawanych sygnałów i promieniujących ich źródeł, a szczególnie:
  - rodzaj manipulacji;
  - reżim przekazywania sygnału /impulsowy, ciągły/;
  - częstotliwość powtarzania impulsów;
  - długość impulsów;
  - rodzaj polaryzacji sygnałów;
  - charakterystykę kierunkową anteny i częstotliwość skanowania systemu antenowego;
- wprowadzać dane rozpoznawcze w urządzenie pamięciowe lub prowadzić ich obróbkę przy pomocy EMC;
- sterować włączaniem nadajników zakłócających na wymagane pasma częstotliwości.

Dane uzyskane przy pomocy rozpoznania radioelektronicznego posiadają użyteczność wszechstronną. Dlatego też ze względu na treść informacja z rozpoznania radioelektronicznego dzieli się na operacyjną i techniczną.

Informacja operacyjna dotyczy danych, potrzebnych dla realizacji zadań operacyjnych wyższego kierownictwa sił zbrojnych, obejmującą:

- jawną lub zaszyfrowaną informację, przekazywaną przez stronę przeciwną w różnych kanałach łączności;
- taktyczno-techniczne możliwości i właściwości rozpoznawanych, aktywnych systemów radioelektronicznych

/częstotliwość strojenia, rodzaj modulacji i manipulacji, charakterystyki promieniowania anten, moc promieniowaną przez anteny i inne/, określające ich charakter radioelektroniczny;

- typy systemów radioelektronicznych: łączności radiowej, radiolokacji, radionawigacji, naprowadzania pocisków oraz dalekiego wykrywania, a także telemetrycznego przekazywania danych;
- liczbę wykrytych systemów radioelektronicznych strony przeciwnej;
- usytuowanie i terytorialne nasycenie źródłami promieniowania energii elektromagnetycznej strony przeciwnej.

Zestawiając dane uzyskane z rozpoznania radioelektronicznego, z danymi pochodzącymi z innych rodzajów rozpoznania można ustalić przeznaczenie, typ, ilość oraz usytuowanie urządzeń radioelektronicznych. Umożliwia to ustalenie dyslokacji jednostek wojskowych, baz, lotnisk i innych obiektów militarnych.

Informacja techniczna obejmuje dane o nowych systemach uzbrojenia i kierowania, opartych o układy radioelektroniczne oraz o ich parametrach. Celem zdobywania informacji technicznej jest terminowe rozpracowanie metod i środków rozpoznania radioelektronicznego, umożliwiających wykrywanie nowych systemów uzbrojenia i środków dowodzenia strony przeciwnej. Informacja techniczna o nowych urządzeniach radioelektronicznych nieprzyjaciela umożliwia terminowe przeciwstawienie efektywnych środków oraz metod przeciwdziałania radioelektronicznego. Twierdzi się również, że systematyczna analiza technicznych właściwości nie znanych wcześniej urządzeń radioelektronicznych i systemów, a także stosowanych metod zezwala na ustalenie faktu nowego typu uzbrojenia lub nowych, skuteczniejszych środków dowodzenia. Jest to istotne we współczesnej rewolucji naukowo-technicznej.

Wielopłaszczyznowość problemów rozpoznania

radioelektronicznego uwzględniająca jego zasięg, który związany jest z właściwościami propagacji fal elektromagnetycznych, zmusza jednoczesne prowadzenie rozpoznania z kosmosu, morza, lądu i powietrza. Tylko zintegrowany system rozpoznania radioelektronicznego może zapewnić uzyskanie wszechstronnych danych dla każdego z osobna wziętych rodzajów sił zbrojnych. Dane tego typu najbardziej niezbędne są dla prowadzenia efektywnej walki radioelektronicznej.

Kosmiczne rozpoznanie radioelektroniczne jest najnowszym rodzajem rozpoznania strategicznego. Prowadzone jest przy pomocy sztucznych satelitów ziemi. Satelity wyposażone są w radioelektroniczne, telewizyjne i fotograficzne urządzenia rozpoznawcze, umożliwiające rozwiązywanie złożonych zadań, wynikających z rozpoznania strategicznego.

Kosmicznemu rozpoznaniu radioelektronicznemu przyznaje się wiele zalet w porównaniu z naziemnym, morskim i powietrznym. Zdolne jest rozpoznawać cele znajdujące się w głębi terytorium, a które dla innych rodzajów rozpoznania jest niedostępne. Właśnie przy pomocy kosmicznego rozpoznania radioelektronicznego można uzyskać najbardziej wiarygodne dane dotyczące systemu obrony powietrznej i antyrakietowej, startowych pozycji międzykontynentalnych rakiet balistycznych, lotnisk lotnictwa strategicznego i wiele innych danych dotyczących sił zbrojnych strony przeciwnej.

Rozpoznanie radioelektroniczne prowadzone przy pomocy sztucznych satelitów zapewnia:

- obserwację wybranych celów z najbardziej dogodnych pozycji w przestrzeni kosmicznej;
- obserwację znacznej części powierzchni ziemi;
- prowadzenie wielokrotnego przeglądu rozpoznawanych obiektów na powierzchni ziemi z określoną częstotliwością, w ustalonym przedziale czasu. Natomiast w sposób ciągły z wykorzystaniem satelitów synchronicznych;

- gromadzenie informacji i jej przekazywanie w krótkim czasie oraz z dużą szybkością;
- uzyskanie wysokiej wiarygodności zdobywanej informacji.

Dla organizacji skutecznej powietrznej walki radioelektronicznej, kosmiczne rozpoznanie również posiada znaczenie szczególne. W najbliższej przyszłości Stany Zjednoczone zamierzają prowadzić kosmiczne rozpoznanie radioelektroniczne przy pomocy orbitalnych laboratoriów krążących. Obecnie wykorzystywane są dwa typy sztucznych satelitów, zapewniających ogólne i szczegółowe rozpoznanie radioelektroniczne.

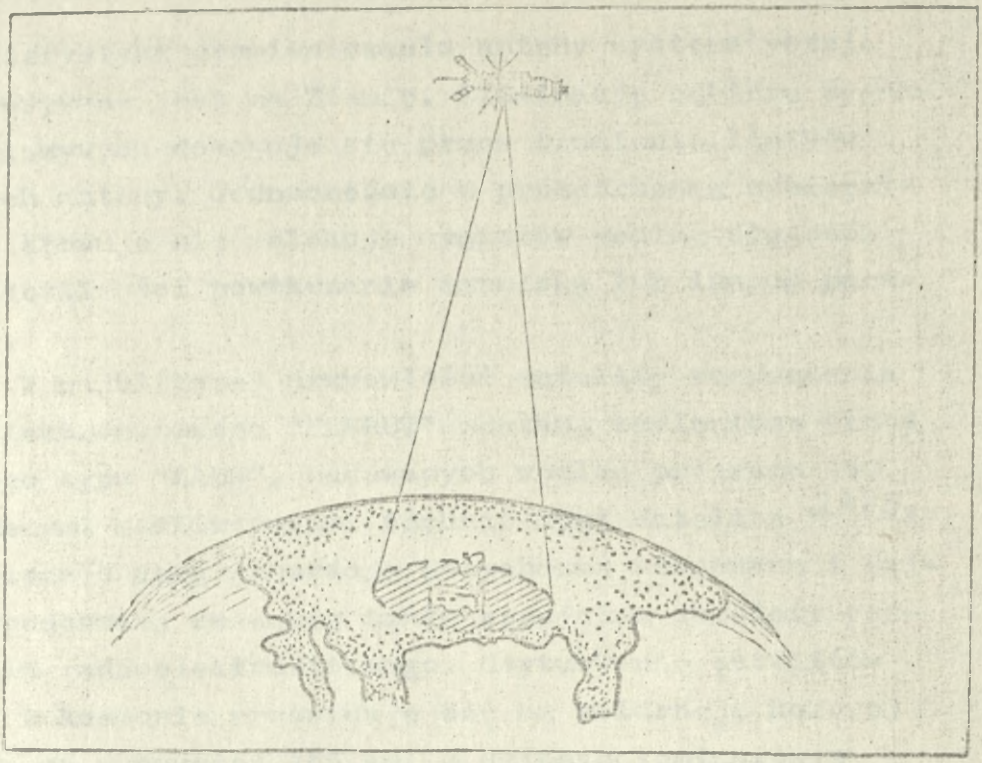
Zadaniem satelitów ogólnego rozpoznania radioelektronicznego, wyposażonych w panoramiczne odbiorniki szerokowstęgowe i urządzenia rejestracyjne jest ustalenie zakresu wykorzystywanych częstotliwości oraz rodzaju pracy rozpoznawanych środków radioelektronicznych. Uzyskane dane z ich funkcjonowania służą kolejnej analizie sygnałów przez satelity rozpoznania szczegółowego.

Satelity rozpoznania szczegółowego wyposażone są w radionamiernik oraz odbiorczo-analityczną aparaturę przeznaczoną do przechwytywania, namierzania i analizy sygnałów wstępnie wykrytych środków radioelektronicznych. Satelitarne rozpoznanie radioelektroniczne zapewnia tzw. pionową obserwację środków radioelektronicznych.

Przy pionowej obserwacji środków radioelektronicznych anteną zwróconą do ziemi /rys. 13/, okresowo kontroluje się odpowiedni pas terenu. Położeniem aparatury rejestrującej moment odbioru fal można określić usytuowanie środków radioelektronicznych na powierzchni ziemi.

Powierzchnia podlegająca obserwacji podczas poszukiwania zależy od wysokości lotu satelity i szerokości charakterystyki anteny urządzenia rozpoznawczego, którą można określić wzorem:

$$S = \pi \left(h \operatorname{tg} \frac{\theta_r}{2} \right)^2 , \qquad /1.12/$$



Rys. 13. Satelitarne pionowe rozpoznanie radioelektroniczne.

gdzie: S - powierzchnia obejmująca zasięg rozpoznawanych środków radioelektronicznych;

h - wysokość lotu satelity rozpoznawczego;

Q_r - szerokość charakterystyki anteny urządzenia odbiorczego.

Prawdopodobieństwo wykrycia źródła promieniowania elektromagnetycznego określa się prawdopodobieństwem zgodności momentu obserwacji rejonu rozmieszczenia i promieniowania rozpoznawczego urządzenia radioelektronicznego.

Aparatura rozpoznania radioelektronicznego zastosowana w kosmicznych systemach satelitarnych może wykrywać i rejestrować źródła promieniowania fal elektromagnetycznych, tylko w tym przypadku, jeżeli posiada zdolność selekcji sygnałów, różniących się według wyodrębnionego parametru. Przestrzenną selekcję dużej ilości sygnałów podających się na wejście pokładowej aparatury, osiąga się przez zastosowanie anten o wąskiej charakterystyce kierunkowej, które [illegible]

charakterystyki promieniowania anteny systematycznie nakierowywany jest na Ziemię. Eliminację odbioru sygnałów fałszywych dokonuje się przez tłumienie listków bocznych anteny. Jednocześnie z przestrzenną wybieralnością stosuje się selekcję sygnałów według długości i częstotliwości powtarzania impulsów lub innych parametrów.

W najbliższej przyszłości satelity rozpoznania radioelektronicznego "FERRET" zostaną zamienione przez nowszego typu "LABS", budowanych według programu 467. Posiadanymi możliwościami technicznymi satelita "LAPS" przewyższa o całą generację dotychczas stosowane i najprawdopodobniej zastąpią także specjalne samoloty rozpoznania radioelektronicznego. Usytuowanie satelitów "LAPS" w kosmosie przewiduje się na polarnej, kołowej orbicie na wysokości 185 km, z dziesięciominutowym okresem krążenia wokół Ziemi. Waga 10 ton. Długość satelity 15 m.

Morskie rozpoznanie radioelektroniczne prowadzone jest z nawodnych i podwodnych okrętów, wyposażonych w różnorodną aparaturę rozpoznania radioelektronicznego. Na przykład starszego typu okrętowe, pokładowa stacja rozpoznania jeszcze eksploatowana AN/WRL-1 w Marynarce Wojennej Stanów Zjednoczonych umożliwia dokonywanie namiaru na rozpoznawane urządzenie radioelektroniczne oraz analizę i określenie zasadniczych parametrów sygnałów impulsowych /długość, częstotliwość powtarzania impulsu i innych/. Zapewnia przechwytywanie sygnałów w zakresie od 50-10750 MHz. Cały zakres podzielony jest na pięć podzakresów. Rozwiązanie konstrukcyjne przy analizie przechwytywanych sygnałów umożliwia automatyczną, panoramiczną obserwację całego zakresu częstotliwości lub ręczne strojenie na częstotliwość wyznaczoną. Czułość urządzenia odbiorczego w zależności od częstotliwości waha się w przedziale od 78-94 dB na 1 mWat. W stacji dla analizy sygnałów i określenia namiaru służy zamontowany

wskaźnik, pracujący na lampie oscyloskopowej.

Stacja posiada szereg niedostatków względem wymagań współczesnych. Głównie z nich, to mała szybkość poszukiwania w całym zakresie częstotliwości, a także konieczność uczestnictwa operatora w procesie analizy przechwyconych sygnałów. Ponadto ograniczony czas nie gwarantował sprawności przeprowadzonej analizy parametrów przechwyconych sygnałów wykonywanej przez operatora w sposób nie zautomatyzowany. Dlatego też zasadnicze koncepcje, które legły u podstaw modernizacji okrętowych stacji rozpoznania radioelektronicznego, przewidzianych do eksploatacji w latach osiemdziesiątych zakłada maksymalną automatyzację procesu analizy. Opierają się również o zdobyte doświadczenia bojowe uzyskane na środkach rozpoznawczych, zamontowanych na samolotach sił powietrznych Stanów Zjednoczonych w Wietnamie.

W obecnie rozpracowanych i produkowanych stacjach rozpoznania radioelektronicznego typu AN/WLR-6, 8, 11 i 14 usunięto już wyżej wspomniane niedostatki. Każda z nich posiada EMC, zapewniającą automatyczne opracowanie danych oraz sterowanie pracą środków rozpoznawczych. Zastosowano urządzenia natychmiastowego pomiaru częstotliwości oraz określania kierunkowego namiaru na rozpoznawane urządzenie radioelektroniczne, okrętowe lub naziemne. W stacji AN/WRL-14 zastosowano cyfrowe przestrajanie odbiorników rozpoznawczych. Poszerzono zakres rozpoznawanych częstotliwości. I tak na przykład stacja AN/WLR-8 przekrywa zakres od 50 MHz do 18 GHz, natomiast AN/WLR-14 od 40 kHz do 40 GHz. W szeregu stacji rozpoznawczych zainstalowano analizator spektrum dokładnej struktury przechwytywanych sygnałów.

Najciekawszą pozycją współczesnych okrętowych stacji rozpoznania radioelektronicznego jest EMC, opracowująca przechwycone sygnały i według wybranych parametrów zdolna jest określić typ urządzenia opromieniowującego okręt, reżim jego pracy /poszukiwanie,

śledzenie, gotowość do odstrzelenia pocisków kierowanych oraz typ nosiciela urządzeń radioelektronicznych/. Zdolna jest również opracowywać dane napływające z innych źródeł rozpoznania radioelektronicznego /prawdopodobnie z samolotowych urządzeń rozpoznania radioelektronicznego/. Na przykład produkcji W. Brytanii EMC "Suri" współpracująca z okrętowymi stacjami rozpoznania radioelektronicznego mierzy automatycznie parametry przechwytywanych sygnałów. Porównuje uzyskane wielkości z danymi posiadanymi w urządzeniu pamięciowym, a opracowane rezultaty przedstawia w postaci alfanumerycznej. W szczególności w rozpoznawanym urządzeniu radioelektronicznym określa długość i częstotliwość powtarzania impulsów, a także częstotliwości powtarzania impulsów stacji radiolokacyjnych. Określa również częstotliwość i rodzaj skanowania systemów antenowych oraz pracę urządzeń radioelektronicznych w reżimie przestrajania częstotliwości nośnej. Zdolna jest określać rodzaj modulacji przechwytywanych sygnałów.

Szereg danych wyjściowych niezbędnych dla analizy parametrów przechwyconych sygnałów operator może ręcznie wprowadzić do EMC przy pomocy pulpitu sterowniczego. W tym przypadku wykorzystuje się dane uzyskane od innych środków rozpoznania radioelektronicznego lub uprzedzających rezultatów analizy sytuacji taktycznej.

Urządzenie pamięciowe EMC "Suri" może posiadać dane o parametrach 475 stacji radiolokacyjnych różnego typu i przeznaczenia /własnych i nieprzyjaciela/. Sygnały pochodzące od własnych urządzeń radioelektronicznych w dalszego procesu analizy są automatycznie eliminowane.

Proces porównania sygnałów przechwyconych od urządzeń radioelektronicznych z danymi zamieszczonymi w urządzeniu pamięciowym zajmuje około 0,1 sek.

Na wskaźnikach zobrazowujących informację rozpoznawczą w postaci alfanumerycznej przedstawia się

najbardziej prawdopodobny typ RLS /umówionym kodem NATO/, inne urządzenia radioelektroniczne ze wskazaniem prawdopodobieństwa ich właściwego rozpoznania, typ nosiciela stacji radiolokacyjnej /okręt, samolot, naziemna RLS/, kierunkowy namiar oraz wielkość parametrów sygnałów analizowanych przez EMC.

Zalety morskiego rozpoznania radioelektronicznego są ogromne. Jedną z zasadniczych zalet morskiego rozpoznania radioelektronicznego, zwłaszcza w okresie pokoju jest manewrowość okrętów /prowadzących rozpoznanie/, pozwalająca wybierać najbardziej dogodne pozycje w akwenach mórz i oceanów dla jego prowadzenia. Okręty mogą przebywać stosunkowo długi czas na wodach neutralnych i uporczywie prowadzić rozpoznanie szczegółowe.

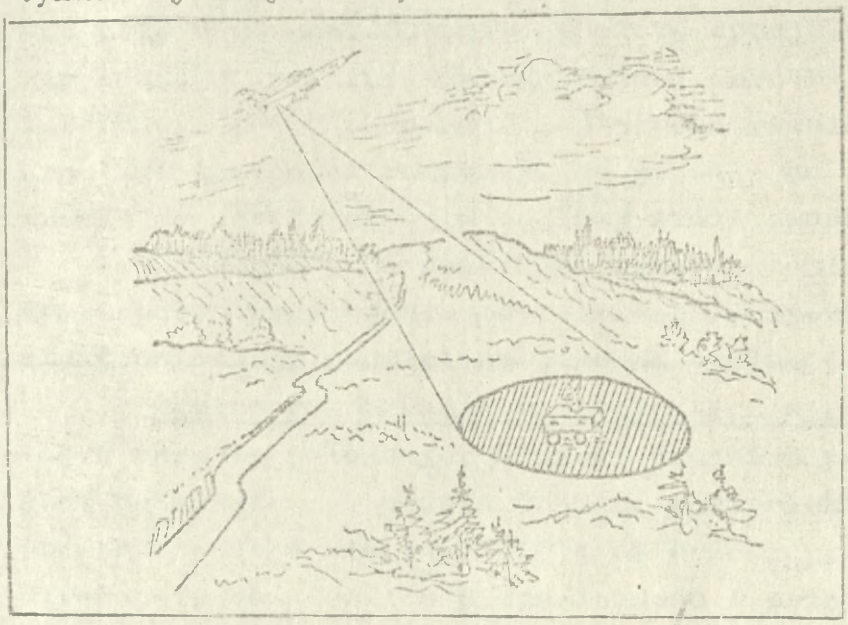
Lądowe rozpoznanie radioelektroniczne prowadzone z powierzchni ziemi stwarza dogodne możliwości dla utworzenia dużych ośrodków wyposażonych w złożoną, wielozadaniową aparaturę stacjonarnego lub ruchomego typu. Na przykład Stany Zjednoczone posiadają około 2000 naziemnych ośrodków rozpoznania radioelektronicznego, których większość rozmieszczona jest wokół państw socjalistycznych.

W ramach wojsk lądowych dla prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego wydzielone są grupy wojskowej służby bezpieczeństwa, składające się z kilku batalionów i kompanii oraz oddziały wojny radioelektronicznej. Wyposażono one są w ruchomą /przewoźną i przenośną/ aparaturę rozpoznawczą.

Powietrzne rozpoznanie radioelektroniczne jest jednym z głównych rodzajów rozpoznania lotniczego. Prowadzone jest przy pomocy pokładowych środków rozpoznawczych, w które wyposaża się samoloty specjalne, strategiczne, taktyczne i pokładowe. Jednak w okresie pokojowym najważniejszą rolę spełniają samoloty przeznaczenia specjalnego prowadzące rozpoznanie radioelektroniczne, strategiczne i taktyczne. Równolegle z aparaturą radioelektroniczną wykorzystywana jest

również fotograficzna, zapewniająca poziomą obserwację terenu.

Poszukiwanie poziome /rys. 14/ prowadzi się przez systematyczną obserwację przestrzeni za linią styczności z nieprzyjacielem lub granicą państwową, przez przechwytywanie sygnałów i określenie kierunku na źródło promieniowania z różnych punktów. Oś anteny urządzenia rozpoznawczego skierowana jest pod określonym kątem do horyzontu w bok od samolotu. W ten sposób można wykrywać środki radioelektroniczne znajdujące się tylko z jednej strony samolotu.



Rys. 14. Poziome rozpoznanie radioelektroniczne.

Samoloty specjalnego rozpoznania radioelektronicznego są wyposażone w następujące urządzenia:

- radiolokacyjną stację rozpoznawczą obserwacji bocznej;
- odbiorniki i urządzenia wyjściowe dla rozpoznawania emisji środków łączności radiowej;
- aparaturę rozpoznawczą naziemnych stacji radiolokacyjnych różnego przeznaczenia;
- urządzenia zapisujące i rejestrujące uzyskaną informację;

- radiostację przeznaczoną dla przekazywania danych do naziemnych organów rozpoznawczych i inne urządzenia pomocnicze.

W samolotach tego typu zastosowano również i telewizyjne urządzenia rozpoznawcze, zapewniające wykrywanie obiektów przy oświetleniu o intensywności 100 razy mniejszej, w porównaniu z pochodzącym od gwiaździstego nieba nocą. Zastosowano urządzenia na podczerwień, przy pomocy których można otrzymać mapy topograficzne i inne, a także w ciągu całej doby rozpoznawać cele naziemne. Obecnie samoloty specjalne wyposaża się także w aparaturę automatycznej obróbki uzyskanej informacji rozpoznawczej i jej przekazywania na ziemię kanałami łączności radiowej, co pozwala na jej doprowadzenie do użytkowników w realnej skali czasu.

Ze względu na charakter wykorzystania danych oraz sposób prowadzenia powietrznego rozpoznania radioelektronicznego podzielono jego na ogólne i wykonawcze.

Ogólne rozpoznanie radioelektroniczne prowadzi się w okresie pokojowym, którego zadaniem podstawowym jest ustalenie usytuowania środków radioelektronicznych prawdopodobnego nieprzyjaciela na przewidywanym TDW. Ustala się również ich przynależność i przeznaczenie oraz taktyczno-techniczne możliwości. Uważa się, że ogólne rozpoznanie radioelektroniczne wspólnie z innymi rodzajami rozpoznania umożliwia ustalenie ugrupowania wojsk oraz rozmieszczenie obiektów militarnych, a także określenie stopnia wrażliwości sprzętu radioelektronicznego strony przeciwnej.

Uzyskane rezultaty wykorzystywane są dla planowania operacji powietrzno-kosmicznych i powietrznych. Służą również dla ustalenia tendencji rozwojowych własnych środków przeciwdziałania radioelektronicznego. Również w oparciu o uzyskane rezultaty na wydzielonych poligonach modeluje się sytuację radioelektroniczną z wybranego TDW, na której sprawdza się efektywność posiadanych w wyposażeniu pokładowych środków przeciw-

działania radioelektronicznego. Ponadto w oparciu o model wypracowywuje się sposoby pokonywania obrony przeciwsamolotowej prawdopodobnego nieprzyjaciela, a także wykonywania uderzeń na obiekty znajdujące się na różnych głębokościach przewidywanego terytorium działań.

Wykonawcze rozpoznanie radioelektroniczne /zwane często specjalnym/ przewidziane jest do prowadzenia na okres bezpośrednich działań lotnictwa uderzeniowego, którego zadanie podstawowe dotyczy wyprzedzającego określenia usytuowania w stosunku do etapów rozwijanej operacji powietrzno-kosmicznej lub powietrznej środków radioelektronicznych obrony powietrznej strony przeciwnej.

Uzyskane rezultaty z rozpoznania wykonawczego w toku bezpośrednich działań lotnictwa uderzeniowego wykorzystuje się dla celów:

- oceny obrony powietrznej strony przeciwnej w przewidywanym rejonie działalności bojowej poszczególnych grup lotnictwa uderzeniowego;
- realizacji przedsięwzięć osłonowych w szczególności stosowania zakłóceń radioelektronicznych naziemnym zestawom przeciwlotniczych pocisków kierowanych oraz wykonywania manewru zmniejszającego ich efektywność;
- realizacji przedsięwzięć osłonowych, w szczególności zakłóceń radioelektronicznych zmniejszających skuteczność oddziaływania lotnictwa myśliwskiego strony przeciwnej;
- niszczenia zespołów, lub pojedyńczych stacji radiolokacyjnych i innych środków radioelektronicznych wchodzących w skład systemów obrony powietrznej.

Według przeznaczenia lotnicze środki rozpoznania radioelektronicznego dzielą się na dwie grupy, a mianowicie: stacje ogólnego i wykonawczego rozpoznania radioelektronicznego.

W stacje ogólnego rozpoznania radioelektronicznego wyposaża się specjalne samoloty rozpoznania

radioelektronicznego oraz rozpoznawcze samoloty strategiczne, taktyczne i pokładowe. Przy ich pomocy dokonuje się namiaru rozwiniętych na TDW środków radioelektronicznych, niezależnie od ich przeznaczenia i przynależności, a także namiaru i szczegółowej analizy parametrów wypromieniowywanych sygnałów. Charakteryzują się one następującymi właściwościami: zdolnością przeciwwytywania sygnałów różnych postaci /impulsowych, ciągłych z modulacją amplitudową i częstotliwościową oraz innych/, odbiorem sygnałów w szerokim zakresie częstotliwości od 60-18000 MHz, wysoką czułością urządzeń odbiorczych i stosunkowo dużą dokładnością namiarów, a także dużym ciężarem /do 500 kg/. Informacja na urządzeniach wyjściowych przedstawiana jest w postaci cyfrowej lub analogowej.

Niektóre taktyczno-techniczne możliwości trzech perspektywicznych stacji ogólnego rozpoznania radioelektronicznego oraz wyposażenie wybranych typów samolotów uderzeniowych i rozpoznawczych w obecne środki rozpoznania radioelektronicznego przedstawia tabela 2.

W wykonawczych stacjach rozpoznania radioelektronicznego wydzielono trzy podgrupy, a mianowicie: sterowania środkami przeciwdziałania radioelektronicznego, odbiorniki wykrywania i stacje kompleksowych systemów osłony samolotu i kierowania ogniem.

Stacje sterowania środkami przeciwdziałania radioelektronicznego zamontowano są na samolotach uderzeniowych lotnictwa strategicznego, taktycznego i pokładowego, które przewiduje się jako nosiciele urządzeń zakłócania radioelektronicznego. Stacje zapewniają przechwytywanie sygnałów, obserwację i określenie namiarowych parametrów stacji radiolokacyjnych strony przeciwnej, występujących w rejonie działań lotnictwa uderzeniowego.

W stacjach tego typu zastosowano wskaźnik panoramiczny, wbudowany w lampie oscyloskopowej, na którym występuje dziesięć podstaw czasu. Podczas pracy

TABELA 2

TYP	PARAMETRY										
	Liczba podzakresów urządzenia odbiorczego	Zakres częstotliwości roboczych w /MHz/	Szybkość przestrajania częstotliwości na poszczególnych zakresie /sek/	Czułość urządzenia odbiorczego w /dB/	Dokładność pomiaru częstotliwości /MHz/	Dokładność określenia długości impulsu /µsek/	Dokładność pomiaru okresu powtarzania impulsu /µsek/	Dokładność namiaru kierunkowego w /stopniach/	Waga /kg/	Sposób przedstawienia rezultatów rozpoznania
AN/ASQ-96	5	1000 do 18000	0,05	120	±1	±0,1	±0,1	±1	380	cyfrowy
AN/USD-7	wielokanałowa	5200 do 17250	-	105	-	-	±0,1	±0,5	-	cyfrowy
AN/APR-34	5	5200 do 17250	sterowana	120	±1	±0,1	±0,1	±1	-	cyfrowy

Typ samolotu	Typy środków rozpoznania radioelektronicznego									
	AN/APR-25/ 26,27,29, 30,36,37	AN/APQ-23	AN/ALR-20	ARJ	AN/ARR-13, 14-4-9 B,E	AN/APR-17 AN/ALQ-28	AN/APS-109/ 107-94	AN/APA-70, 69-74-75	AN/ALA-5,6 "ALAS"	AN/APO-4,ARD -8, ELD-2
B-52G,H	1	1	1		1	1	1	1	1	
FB-111		1	1				1		1	1
B-1		1	1			1	1		1	1
F-104G,C	1						1			
F-4C,D	1	1					1			
F-111 A		1	1				1			
JAGUAR				1-2						
HARRIER				1-2						
BUCANEER MK2				1-2						
SR-71	1		1		1	1	1	1	1	1
RC-135	1		1		1	1		1	1	1
EA-6A EA-6B	1	1	1		1		1		1	
RF-4G	1	1	1		1		1		1	
NIMROD	1		1		1	1			1	
ORION P-3	1		1		1	1			1	

stacji w reżimie automatycznego przestrajania częstotliwości na siedmiu podstawach czasu zobrazowywane są sygnały pochodzące od rozpoznawanych naziemnych stacji radiolokacyjnych, które odbiera się z siedmiu podzakresów urządzenia odbiorczego, natomiast dwie pozostałe przeznaczone są dla szczegółowej obserwacji sygnałów dowolnie wybranego podzakresu w skali dziesięciokrotnie mniejszej w stosunku do pozostałych podstaw czasu. Na nich ewentualnie można obserwować również sygnały od rozpoznawanych stacji radiolokacyjnych, podczas pracy stacji w reżimie ręcznego przestrajania częstotliwości. Kierunek na rozpoznawaną stację radiolokacyjną określa się za pomocą radionamiernika sprzężonego ze stacją.

Operator pracujący przy wskaźniku w oparciu o zobrazowania na wskaźniku dotyczące częstotliwości nośnej, względnej intensywności sygnałów, charakteru modulacji i okresu powtarzania impulsów rozpoznawanych stacji radiolokacyjnych włącza urządzenia zakłócające lub przekazuje komendy dotyczące wykonania manewru przez samolot.

Najbardziej rozpowszechnioną tego typu stacją jest AN/ALR-20 pracująca w zakresie od 30-10900 MHz. Przestrajanie częstotliwości w każdym podzakresie wynosi 0,01 sek. Czułość urządzenia odbiorczego 95 dB. Dokładność określenia częstotliwości roboczej ±1 procent. Waga 130 kg.

Odbiorniki wykrywania są urządzeniami niewielkich wymiarów i wagi /około 20-40 kg/. Służą jako sygnalizatory w przypadku konieczności zastosowania przez załogę samolotu manewru przeciwmyśliwskiego lub przeciwrakietowo-artyleryjskiego, a także zastosowania przeciwko ich stacjom radiolokacyjnym zakłóceń biernych /elementy odbijające, pułapki przeciwradiolokacyjne/ lub włączenie stacji zakłóceń czynnych. W przypadku posiadania radionamiernika sprzężonego z odbiornikiem można określać również i kierunek stacji radiolokacyjnej sygnalizowanej przez odbiornik wykrywania.

Urządzeniami wyjściowymi odbiorników wykrywania są wskaźniki alarmowo typu optycznego i słuchowego.
W siłach powietrznych Stanów Zjednoczonych najbardziej rozpowszechnionymi tego typu odbiornikami są AN/APR-25, AN/APR-26, AN/APR-36, AN/APR-37, AN/APR-23 i AN/APR-27.

Nowe typy odbiorników ostrzegania konstruuje się w oparciu o dotychczas istniejące. Przykładowo, dla samolotu F-4, A-6, A-7 zastosowano odbiornik AN/ALR-45, który jest modyfikacją odbiornika AN/APR-25. Również odbiornik ostrzegający o starcie rakiet AN/ALR-50 jest modyfikacją odbiornika AN/APR-26.

Stacje kompleksowych systemów osłony samolotu i kierowania ogniem montowane są na samolotach uderzeniowych lotnictwa strategicznego i taktycznego. Obejmują one również urządzenia zakłóceń radioelektronicznych, urządzenia nawigacyjno-bombardierskie oraz urządzenia kierowania ogniem rakiet i uzbrojeniem artyleryjskim samolotu. Przy ich pomocy dokonywuje się wykrywania, oraz usytuowania stacji radiolokacyjnych, a także umożliwiają ocenę sytuacji radioelektronicznej w rejonie działań lotnictwa uderzeniowego.
Jednym z przedstawicieli stacji tego typu jest AN/APS-109 zamontowana na samolocie FB-111 i F-111. Jej podstawowe możliwości są następujące: zakres częstotliwości roboczych 30-10900 MHz, czułość odbiornika 95 dB, dokładność określenia namiaru kierunkowego według azymutu $\pm 2^{\circ}$, a kąta nachylenia również $\pm 2^{\circ}$. W skład stacji wchodzą EMC, które dokonują opracowywania rozpoznawanych sygnałów oraz wypracowywują dane dla celów nawigacyjnych, kierowania ogniem i włączania zakłócających urządzeń radioelektronicznych. Przy czym, zapewniając w tym względzie wysoki stopień automatyzacji.

Przykładem EMC tego typu jest MRR-1, wyprodukowana przez firmę "LORAN ELECTRONIC SYSTEM", która analizuje odebrane sygnały w oparciu o założone dane nagromadzone w jej pamięci. Po ich porównaniu wydaje

dane o rozpoznawanych stacjach radiolokacyjnych na urządzenia wskaźnikowo stacji. W oparciu o przedstawione rezultaty załogi może określić typ i przeznaczenie każdej z rozpoznawanych naziemnych stacji radiolokacyjnych na wybranym azymucie i odległości. Wypracowywuje się również sygnał alarmowy w przypadku zmiany reżimu pracy naziemnych stacji naprowadzania pocisków klasy "ziemia - powietrze" obrony powietrznej strony przeciwnej. EMC steruje pracą pokładowych urządzeń zakłóceń radioelektronicznych oraz zapewnia naprowadzanie pocisków klasy "powietrze-ziemia" na naziemne stacje radiolokacyjne. Podczas naprowadzania pocisków na stacje radiolokacyjne, informacja o ich usytuowaniu i parametrach podawana jest na układy sterowania pocisków. Ponadto zapewnia sterowanie aparaturą zakłóceń radioelektronicznych oraz umożliwia ocenę efektywności ich oddziaływania na zakłócane środki radioelektroniczne przeciwnika. Firma zapewnia pracę EMC MRR-1 w warunkach dużej intensywności promieniowania sygnałów przez stacje radiolokacyjne, osiągając 250000 impulsów w ciągu sekundy. Waga EMC 9 kg. Moc zasilania 180 Wat.

Dane uzyskane z rozpoznania radioelektronicznego w świetle natychmiastowych potrzeb powietrznej walki radioelektronicznej, winny zapewnić skuteczne tłumienie lub obezwładnienie przez lotnictwo uderzeniowe, najbardziej niebezpieczne środki radioelektroniczne obrony powietrznej strony przeciwnej.

Współcześnie według oceny amerykańskiej za aktualny i najważniejszy problem z dziedziny powietrznej walki radioelektronicznej, uważa się posiadanie kompleksowego, zautomatyzowanego systemu rozpoznawania i zakłócania. Kompleks tego typu zwany układem adaptywnym samorzutnie określa zmiany zachodzące w parametrach promieniowania tłumionych środków radioelektronicznych. Układy adaptywne, których rozpracowania prowadzono są w przyśpieszonym rytmie, umożliwiają opracowywanie i analizowanie danych pochodzących z rozpoz-

nania radioelektronicznego oraz wybieraniu środków podlegających tłumieniu w pierwszej kolejności. Zezwalają obierać najbardziej efektywny rodzaj zakłócenia. Następnie w czasie zakłóceń rejestrują zmianę parametrów tłumionego środka i dostosowują do nich parametry środków zakłócających. System środków walki radioelektronicznej z takimi możliwościami rozpracowywany jest dla strategicznego samolotu bombowego B-1.

b/ Przeciwdziałanie radioelektroniczne i ogniowe lotnictwa uderzeniowego w powietrznej walce radioelektronicznej.

Przeciwdziałanie radioelektroniczne lotnictwa uderzeniowego polega na przeprowadzeniu przedsięwzięć utrudniających lub wręcz tłumiących x/ pracę środków radioelektronicznych obrony powietrznej strony przeciwnej. Przeciwdziałanie osiąga się przez zastosowanie:

- czynnych zakłóceń radioelektronicznych;
- biernych zakłóceń radioelektronicznych;
- obrony i zakłóceń czynnych na podczerwieni;
- pokryć na samoloty i inne środki napadu powietrznego zmniejszających względem energii elektromagnetycznej powierzchnię skuteczną odbicia. xx/

---

x/ "Tłumienie środków radioelektronicznych", całkowite zerwanie ich zdolności informacyjnej lub uniemożliwienie sterowania kompleksami ogniowymi w celu niedopuszczenia do zwalczania nieprzyjacielskich obiektów powietrznych.

xx/ "Powierzchnia skuteczna odbicia", powierzchnia umowna, wyrażona w m^2, za pomocą której określa się zdolność odbijania fal elektromagnetycznych, od różnych obiektów /celów/. Zależy ona od rozmiarów i kształtu obiektu, materiału, z jakiego jest on wykonany, długości fali elektromagnetycznej oraz od ustawienia celu względem źródła promieniowania fal /MEW t.2 str. 763/.

Pokładowe środki przeciwdziałania radioelektronicznego obejmują stacje wytwarzania zakłóceń czynnych, urządzenia wytwarzające zakłócenia bierne przy pomocy zrzucanych przeciwradiolokacyjnych elementów odbijających oraz pułapki przeciwradiolokacyjne. Ponadto pułapki na podczerwień, nadajniki zakłóceń jednorazowego użytku oraz aparaturę zakłóceń czynnych na podczerwień.

Przy pomocy pokładowych urządzeń, czynnych zakłóceń radioelektronicznych lotnictwa uderzeniowego promieniuje się ciągłe, szumowe sygnały zakłócające, podobne do wewnętrznych samorzutnie powstających sygnałów szumowych w urządzeniu odbiorczym naziemnych lub powietrznych stacji radiolokacyjnych, pracujących w systemie obrony powietrznej bądź jako radiolokacyjne stacje naprowadzania pocisków kierowanych.

Dotychczasowe oparcie w większości przypadków pracy urządzeń zakłóceń czynnych, promieniujących sygnały szumowe nie jest przypadkowe z przyczyn następujących:

- zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnych zależy od poziomu sygnałów szumowych, występujących na wejściu ich urządzenia odbiorczego. Dlatego właśnie w oparciu o zależność "większy szum, mniejszy zasięg wykrycia" rozpracowano zasadniczy sposób przeciwdziałania polegający na zastosowaniu ciągłych zakłóceń szumowych;
- odpowiednio dobrany poziom sygnału zakłócającego wytworzy na urządzeniu wyjściowym stacji radiolokacyjnej sektor skutecznego zaświecenia, w obrębie którego znaczniki ilustrujące obiekty powietrzne nie są widoczne. Związane jest to z włączeniem pokładowego urządzenia zakłócającego na odległości od stacji radiolokacyjnej, równej jej średniemu zasięgowi.

Zależność ta zapewnia względne maskowanie ugrupowania samolotów lotnictwa uderzeniowego w powietrzu. Ponadto może wywołać zmniejszenie się zasięgu wykrywania poszczególnych stacji radiolokacyjnych, z powodu podawania sygnałów zakłócających przez listki boczne systemu antenowego, co poważnie deformuje pole radiolokacyjne. Ma to niezwykle istotne praktyczne znaczenie. Odpowiednio dobrane trasy lotu lotnictwa uderzeniowego przewidujące wykorzystanie ekranujących właściwości terenu oraz umiejętnie wykorzystane rozłożenie taktyczne możliwości pokładowych urządzeń zakłócających na poszczególnych odcinkach trasy lotu, głównie poprzez koncentrację sygnałów zakłócających

na wybrane stacje radiolokacyjne może zapewnić dogodne pokonywanie obrony powietrznej strony przeciwnej.

Pokładowe urządzenia ciągłych zakłóceń szumowych skuteczne są tylko wówczas, kiedy ich włączenie następuje na tzw. minimalnej odległości skutecznego działania. Odległość ta uwarunkowana jest mocą, jaką promieniuje pokładowe urządzenie zakłócające. Stąd też w wojnach lokalnych samoloty uderzeniowe, nosiciele pokładowych urządzeń ciągłych zakłóceń szumowych, działając w grupach uderzeniowych, stosowały zakłócenia na bezpośrednich podejściach do atakowanych obiektów naziemnych, w celu zapewnienia dogodnego wyjścia na obiekt i wykonania ataku przez poszczególne grupy samolotów uderzeniowych. Natomiast przeciwko stacjom radiolokacyjnym dysponującym dużą mocą promieniowania, zakłócenia czynne stosowano z samolotów specjalnych, których urządzenia zakłócające promieniowały duże moce. W tym celu zajmowały dogodne strefy patrolowania, poza strefą oddziaływania aktywnych środków obrony powietrznej.

Pod osłoną ich zakłóceń przeważnie pokonywano obronę powietrzną strony przeciwnej. Występowały przypadki, że samoloty specjalne z urządzeniami zakłóceń czynnych, tłumiły środki radioelektroniczne wojsk rakietowych, osłaniających wybrane obiekty naziemne. Zakłócenia promieniowały jednak zawsze spoza strefy ognia zestawów przeciwlotniczych pocisków kierowanych.

Wprowadzenie samolotów specjalnych z urządzeniami zakłócającymi do stref wyznaczonych, jeszcze przed działaniami lotnictwa uderzeniowego, jak to miało miejsce w działaniach wietnamskich wynikało z małej prędkości lotu samolotów EC-121 oraz RB-66. Pozwalało to jednak w znacznym stopniu ustalić główny kierunek uderzenia lotnictwa uderzeniowego, co było zjawiskiem niekorzystnym. Dlatego też obecnie w siłach powietrznych Stanów Zjednoczonych jest przysposabiany dla tych celów EF-111A. Może on wykonywać lot na dużych prędkościach w ugrupowaniu samolotów uderzeniowych, tłumiąc pracę środków radioelektronicznych, ze szczególnym uwzględnieniem stacji radiolokacyjnych promieniujących dużą moc.

Jednak stosowane ciągłe zakłócenia szumowe, mimo ich efektywności, posiadają zasadniczą wadę. Natychmiast po ich zastosowaniu są zauważane przez stronę przeciwną. Umożliwia to zastosowanie natychmiastowych kontrprzedsięwzięć, zmniejszających lub wręcz wykluczających ich oddziaływanie poprzez

przechodzenie na częstotliwości zapasowe lub skupienie wysiłków na likwidację nosicieli urządzeń zakłócających.

Niedostatki ciągłych zakłóceń szumowych eliminują zakłócenia impulsowe, tzw. odpowiadające. Należą do rzędu dezinformacyjnych zakłóceń imitacyjnych. Oddziaływanie ich wywołuje na ekranie zakłócanej stacji radiolokacyjnej oprócz celów rzeczywistych również i pozorne, analogiczne do rzeczywistych. Zobrazowana sytuacja staje się zagmatwaną; może dochodzić do podejmowania decyzji powodujących rozdrobnienie sił i środków zwalczających rzeczywiste cele powietrzne.

Istota zakłóceń polega na tym, że pokładowe urządzenia nadawczo-odbiorcze zainstalowane są na samolotach uderzeniowych, odbierają bezpośredni sygnał od zakłócanej stacji radiolokacyjnej. Na wskaźniku RLS oprócz znacznika rzeczywistego od celu pojawia się analogiczny znacznik pozorny. Jeżeli czas opóźnienia jest niewielki, wówczas znacznik rzeczywisty i pozorny posiadają jednakowe położenie kątowe na tym samym azymucie, jednak z różną odległością. Różnicę kilometrową w odległości między nimi uzależnioną od czasu opóźnienia wypromieniowania impulsu, a mierzoną w mikrosekundach można określić wzorem:

$$\Delta D = 0{,}15\, t_z \qquad /1.13/$$

gdzie: ΔD - różnica kilometrowa w odległości między znacznikami;

t_z - czas opóźnienia między odebraniem a wypromieniowaniem sygnału od zakłócanej stacji radiolokacyjnej.

Jeżeli pokładowe urządzenie zakłócające odpowiada na sygnał stacji radiolokacyjnej dwoma przesuniętymi w czasie sygnałami, wówczas na ekranie zauważalne są dwa znaczniki pozorne i trzeci rzeczywisty. Przy czym zawsze, jak nie trudno zauważyć ze wzoru /1.13/ znacznik od celu rzeczywistego znajdować się będzie najbliżej zakłócanej stacji radiolokacyjnej.

Współcześnie można imitować znaczniki pozorne na różnych azymutach w odniesieniu do rzeczywistych. W tym przypadku konieczna jest znajomość częstotliwości skanowania anteny zakłócanej stacji radiolokacyjnej. Zakłócający sygnał promieniowany jest każdorazowo wówczas, kiedy zasadniczy listek promieniowania zakłócanej stacji radiolokacyjnej znajduje się w sektorze, w którym przewidywane jest imitowanie znacznika pozornego. Stosując programowo sterowanie zakłóceniami, można imitować nie tylko

lot z kursem prostoliniowym, ale również i zmiennym, z jednoczesną pozoracją różnorodnego manewru. Wymaga to jednak od pokładowych urządzeń zakłócających posiadania zwiększonej mocy promieniowania. Jeżeli moc pokładowych urządzeń zakłócających jest niewielka, wówczas zakłócenia można imitować tylko sektorowo, ponieważ mogą być odbierane najwyżej przez pierwsze listki boczne, znajdujące się w sąsiedztwie zasadniczego listka promieniowania anteny zakłócanej stacji radiolokacyjnej. Dlatego też wielkość sektora, w którym można imitować cele pozorne zależy od kształtu charakterystyki promieniowania systemu antenowego zakłócanej stacji radiolokacyjnej /głównie poziomu listków bocznych/ i odległości usytuowania nosiciela pokładowych urządzeń dezinformacyjnych zakłóceń impulsowych.

We współczesnych stacjach radiolokacyjnych istnieje wiele sposobów eliminujących dezinformacyjne zakłócenia impulsowe. Niemniej jednak w skomplikowanej sytuacji powietrznej mogą one doprowadzić do podjęcia niewłaściwych decyzji oraz nieekonomicznego użycia aktywnych sił i środków obrony powietrznej strony przeciwnej.

Wcześniejszą postacią zakłóceń radioelektronicznych w porównaniu z czynnymi, bo już stosowane podczas drugiej wojny światowej są bierne zakłócenia.

W zależności od przyczyn ich powstawania bierne zakłócenia radioelektroniczne dzielą się na samorzutne i celowe.

Samorzutne powstają w wyniku odbijania się fal elektromagnetycznych od przedmiotów terenowych, chmur i obszarów burzowych, opadów deszczu i śniegu oraz niejednorodności jonosfery.

Celowe zakłócenia bierne wytwarza się przy pomocy różnych przedmiotów w celu odbijania energii elektromagnetycznej lub wywołania zmian środowiskowych podczas jej rozprzestrzeniania, a oddziaływujących przede wszystkim na stacje radiolokacyjne. Wytwarzane mogą być za pomocą dipolowych, rożkowych, dielektrycznych

i soczewkowych elementów odbijających, anten fazowanych, a także ośrodków zjonizowanych.

Najbardziej interesującymi z płaszczyzny walki radioelektronicznej są zakłócenia celowe, które najczęściej współcześnie i w przyszłości będą wytwarzane przy pomocy półfalowych elementów odbijających, zrzucanych z pokładowych urządzeń samolotowych.

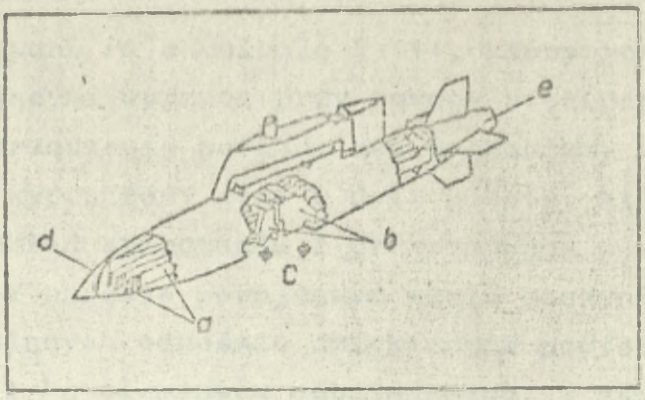
Rozproszenie dużej liczby półfalowych elementów odbijających, wywołuje naruszenie jednorodności środowiskowej, powodującej odbicia sygnałów radiolokacyjnych o intensywności przewyższającej sygnały pochodzące na przykład od zwartej grupy lecących samolotów. Dlatego też aby otrzymać maskujący efekt samolotów w powietrzu paczki z elementami odbijającymi muszą być koniecznie wyrzucane okresowo, które po rozrzuceniu wytwarzają obłoki.

Okresowość zrzucania elementów winna być tak dobrana, aby zapewniała połączenie obłoków pojedyńczych, tworzących zwarte przestrzenie zwane pasami elementów odbijających. Sygnały pochodzące od wymienionych pasów wywołują na wskaźnikach stacji radiolokacyjnych intensywnie zaświecone sektory. Intensywność zaświecenia zależy od mocy odbitych sygnałów pochodzących od elementów odbijających. Jeżeli intensywność świecenia jest dostatecznie duża, wówczas wydzielenie znacznika od celu rzeczywistego jest utrudnione lub wręcz niemożliwe.

W czasie drugiej wojny światowej, półfalowe elementy odbijające wykonywane w postaci taśm, z samolotu zrzucano ręcznie.

W latach 1946-1947 rozpoczęto stosowanie automatów ze sterowaniem odległościowym. Instalowano je w tylnej części samolotu. Podlegały ciągłym doskonaleniom i obecnie w siłach powietrznych Stanów Zjednoczonych wykorzystywane są w postaci kontenerów. Podwieszany kontener tego typu pod skrzydłem samolotu z automatem ALE-32 przedstawiony jest na rys. 17.

Współcześnie dla zrzutu półfalowych elementów



Rys. 17. Urządzenie ALE-32 dla wytwarzania zakłóceń biernych.
a/ trzy kasety na elementy odbijające,
b/ urządzenie wyrzucające,
c/ kierunek zrzutu elementów odbijających
d-e/ nasady ruchome zdejmowane przy wypełnieniu urządzenia elementami odbijającymi.

stosuje się trzy typy automatów: elektromechaniczne, pneumatyczne i pirotechniczne.

Automat elektromechaniczny zamontowany jest na urządzeniu ALE-32, posiadającym dwa mechanizmy zrzutu, sześć kaset o pojemności 90 bloków elementów odbijających w każdym oraz układ sterowania. Układ sterowania zapewnia załodze możliwość zmiany zrzucania liczby paczek w poszczególnej salwie, a także zmianę liczby i kolejność salw. Zapewnia również dobór szybkości zrzutu oraz rejestrację zużytych paczek z elementami odbijającymi. Pozwala również zrzucać paczki z elementami odbijającymi oraz cele pozorne na podczerwień w celu odprowadzenia pocisków z głowicami samonaprowadzającymi.

Automat pirotechniczny posiada urządzenie ALE-29 A. Składa się z dwóch bloków po 30 rur w każdym, w których umieszczone są cylindry z elementami półfalowymi. Cylindry wyrzucane są z rur przy pomocy naboju pirotechnicznego, uruchomionego impulsem prądu elektrycznego. Wybór bloku, liczby strzelających rur oraz pauzy między salwami, a także liczbę salw wykonuje układ sterowania.

Automat pneumatyczny posiada urządzenie ALE-28

zamontowane na samolocie F-111, który paczki z elementami odbijającymi wyrzuca przy pomocy stężonego azotu. Wymienione urządzenie posiada dwa mechanizmy zrzutu, każdy z nich wyposażony jest w dwie kasety, które kierowane są przez układ sterowania i programowane urządzenie.

W okresie powojennym wiele poczyniono zabiegów doskonalących odnośnie zwiększenia powierzchni rozpraszania 1 kg elementów odbijających. W stosunku do 1945 r. wzrosła ona dziesięciokrotnie.

Jednak przy współczesnych prędkościach lotu samolotów uderzeniowych w czasie rozsypania elementów odbijających przemieszczają się na odległość, przewyższającą rozmiary przestrzeni impulsowej zakłóconej stacji radiolokacyjnej. Dlatego też przy dużej prędkości lotu samolot stosujący zakłócenia bierne nie może zamaskować siebie od obserwacji radiolokacyjnej. Obecnie problem rozwiązuje się przy pomocy rakiet, które wyrzucają elementy odbijające w przednią półsferę, ewentualnie w bok lub w górę.

Wydaje się jednak, że w przyszłości, uwzględniając perspektywiczne rozwiązania konstrukcyjne stacji radiolokacyjnych w zakresie odporności na zakłócenia, stosowanie zakłóceń biernych zostanie zarzucone na rzecz zakłóceń czynnych. Gwałtowny postęp w dziedzinie fizyki ciała stałego umożliwił wyprodukowanie nadajnika zakłóceń czynnych jednorazowego użytku małej mocy /0,1 Wata/, opartego o układy scalone. Na przykład siły powietrzne Stanów Zjednoczonych dysponują obecnie nadajnikami jednorazowego użytku zakłóceń o wymiarach 50 x 40 x 10 mm. Ich wymiary są znacznie mniejsze od obecnie używanych paczek z elementami odbijającymi, a skuteczność znacznie większa. Wyrzucanie ich z samolotu zamierza się dokonywać z urządzenia ALE-29 A. Ponadto zamierza się również stosować nadajniki jednorazowego użytku średniej mocy /1 Wat/ oraz dużej mocy /100 Wat/. Natomiast w latach dziewięćdziesiątych 100 Wat /10 kWat w impulsie/ w zakresie 100-500 MHz zrzucanych

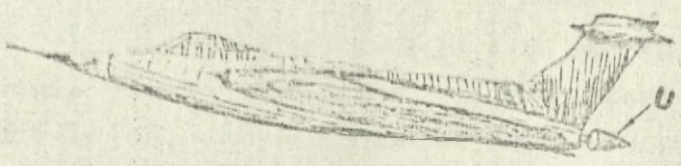
na spadochronach, których odciągi od czaszy są wykorzystywane jednocześnie jako anteny.

Zaletą nadajników jednorazowego użytku, jest to, że oddziaływują one na środki radioelektroniczne obrony powietrznej, nie tylko po zrzuceniu ich z samolotu w powietrzu, ale również leżąc na ziemi. Podkreśla się, że praktyczne ich unieszkodliwienie przez stronę przeciwną jest niemożliwe. Ponadto czas funkcjonowania przewyższa czas długotrwałości działań lotnictwa uderzeniowego w obrębie rejonu zrzutu wymienionych nadajników.

Współczesne samoloty odrzutowe lotnictwa uderzeniowego są intensywnymi źródłami promieni podczerwonych, którym głównie jest płomień pochodzący od silnika oraz kadłub, nagrzewający się w czasie lotu w atmosferze.

Przeciwdziałanie promieniowaniu na podczerwień głównie polega na maskowaniu i stosowaniu celów pozornych.

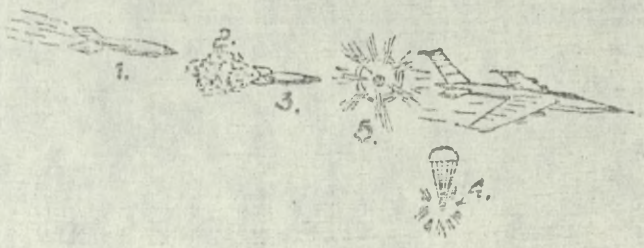
Intensywność promieniowania zmniejsza się przez zmniejszenie kontrastu cieplnego między promieniującym obiektem a otaczającym tłem. Moc promieniowania cieplnego ogranicza się przez zmniejszenie rozmiarów i chłodzenie promieniujących powierzchni, zastosowanie ekranów i podkładek izolacyjnych. Ekran wokół płomienia pochodzącego od silnika odrzutowego można uzyskać przez dodanie do paliwa określonych substancji. Jedno z rozwiązań konstrukcyjnych zapewniających ekranowanie płomienia od silnika w tylnej półsferze zastosowano w samolocie "Buccaneer-2", które przedstawiono na rys. 18.



Rys. 18. Urządzenie "U" ekranujące promieniowanie na podczerwień zastosowane na samolocie "Buccaneer-2".

Dla osłony samolotów przed pociskami samonapro-

wadzającymi się na podczerwień stosuje się pułapki, przedstawiające sobą rakiety kierowane odpalane z samolotów. Rakiety wyposażone są w generatory wytwarzające fale w granicach promieni podczerwonych, których moc promieniowania przewyższa moce promieniowane przez samoloty. Podobnie funkcjonujące nadajniki zakłóceń czynnych na podczerwień typu AAQ-4 zainstalowano na samolotach RF-4 i EB-66. Jako pułapki wykorzystuje się również rakiety oświetlające i aeromarkiery. Są urządzeniami dającymi intensywne błyski światła lub obłoki dymu pochłaniającego. Wykorzystuje się także wyrzucanie w tylną półsferę pod ciśnieniem zapalonego paliwa samolotowego. Sposób ten zastosowano w samolocie F-17. Niektóre sposoby przeciwdziałania systemom naprowadzania pocisków na podczerwień przedstawia rys. 19.



Rys. 19. Niektóre sposoby przeciwdziałania na podczerwień.
1. Pocisk naprowadzający się na podczerwień.
2. Zasłona aerozolowa.
3. Pocisk rozrzucający elementy na podczerwień.
4. Pirotechniczne środki przeciwdziałania na podczerwień.
5. Pułapka na podczerwień.

Perspektywicznie wydaje się, że najszerzej zastosowanie uzyskają podwieszane urządzenia zakłócające na podczerwień. Jedno z nich AN/AIQ-123 przedstawia zdjęcie 1.

Jedną z wyższych form powietrznej walki radioelektronicznej jest zastosowanie pułapek przeciwradiolokacyjnych, zwanych często w wojskowym nazewnictwie NATO grupą środków RPV /Ramotely Piloted Vehicles/, przedstawiających sobą powietrzne nosiciele, sterowane odległościowo, a startujące z samolotów, rakiet i ziemi. Pojawienie się ich w arsenale środków lotnictwa uderzeniowego podyktowane jest twierdzeniem, że obrona powietrzna rozwinięta w określonym rejonie, zdolna jest zwalczać tylko ograniczoną liczbę celów powietrznych. Dlatego też przy pomocy pułapek dodatkowo przysparza się ogniwu wykonawczemu i dowodzenia obrony powietrznej strony przeciwnej szczególnych trudności. Jeżeli ogniwo informacyjne i dowodzenia nie odróżnia celów rzeczywistych od pozornych oraz wykonawcze /lotnictwo myśliwskie i środki ogniowe naziemne/ również tych zdolności nie posiada i wybiera do zniszczenia jeden lub kilka celów pozornych z ogólnej liczby działających celów rzeczywistych.

Dlatego też pułapki radiolokacyjne /szczególnie przy użyciu dużej liczby/zdecydowanie obniżają prawdopodobieństwo rażenia rzeczywistych celów powietrznych.

Dla potrzeb ułatwiających pokonywanie obrony powietrznej szeroko zamierza się wykorzystywać środki RPV opierających się o BQM-34. Oprócz zainstalowanych pokładowych urządzeń zakłócających przewiduje się wyposażenie ich w pociski przeciwradiolokacyjne i bomby kierowane typu "VALLEY". Środki RPV zamierza się wykorzystać jako pierwszy rzut ŚNP oraz lecących bezpośrednio w grupach lotnictwa uderzeniowego.

Potrzeby lotnictwa uderzeniowego podczas pokonywania obrony powietrznej wymagają zmniejszenia jego wykrywania przez stacje radiolokacyjne strony przeciwnej. Zmniejszenie powierzchni skutecznej odbicia ułatwia osłonę radioelektroniczną samolotów w powietrzu. Na przykład dwukrotne jej zmniejszenie wymaga dwukrotnie mniejszej mocy od pokładowych nadajników zakłóceń czynnych.

Współcześnie dla osłabienia odbijania się fal elektromagnetycznych stosuje się interferencyjne i pochłaniające pokrycia, które nanosi się na konstrukcję samolotu.

Pokrycia interferencyjne zmniejszają powierzchnię skuteczną odbicia samolotu przez wzajemne osłabienie się fal w przedziale "przestrzeń swobodna - materiał pokrycia" oraz "materiał pokrycia - powierzchnia samolotu". Materiał i grubość pokrycia jest tak dobierana, aby fale odbite w poszczególnych przedziałach składały się w przeciwfazie, co zapewnia osłabienie fali odbitej.

Jednak pokrycia interferencyjne osłabiają falę odbitą tylko przy małych kątach padania. Ponadto charakteryzują się własnościami wąskopasmowymi, ponieważ ich charakterystyki ściśle związane są z długością fali padającej, pochodzącej od stacji radiolokacyjnej.

Pokrycia pochłaniające oparte są o właściwości zamiany energii elektromagnetycznej na cieplną. Dlatego też wykonywane są z dielektryków o dopuszczalnym przewodzeniu. Energia elektromagnetyczna przenikająca w pokrycie samolotu składającego się z dielektryków wywołuje w nim prądy, które warunkują powstawanie strat cieplnych. Pokrycia pochłaniające dzielą się na wąsko i szerokopasmowe.

Wąskopasmowe pokrycia pochłaniające wykonane są z dielektryka nałożonego na metal konstrukcji samolotu. Grubość pokrycia dobiera się tak, aby współczynnik odbicia równał się zeru. Wyeliminowanie odbicia energii

elektromagnetycznej od pokrycia pochłaniającego uzyskuje się poprzez przeciwfazowe dodawanie fal odbitych od dielektryka oraz od powierzchni osłoniętego metalu samolotu. Pochłanianie w dielektryku jest tak dobierane aby amplituda fali odbitej od powierzchni metalu samolotu i osłabionej w dielektryku była równa amplitudzie fali odbitej w słoju dielektryka. Przesunięcie w fazie o 180° między wymienionymi falami uzyskuje się wybraniem grubości słoja, który określa się wzorem:

$$L = \frac{\lambda_p}{4} , \qquad /1.15/$$

gdzie: L - grubość pokrywającego słoja;

λ_p - długość fali w materiale pochłaniającym.

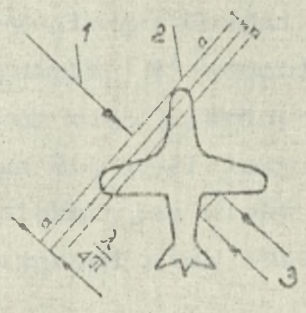
Roboczy zakres częstotliwości wąskopasmowych pokryć pochłaniających nie przewyższa ± 5% rezonansowej częstotliwości pochłaniania.

Szerokopasmowe pokrycia pochłaniające przedstawiają sobą słój przewodzącego dielektryka nałożonego na osłanianą powierzchnię konstrukcji samolotu. Warunkiem utracenia większej części energii przez falę padającą, zanim zostanie odbita od osłoniętej powierzchni metalowej jest dobranie odpowiedniej grubości pokrycia pochłaniającego, o wiele większego od długości padającej fali. Powoduje to również, że fala odbita zostaje silnie osłabiona rozprzestrzeniając się w odwrotnym kierunku. Dlatego też strat, energii na jednostkę drogi przenikającej fali w słoju pochłaniającym wzrasta w miarę zwiększenia grubości słoja. Zwykle pokrycia szerokopasmowe wykonywane są w postaci dielektryków wielosłojowych, przewodność których wzrasta w miarę zbliżenia się do powierzchni metalu.

Obecnie stosowane szeroko i wąskopasmowe pokrycia pochłaniające dla fal zakresu metrowego i centymetrowego, posiadają grubość 5 mm, których waga 1 m^2 wynosi 4,9 kg. Zdolne są osłabiać sygnały odbite w zakresie 40-3000 MHz. Współczynnik odbicia nie przewyższa pośrodku zakresu częstotliwości 1%, natomiast na

kraincach 7%. Ostatnio otrzymano niektóre szeroko i wąskopasmowe ceramiczne pokrycia pochłaniające zapewnić mogą około 99% strat padającej na nich energii elektromagnetycznej.

Pokrycia pochłaniające zwykle nanosi się na części samolotu, dających maksymalne odbicia energii elektromagnetycznej w kierunku stacji radiolokacyjnej w tzw. "punktach błyszczących", w których front fali zgodny jest z płaszczyzną przylegającą do powierzchni samolotu. Przykładem tworzenia się wymienionych punktów może być kąt zawarty między kadłubem a skrzydłem samolotu od strony przedniej /schemat określenia tzw. "błyszczących punktów" samolotu przedstawia rys. 20/.



Rys. 20. Rozmieszczenie błyszczących punktów samolotów.
1. Kierunek rozprzestrzeniania się fali padającej.
2. Front fali padającej.
3. Kierunek opromieniowywania I-III strefy Fresnela.

Dlatego też pokryciem pochłaniającym osłania się wypukłe części samolotu. Przy założeniu, że samolot opromieniowywany jest z przedniej półsfery, pokryciem pochłaniającym osłania się części nosowe oraz krawędzie natarcia skrzydeł.

W ostatnim czasie znaczne zwiększenie prędkości lotu współczesnych samolotów zintensyfikowało badania zmierzające do wykorzystania plazmy jako środka pochłaniającego. Doświadczenia wykazały, że metal osłonięty słojem plazmy posiada znacznie mniejszą powierzchnię odbicia.

Przewidywania wskazywały na konieczność, a doświadczenia wojen lokalnych utwierdziły w przekonaniu,

o celowości stosowania obezwładnienia ogniowego środków radioelektronicznych obrony powietrznej strony przeciwnej. Ogniowe obezwładnienie jest niezbędne wówczas, kiedy żadne zabiegi taktyczne zakładające podstęp nie zapewnią zaskoczenia. Jest to niezbędne w początkowej strefie pokonywania obrony powietrznej, ale bywa często decydującym podczas jej pokonywania na dalszych odcinkach. Bywa również niezbędne przy atakowaniu obiektów punktowych, osłanianych przez naziemne zestawy przeciwlotniczych pocisków kierowanych. Praktyka wykazała, że zasadą, obowiązującą przy obezwładnianiu ogniowym tylko kompleksowe i jednoczesne niszczenie wydzielonych, naziemnych środków radioelektronicznych w określonym rejonie daje zadowalające rezultaty. Chodzi głównie o stacje radiolokacyjne wykrywania, kierowania ogniem, środków radionawigacyjnych oraz wybranych środków łączności radiowej. Przy czym aby spełniony został warunek zaskoczenia stacje radiolokacyjne winny być obezwładniane środkami umożliwiającymi atak spoza stref ich wykrywania.

Na przykład w siłach powietrznych Stanów Zjednoczonych dla zwalczania naziemnych środków radioelektronicznych obrony powietrznej strony przeciwnej stosuje się pociski z naprowadzaniem pasywnym /PASSIVE HOMING/, które według nomenklatury amerykańskiej zaliczane są do pocisków klasy "powietrze-ziemia".

Informacją wykorzystywaną do kierowania pociskami z naprowadzaniem pasywnym może być:

- energia elektromagnetyczna wysokiej częstotliwości pochodząca od anten stacji radiolokacyjnych i środków łączności;
- energia elektromagnetyczna pochodząca od generatorów lub modulatorów urządzeń radiolokacyjnych.

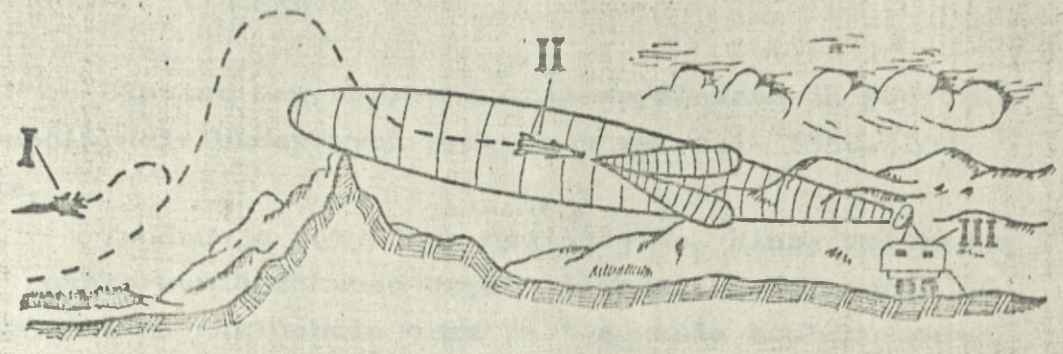
Samoloty nosiciele pocisków klasy "powietrze - ziemia" z naprowadzaniem pasywnym, aby mogły praktycznie wykorzystać wymienioną informację muszą być wyposażone w aparaturę tzw. sprawdzania[x/]. Pozostała część

---

x/ Aparatura pracująca w oparciu o analizę widmową sygnałów odebranych od RLS, kontrolowaną przez pilota.

aparatury kierowania znajduje się na samym pocisku.

Aby wykonać z samolotu uderzenie z pasywną głowicą samonaprowadzania na stację radiolokacyjną spoza zasięgu jej wykrywania /rys. 21/, pocisk w rejon jej usytuowania wyprowadza się przy pomocy systemu telekierowania, w którym sygnały wykonawcze na pocisk wysyła się z samolotu nosiciela.



Rys. 21. Sposób atakowania stacji radiolokacyjnej spoza zasięgu jej wykrywania przez samolot - nosiciel pociskiem samonaprowadzającym.
I - samolot nosiciel
II - pocisk
III - RLS

Stosowane są również systemy autonomiczne, obejmujące kompleks przyrządów zapewniających ruch pocisku według z góry założonego toru. Przy czym następny etap naprowadzania pocisku przejmuje jego głowica samonaprowadzania, jeżeli spełniony jest warunek mocy odbieranych sygnałów od celu. Zasięg głowicy samonaprowadzającej pocisku na cel można określić wzorem:

$$D_{gp} = \sqrt{\frac{P_c G_c S_a \delta_a}{4 \pi P_{odb\ min}}}$$

gdzie: P_c i G_c - moc promieniowania przez naziemne urządzenie nadawcze oraz jego współczynnik kierunkowości anteny, na które naprowadzany jest pocisk;

S_a - efektywna powierzchnia głowicy samonaprowadzającej pocisku;

δ_s - współczynnik uwzględniający straty mocy odebranych sygnałów w układzie fiderowo-antenowym głowicy samonaprowadzającej;

$P_{odb_{min}}$ - minimalna moc sygnału na wejściu odbiornika koordynatora, zapewniająca prawidłowe funkcjonowanie systemu samonaprowadzania pocisku.

Głowice samonaprowadzania współczesnych pocisków przeciwradiolokacyjnych pracują w zakresie 1550-5200 MHz.

Tendencje rozwojowe pocisków tej klasy zmierzają do rozszerzenia zakresu częstotliwości, polepszenia odporności na zakłócenia oraz zastosowania kombinowanych systemów naprowadzania. Przewiduje się uzupełnienie pasywnego radiolokacyjnego również systemu naprowadzania na podczerwień. Informacją służącą do kierowania pociskiem wyposażonym w ten sposób mogą być:

- widma pochodzące od urządzeń zapłonowych i klimatyzacyjnych;
- widma iskrzeń agregatów prądotwórczych lub pojazdów mechanicznych jak również konturów urządzeń radiolokacyjnych.

Tendencje rozwojowe zmierzają do zwiększenia zasięgu działania. Jeżeli pierwsza generacja pocisków miała zasięg 30-40 km, to w następnej dąży się do uzyskania 80-100 km. Zwiększa się również moc ładunku wybuchowego, umożliwiającego rażenie naziemnych urządzeń radioelektronicznych w promieniu 100-150 m, natomiast ludzi nawet do 500 m. Ponadto instaluje się układy pamięciowe parametrów toru lotu, zabezpieczających samonaprowadzanie pocisku nawet po wyłączeniu stacji radiolokacyjnej.

Ostatnio dla powietrznej walki radioelektronicznej, w ramach obezwładnienia ogniowego, szerokie zastosowanie uzyskują pociski z pasywnymi głowicami samonaprowadzającymi na źródło promieniowania energii

elektromagnetycznej klasy "powietrze-powietrze". Pojawienie się ich w arsenale środków walki jest nie przypadkowe.

Zastosowanie powietrznych dozorowców radiolokacyjnych, powietrznych stanowisk dowodzenia posiadających RLS oraz mnogość środków łączności i NSO[x/] ze środkami zakłócającymi, a także obecne wyposażenie samolotów w urządzenia radioelektroniczne, wywołało naglącą potrzebę wykorzystania pocisków tego typu. Przy czym uniwersalność zastosowania pocisków, sugeruje wykorzystanie przez samoloty uderzeniowe, jak również i towarzyszące samoloty myśliwskie. Samoloty uderzeniowe mogą ich wykorzystać w celach obronnych przed myśliwcami. Samoloty myśliwskie natomiast pociskami tego typu prawdopodobnie będą miały możliwość wykonywania ataków czołowych. Szczególnie dotyczy to sytuacji podczas zwalczania celów powietrznych na małych wysokościach.

1.5. Wnioski

1. Okres poprzedzający napad powietrzny ze strony agresywnego bloku NATO cechować będzie intensyfikację umieszczanych na orbitach okołoziemskich obiektów satelitarnych różnego przeznaczenia. Zasadnicza zauważalna liczba występujących obiektów satelitarnych nastąpi jednak na styku ewentualnych TDW między obozem socjalistycznym a agresywnym blokiem państw imperialistycznych. Będą to głównie obiekty satelitarne przeznaczone do zabezpieczenia działań poszczególnych rodzajów sił zbrojnych. Zasadniczą przewagę stanowić będzie jednak liczba satelitów prowadzących rozpoznanie radioelektroniczne i fotograficzne.

2. Ewentualne pierwsze zaczepne operacje sił powietrznych NATO będą poprzedzone intensywnym rozpoznaniem lotniczym radioelektronicznym przez samoloty wchodzące w skład systemu PLSS /Precision Location Strike System/ wzdłuż granic państw uczestników Układu Warszawskiego. Ich liczba i częstotliwość wzrośnie prawdopodobnie nad przestrzenią powietrzną Morza Bałtyckiego z uwagi na jego usytuowanie, zapewniające dogodne warunki głębokiej penetracji radioelektronicznej. Nie wyklucza się w tym okresie intensyfikacji działań sił morskich strony przeciwstawnej w zakresie prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego przez pojedyncze okręty lub składania wizyt kurtuazyjnych przez zespoły okrętów uderzeniowych lub

---

x/ "Nosiciele sterowane odległościowo", propozycja nazwy NPV w wersji polskiej

nawet pojedyncze lotniskowce, w portach usytuowanych w pobliżu granic państw socjalistycznych.

3. Niezależnie od warunków prowadzenia wojny bez użycia lub z użyciem broni jądrowej /neutronowej/, działaniom lotnictwa uderzeniowego i innych ŚNP nieprzyjaciela nieodłącznie będzie towarzyszyć intensywna walka radioelektroniczna. Jej charakter początkowy znamionowany będzie wykonywaniem zespolonych ataków radioelektroniczno-ogniowych na kierunkach pokonywania obrony powietrznej zasadniczych i pomocniczo-demonstracyjnych, przechodzących następnie w totalne natarcie radioelektroniczne. Walka radioelektroniczna w formie ataków radioelektroniczno-ogniowych i totalnego natarcia radioelektronicznego jest jedną z podstawowych składowych z zakresu komplikowania sytuacji powietrznej. Jeżeli atak radioelektroniczno-ogniowy jest decydującą fazą w zakresie tłumienia radioelektronicznego i ogniowego obezwładniania grupy środków radioelektronicznych obrony powietrznej w pasie wykonywanych lotów przez ŚNP, których obniżenie efektywności funkcjonowania lub wyeliminowanie zapewnia dalsze wykonywanie zadań bojowych przez lotnictwo uderzeniowe i inne środki napadu powietrznego, to totalne natarcie radioelektroniczne wytwarza m.in. rozległe strefy nie określoności informacji, o sytuacji powietrznej, które zdecydowanie wpływają na niemożliwość wypracowania uzasadnionych decyzji na zwalczanie środków napadu powietrznego. Jest to wynik oddziaływania zakłóceń maskujących, uniemożliwiających odwzorowanie ugrupowania i liczby działających celów powietrznych przez stacje radiolokacyjne w obszarze działania samolotów i innych środków napadu powietrznego nieprzyjaciela.

3. Ewentualne pierwsze zaczepne operacje powietrzne prowadzone w początkowym okresie wojny, charakteryzować się będą dużym nasyceniem jednoczesnej liczby różnych typów działających ŚNP nieprzyjaciela, poczynając od środków bezpilotowych pułapek latających i samosterujących rakiet typu "Cruise" oraz samolotów. Przy czym dla kierunku nadmorskiego zdecydowana liczba działających samolotów, to myśliwsko-bombowe i pokładowe. Doświadczenia wojen lokalnych wskazują, że ugrupowanie samolotów dla pokonywania obrony powietrznej z tego kierunku przedstawiać sobą będzie wydłużone kolumny par, trójek i kluczy, zapewniające w tym przypadku wykorzystanie

dysponowanych możliwości w zakresie prędkości lotu w wybranych pasach pokonywania rejonu obrony korpusu OPK, a także wykonywania manewru w zakresie kierunku lotu. Stąd forma nalotu przyjmie postać nalotu zmasowanego, w którym wykorzystywane będą wszystkie zakresy wysokości. Jednakże zdecydowana liczba środków napadu powietrznego w świetle obowiązujących zasad użycia lotnictwa uderzeniowego wykonywać będzie naloty z zaskoczenia oraz na małych i bardzo małych wysokościach, wykorzystując podczas lotu maskujące właściwości ukształtowania terenu. Dla zwiększenia promienia działania samolotów szeroko może być stosowany zmienny profil lotu.

Forma nalotu zmasowanego, jak wykazały doświadczenia wojen lokalnych zmniejsza stopę strat w samolotach na przyjętą umowną jednostkę miary, równą 1000 samolotolotów. Ponadto sprzyja wytworzeniu dla strony przeciwstawnej - obrony powietrznej skomplikowanych sytuacji powietrznych, w których efektywność bojowa tej ostatniej obniża się. Dlatego też przez pojęcie "skomplikowana sytuacja powietrzna" należy rozumieć koncentrację dużej liczby szybko zmieniającego się położenia w przestrzeni powietrznej ŚNP nieprzyjaciela i obiektów pozornych, stwarzająca dogodne przesłanki obezwładnienia osłanianych obiektów i rejonów przez siły i środki OPK.

Wytworzenie skomplikowanej sytuacji powietrznej ma na celu wywołanie dodatkowych trudności w zakresie odtwarzania dynamiki rozwijających się działań bojowych w ogniwach dowodzenia obrony powietrznej wszystkich szczebli, w wyniku czego występują ograniczone możliwości skupienia wysiłku przez jej siły i środki w wymaganym miejscu i czasie. Prowadzi to do zmniejszenia liczby wykonywanych strzelań na cele powietrzne przez myśliwce i przeciwlotnicze zestawy rakietowe. Skomplikowaną sytuację uzyskuje się w wyniku zaskoczenia, manewru i podstępu, niszczenia sił i środków obrony powietrznej oraz wykorzystania efektów walki radioelektronicznej.

Wreszcie do komplikowania sytuacji powietrznych, umożliwiających uzyskanie zaskoczenia jest kierunek technicznego obniżenia skutecznej powierzchni odbicia ŚNP /samolotów i bezpilotowych obiektów latających/*/, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia prawdopodobieństwa wykrycia przez stacje radiolokacyjne, opierające się o współczesne rozwiązania konstrukcyjne.

---

*/ Chodzi w pierwszym etapie o wyposażenie samolotów tzw. "niewidek", przeznaczonych m.in. do obezwładnienia obrony powietrznej, prowadzenia rozpoznania oraz bezpośredniego wsparcia walczących wojsk.

2. RADIOLOKACYJNE ZABEZPIECZENIE DZIAŁAŃ BOJOWYCH AKTYWNYCH ŚRODKÓW OPK NA KIERUNKU NADMORSKIM W SKOMPLIKOWANYCH WARUNKACH SYTUACJI POWIETRZNEJ.

2.1. Fizycznogeograficzna charakterystyka kierunku nadmorskiego dla potrzeb OPK.

Kierunek nadmorski obejmuje północno-zachodnie i północne terytorium PRL, które jest częścią Mazursko-Pomorskiego kierunku operacyjnego, wchodzącego w skład Północnego Kierunku Strategicznego Sił Zbrojnych państw Układu Warszawskiego.[x/]

Wymienione terytorium pod względem państwowego podziału administracyjnego PRL obejmuje dziesięć województw. Zasadnicze dane o poszczególnych województwach przedstawia tabela 3.

TABELA 3[xx/]

Lp.	Województwo	Liczba miast	Liczba gmin	Liczba ludności	Powierzchnia w km^2	Wartość brutto środków trwałych w przedsiębiorstwach uspołecznionych wg cen w 1974 r.[xxx/]
1.	Szczecińskie	29	59	841371	9980	108
2.	Koszalińskie	17	40	428554	8470	30
3.	Słupskie	11	39	351679	7453	23
4.	Gdańskie	19	56	1221450	7389	125
5.	Elbląskie	15	43	419874	6103	25
6.	Gorzowskie	21	49	428705	8498	32
7.	Pilskie	24	43	413990	8200	19
8.	Bydgoskie	27	61	982370	10352	72
9.	Toruńskie	13	41	580500	5345	36
10.	Włocławskie	14	38	402046	4404	16

x/ Biuletyn Informacyjny Sztabu Gen. Nr 2 /120/ z 1975 r.

xx/ 1. "Polska 75", Wydanie zbiorowe PIW, 1975 r.
2. Rocznik Statystyczny 1975.

xxx/ wg wyceny bieżącej

Przedstawione dane w tabeli 3 sugerują, że wyodrębnione w ramach kierunku nadmorskiego północno-zachodnie i północne terytorium PRL posiada znaczny procent potencjału ekonomicznego państwa. Niektóre gałęzie przemysłu jak na przykład okrętowego, przetwórstwa rybnego są w całości lub prawie, że w całości usytuowano w rozpatrywanym obszarze. Ponadto właśnie w tym rejonie zostaną uruchomione pierwsze elektrownie atomowe, produkujące energię elektryczną na skalę przemysłową.

Kierunek nadmorski posiada sieć portów morskich, które oprócz znaczenia komercyjnego posiadają również znaczenie militarno-polityczne.

Procentowy wskaźnik ludnościowo-ekonomiczny kierunku nadmorskiego w stosunku do pozostałego terytorium PRL przedstawia tabela 4.

TABELA 4

Liczba miast	Liczba gmin	Liczba ludności	Powierzchnia w km^2	Wartość brutto środków trwałych w przedsiębiorstwach uspołecznionych wg cen w 1974 r.
190	469	6.070.539	76.198	476 mld
Wskaźnik procentowy w stosunku do pozostałego terytorium PRL		18,01	24,26	17,26

Rzeźba terenu kierunku nadmorskiego ukształtowała się pod wpływem lodowca skandynawskiego. Lodowiec skandynawski sięgał linii: Zielona Góra, Leszno, Konin, Gostynin, Płock, Nidzica, Grajewo i Augustów. Na północ od tej linii występują liczne wzgórza i wały, a wśród nich zagłębienia bezodpływowe i wydłużone bruzdy, zwane rynnami lodowcowymi, które zwykle wypełnione są wodami jezior. Są to pojezierza rozczłonowane przez

szerokie doliny i płaszczyste równiny, będące śladem odpływu wód topniejącego lodowca.

Na północ od pojezierzy występuje niezbyt szeroki pas na ogół równinnych nizin, związanych z Basenem Morza Bałtyckiego. Wzniesienia tylko w niewielu miejscach przekraczają wysokość 100 m. Na ukształtowanie powierzchni wywarły tu wpływ procesy związane z ustępowaniem zlodowacenia i odpływem wód wzdłuż czoła lodowca, a następnie do Morza Bałtyckiego, oraz procesy brzegowe, związane z podnoszeniem się poziomu tego morza po ociepleniu się klimatu i ostatecznym stopnieniu lodowca skandynawskiego.

Z rzek bezpośredniego zlewiska Bałtyku wymienić należy:

- Rogę - 199 km;
- Parsętę - 154 km;
- Wieprzę - 140 km;
- Słupię - 188 km;
- Łupawę - 192 km;
- Łebę - 150 km;
- Redę - 57 km.

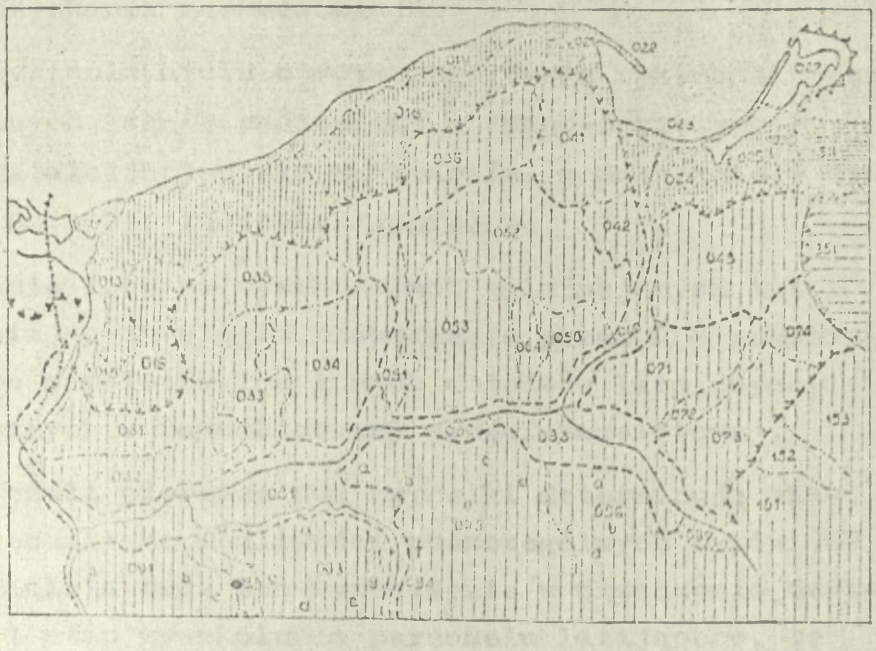
Wymienione rzeki spływają z Pojezierza Pomorskiego i większość z nich w stosunku do Bałtyku posiada usytuowanie, prawie że prostopadłe.

Rzeki Odra, Wisła i Noteć - Warta również są dopływami Bałtyku, z których Odra i Wisła również posiada prawie że prostopadłe położenie. Położenie ich leży w przedziale opisującym rejon Mazursko-Pomorskiego kierunku operacyjnego.

Pod względem fizycznogeograficznego podziału terytorium kierunku nadmorskiego należy obszarowo do Europy Zachodniej. Położone jest w całości na Niżu Środkowoeuropejskim w dwóch podprowincjach: Pobrzeżu Południowobałtyckim i Pojezierzu Południowobałtyckim. Wykaz makroregionów i mezoregionów przedstawia tabela 5 - zamieszczona w załączniku.

Położenie poszczególnych mezoregionów na

północno-zachodnim i północnym terytorium PRL przedstawia rys. 22.



Rys. 22. Regionizacja fizycznogeograficzna kierunku nadmorskiego.

A. Ocena ważności i przydatności kierunku nadmorskiego do działań sił powietrznych nieprzyjaciela.

Geopolityczne położenie terytorium PRL, konfiguracja oraz znaczenie militarne akwenu Bałtyku i usytuowane przy nim z zachodu dwa państwa należące do Paktu NATO /RFN i Dania/, rola obszaru PRL w zakresie izolacji przewidywanego rejonu działań przez siły powietrzne strony przeciwnej od dopływu świeżych sił, usytuowany potencjał ekonomiczny kraju, determinuje szczególną ważność kierunku nadmorskiego w ramach ogólnego systemu obronnego państwa, a także zapewnieniu na nim swobody działań siłom sojuszniczym.

Kierunek nadmorski z racji posiadania otwartej granicy państwowej może ułatwić również dogodne przenikanie ŚNP nieprzyjaciela w głąb terytorium kraju.

Dogodność pokonywania obrony powietrznej z kierunku nadmorskiego oraz nieoczekiwane wyjście na obiekty uderzeń przez ŚNP nieprzyjaciela uzyskać

można przez:

- odpowiednią prędkość lotu, która jest głównym warunkiem uzyskania zaskoczenia;
- wykorzystania atutu otrzymanego drogą wykonania poszczególnych ataków radioelektroniczno-ogniowych, przekształcających się w natarcie, a następnie w totalne natarcie radioelektroniczne;
- wykonanie lotu na wysokościach eliminujących lub utrudniających ciągłe prowadzenie przez RLS poszczególnych samolotów lub innych obiektów latających, zwalczanych w ramach obrony przeciwsamolotowej.

Jeżeli pierwsze dwa czynniki determinują taktyczno-techniczne możliwości poszczególnych typów ŚNP nieprzyjaciela oraz ich wyposażenie w urządzenia nawigacyjne i stan wyszkolenia personelu latającego, to czynnik trzeci jest uzależniony od rzeźby terenu.

Właśnie wszechstronna ocena terenu, oparta o wyniki analizy geomorfologicznej[x/] a niekiedy nawet i fitogeograficznej może ustalić najbardziej zagrożone pasy pokonywania własnej OPK przez nieprzyjaciela powietrznego. Dlatego też właśnie potwierdzenie lub negowanie dogodności pokonywania obrony powietrznej przez ŚNP nieprzyjaciela na kierunku nadmorskim winno być poprzedzone wnikliwą i szczegółową analizą geomorfologiczną.

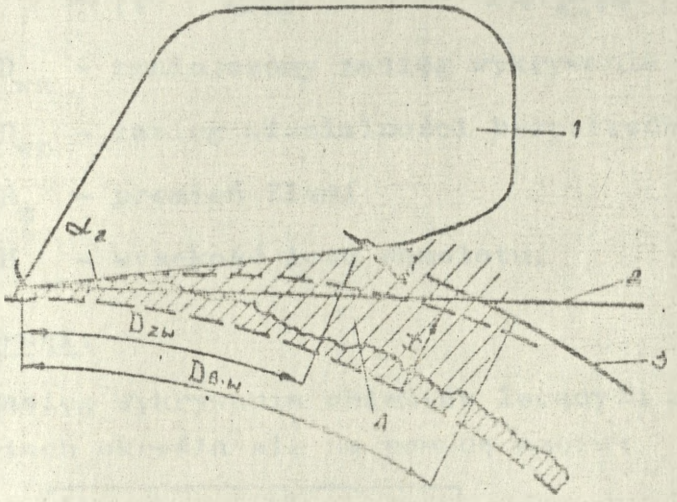
Analiza geomorfologiczna winna ustalić zespół wzniesień lub obniżeń terenowych, które wraz z panującymi zabudowaniami urbanistycznymi i ewentualnie warunkami klimatycznymi umożliwiają loty ŚNP nieprzyjaciela na małych i bardzo małych wysokościach. Problem

---

x/ "Geomorfologia", nauka o ukształtowaniu Ziemi; zajmuje się opisem form powierzchni Ziemi, bada ich genezę, rozmieszczenie, określa ich wiek. Uwzględnia również warunki klimatyczne. Służy potrzebom planowania przestrzennego, komunikacji, rolnictwu itp. "Encyklopedia Powszechna" Wyd. PWN, t. 2, str. 46.

ten jest niebagatelny ponieważ przyjmowany przez siły powietrzne NATO model nalotu zakłada, że 60-70% ŚNP działać będzie w przedziale małych i bardzo małych wysokości. Efekt działań ŚNP w pierwszej fali na małych wysokościach wpłynie na możliwość zwiększenia wysokości lotu ŚNP w następnych falach rzutu. Analiza geomorfologiczna winna również ustalić, w jakim stopniu występujące wzniesienia terenowe stworzą skuteczne kąty zakrycia, które znacznie mogą zdeformować strefę radiolokacyjnej informacji /zwanej potocznie polem radiolokacyjnym/ na małych i bardzo małych wysokościach. Chodzi głównie o pododdziały radiotechniczne, których siły i środki rozwijają pierwszą i drugą linię posterunków radiolokacyjnych w ramach korpusu OPK.

Zależność zasięgu wykrywania obiektów powietrznych przez środki radiolokacyjne od występujących kątów zakrycia przedstawiona jest na rysunku 23.



Rys. 23. Wpływ kątów zakrycia na zasięg wykrycia stacji radiolokacyjnych.

1. Charakterystyka promieniowania RLS.
2. Linia horyzontu.
3. Tor lotu obiektu powietrznego.
4. Strefa eliminująca wykrywanie.

Ocenę wielkości kątów zakrycia w odniesieniu do miejsc usytuowania stacji radiolokacyjnych można określić dwoma sposobami:

a/ Sposób pierwszy.

Wielkości kątów zakrycia określa się za pomocą wzoru:

$$\alpha_z = 0{,}06 \frac{1}{D_E}\left(H_E - H_o\right) \quad , \qquad /2.1/$$

gdzie: D_E - odległość między RLS a ekranującym przedmiotem w /km/;

H_E - wysokość przedmiotu ekranującego w /m/;

H_o - wysokość centrum zawieszenia anteny RLS nad powierzchnią Ziemi w /m/.

Znając wartości kątów zakrycia, zmniejszenie zasięgu wykrywania obiektu lecącego na małych wysokościach można określić na podstawie wzoru:

$$D_{WZ} = D_{Wb}\left(\sqrt{1 + \frac{R_z}{2H}\alpha_z^2} - \alpha_z\sqrt{\frac{R_z}{2H}}\right) \quad , /2.2/$$

gdzie: D_{wz} - zmniejszony zasięg wykrywania RLS;

D_{wb} - zasięg widzialności bezpośredniej;

R_z - promień Ziemi;

H - wysokość lotu samolotu.

b/ Sposób drugi.

Zasięg wykrywania obiektów lecących na małych wysokościach określa się za pomocą wzoru:

$$D = \sqrt{\left(R_z \sin\alpha_z\right)^2 + 2HR_z} - R_z \sin\alpha_z \quad , /2.3/$$

gdzie: R_z - promień Ziemi;

H - wysokość lotu samolotu;

α_z - wielkość kąta zakrycia w /stopniach/.

W tym przypadku obliczanie kątów zakrycia musi opierać się o pomiary teodolitem. Dlatego też sposób pierwszy może być wykorzystany dla oceny

ogólnej. Natomiast dokładną ocenę należy prowadzić w oparciu o sposób drugi.

Jak ważny jest problem wpływu rzeźby terenu, a zwłaszcza kątów zakrycia przykładowo ilustruje tabela 6.

TABELA 6

zakrycia w /stopniach/	Zasięg wykrywania przy H zadanej oraz h_a = 5 m							
	100	300	500	1000	2000	3000	5000	10000
0,25	18	43	62	98	150	191	256	376
0,5	11	29	42	75	124	156	227	345
1	6	19	26	49	90	121	179	290

Z danych w tabeli wynika, że kąty zakrycia odgrywają szczególną rolę w zakresie odległości wykrywania obiektów powietrznych w przedziale wysokości do 1000 m. W przedziale tych wysokości odległość wykrywania obiektów powietrznych może się zmniejszyć do 50%, a nawet i więcej. Fakt ten wskazuje dobitnie, że również ciągła dolna granica pola radiolokacyjnego kształtuje się wyżej, mimo odpowiedniego zagęszczenia posterunków radiolokacyjnych.

Wiadome jest, że zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnych uzależniony jest również od wartości skutecznej powierzchni odbicia /σ_{SK}/ poszczególnych grup SNP. Przy czym, wartość σ_{SK} uzależniona jest od zakresu częstotliwości roboczych wykorzystywanych przez rozwinięte stacje radiolokacyjne. Stąd analiza szczegółowa przy ustalaniu realnego pola wykrywania lub ustaleniu dogodnych pasów pokonywania OPK musi uwzględniać również i ten element. Przykładowe wartości σ_{SK} w zależności od częstotliwości pracujących RLS przedstawia tabela 7.

Stąd też kompleksową ocenę najbardziej zagrożonych kierunków pokonywania obrony powietrznej winno się

TABELA 7

Typ środka napadu powietrznego	σ_{SK} w /m²/		
	λ=1-6 cm	λ=10-16 cm	λ=16-40 cm
Pociski klasy "powietrze-ziemia"	0,5-1,5	0,4-1,2	0,3-1,0
Samoloty myśliwskie	5-10	4-12	3-10
Samoloty myśliwsko-bombowe	40-70	30-50	25-40
Strategiczne samoloty bombowo	100-150	70-120	60-100

prowadzić w następującej kolejności:

- ocenę rzeźby terenu i występujące w niej wzniesienia lub obniżenia;
- typy rozwiniętych stacji radiolokacyjnych i wykorzystywane przez nich pasma częstotliwości;
- przewidywany model nalotu ŚNP dla pokonania obrony powietrznej oraz wykonania prawdopodobnych uderzeń na obiekty naziemne.

Rzeźba terenu kierunku nadmorskiego w rozpatrywanych dwóch podprowincjach fizycznogeograficznych, a mianowicie Pobrzeża Południowobałtyckiego i Pojezierza Południowobałtyckiego przedstawiona jest poniżej.

1. Pobrzeże Południowobałtyckie charakteryzuje się następującymi właściwościami:

   a. Makroregion Pobrzeża Zachodniopomorskiego rozciąga się od zachodu wzdłuż Zatoki Pomorskiej od wyspy Rugii w NRD po przylądek Rozewie na przestrzeni około 350 km w linii powietrznej. W części zachodniej osiąga szerokość od 50 do 100 km.

   Zatoka Pomorska, Zalew Szczeciński i dolina Dolnej Odry leżą na podłożu młodej

szczecińskiej, po południowo-zachodniej stronie występują wypiętrzenia, stanowiące wał pomorsko-kujawski.

Strukturalnie zarysowują się dwa obszary, a mianowicie:

- jeden - położony w obrębie niecki szczecińskiej;
- drugi - położony w obrębie wału pomorsko-kujawskiego oraz po jego stronie północno-wschodniej w depresji perybałtyckiej i na peryferii tarczy bałtyckiej.

Występujące różnice we wgłębnym podłożu, znajdują swój wyraz zewnętrzny w rzeźbie terenu, pomimo podobnej ewolucji geomorfologicznej. W niecce szczecińskiej wytworzył się subregion Niziny Szczecińskiej, w której najbardziej rozszerzony jest rejon pobrzeża. W środku subregionu znajdują się Zalew Szczeciński, Równina Goleniowska, Puszcza Wkrzańska, Równina Pyrzycko-Stargardzka, izolowane wzniesienia morenowe wyspy Uznam i Wolin, Wzgórz Szczecińskich i Puszczy Bukowej. Na wschód położony jest pas nizinny, coraz bardziej zwężający się /do szerokości około 30 km/. Zmienia się również nieco charakter krajobrazowy. Wyróżnia się w tym rejonie Równinę Białogardzką, Równinę Słupską i Pobrzeże Sławińskie.

W makroregionie Zachodniopomorskim wzgórza morenowo osiągają znaczne wysokości względne i bezwzględne. Na wyspie Wolin dochodzą do 115 m wysokości n.p.m., Wzgórza Warszewskie na północ od Szczecina do 131 m, pod Koszalinem do 137 m, a w Paśmie Bukowym na prawym brzegu Odry nawet do 147 m n.p.m., jednakże przeważna część pobrzeża leży poniżej 50 m n.p.m.

Szczegółowa charakterystyka poszczególnych mezoregionów przedstawia się następująco:

Zalew Szczeciński łączy się z Bałtykiem /Zatoką Pomorską/ za pośrednictwem trzech cieśnin:

- na zachodzie Piany /Peene/;
- pośrodku Świny;
- na wschodzie Dwiny.

Jest rozległym, lecz płytkim rozlewiskiem o powierzchni 635 km^2 i głębokości maksymalnej 9 m.

/010/ Równina Odrzańsko-Zalewowa do niej należy właściwie w/w Zalew Szczeciński /wyodrębniony ze względu na szczególne znaczenie/.
Obejmuje dolinę dolnej Odry i jej Ujście. Odra w tym miejscu posiada mały spadek. Płynie zabagnioną doliną szerokości 2-3 km dwoma ramionami, z których zachodnie /główne/ rozszerza się lejkowato ku Zalewowi Szczecińskiemu, a wschodnie zwane Regalicą, płynie przez duże deltowe jezioro /56 km^2 powierzchni, 5,2 m głębokości/. Na wschód od jeziora położona jest równina dochodząca do 20-25 m n.p.m.

/013/ Równina Goleniowska usytuowana na wschód od ujścia Odry i jeziora Dąbie. Przecięta dolnym biegiem rzek Iny i Stepnicy. Pokryta w większości lasem sosnowym. W stosunku do poziomu morza jest terenem nisko położonym. W centrum występuje m. Goleniów.

/014/ Wzgórza Szczecińskie usytuowane na lewym brzegu Odry, składają się z dwóch wyodrębnionych części, a mianowicie Wzgórz Warszewskich /131 m/ leżących w północnej części miasta oraz pasma Dezrzecze - Siadło /88 m/ położonych na południowo-zachodzie. Między nimi usytuowana jest m. Szczecin.

/012/ Puszcza Wkrzańska położona na północ od m. Szczecin, rzadko zaludniona, z borami sosnowymi oraz występującymi terenami wydmowymi i torfowiskami.

/015/ Puszcza Bukowa usytuowana na prawym brzegu Odry, poniżej jeziora Dąbie jest pasmem moren dochodzących do wysokości 147 m pokrytych wysokopiennymi lasami liściastymi.

/016/ Równina Pyrzycko-Stargardzka położona na południowym wschodzie od Puszczy Bukowej, której poziom ku wschodowi i południowi podnosi się do wysokości 60-80 m n.p.m. W środku nizliny występuje jezioro Miedwie i Płoń, które pod koniec okresu proborealnego łączyły się. Dlatego też wzdłuż nich wytworzyła się

niecka, ciągnąca się od prawego brzegu Zalewu Szczecińskiego do ujścia jez. Płoń, na wysokość do m. Barlinek. Stąd obniżenie terenowe kieruje się dalej na południe i prowadzi do pradoliny noteckiej /toruńsko-eberswaldzkiej/.

/017/ Równina Białogardzka rozpostarta na północno-wschodzie od Równiny Goleniowskiej. Położona przeważnie na wysokości kilkudziesięciu metrów n.p.m., przedstawia sobą równinę moreny dennej, urozmaiconą pojedyńczymi wałami moren czołowych. Występujące wzniesienia morenowe pod Kołobrzegiem osiągają wysokość 83 m n.p.m., a na wschód od Koszalina dochodzą nawet do 137 m n.p.m. Szerokość całego pasa dochodzi do 30 km. Od Koszalina po ujście Odry ciągnie się równolegle do pobrzeża pradolina, którą przecinają rzeki Parsęta i Rega.

/018/ Równina Słupska będąca jak gdyby przedłużeniem ku wschodowi Równiny Białogardzkiej, którą przecina szereg rzek wykorzystujących system pradolin. Są to rzeki: Grabowa, Wieprza, Słupia, Łupawa, Łeba i Reda.

/019/ Wybrzeże Słowińskie posiada charakter wybitnie brzegowy, w którym od morza spływają cztery rzeki, a mianowicie Parsęta, Wieprza, Słupia i Łeba. Przy ujściu ich usytuowały się miasta Kołobrzeg, Darłowo, Ustka i Łeba. Bezpośrednio przy linii brzegowej położone jest szereg jezior przybrzeżnych. Występuje szereg potężnych wydm oraz płaskich nieznacznie rozległych równin, przeważnie zatorfowionych łąk lub nisko położonych pól uprawnych. Wyjątek tylko stanowi łuk morenowy, zamykający jezioro Gardno od południa, którego kulminacyjne wzniesienie koło Rowokołu wynosi 115 m n.p.m.

b. Makroregion Pobrzeża Wschodniopomorskiego leży w obrębie depresji perybałtyckiej, w centrum której leży Zatoka Gdańska. Występują tu długie mierzeje z wałami wydmowymi i wysokie kępy opadające stromymi falezami ku morzu. Na zachodnim obrzeżu Zatoki Gdańskiej stosunkowo wysoko usytuowano jest Pobrzeże Kaszubskie.

Natomiast niżej położono na południu to Mierzeja Wiślana i Żuławy Wiślane. Na wschodzie wyróżnia się Wzniesienia Elbląskie i Nizinę Warmińską. Natomiast na północy usytuowana jest Mierzeja Helska.

Szczegółowa analiza rzeźby terenu poszczególnych mezoregionów, rozpatrywana od Bałtyku w głąb terytorium kraju jest następująca.

/022/ Mierzeja Helska ciągnie się w przedłużeniu Kępy Swarzewskiej w kierunku południowo-wschodnim na przestrzeni 34 km. Zachodnia jej połowa ma zaledwie 200 do 500 m szerokości. Wschodnia natomiast dochodzi do 3 km. Wzdłuż całego wybrzeża ciągnie się pasmo wydm. W zachodniej części mierzei wydmy są niskie w granicach od 5 do 6 m. Natomiast od Jastarni w kierunku wschodnim przybierają większe rozmiary i dochodzą do wysokości 23 m. Znaczna część mierzei pokryta jest masywem leśnym.

/021/ Pobrzeże Kaszubskie przedstawia sobą teren zróżnicowany. Od przylądka Rozewie po ujście Martwej Wisły składają się na przemian ze wzniesień lub obniżeń, odpowiadających systemowi dolin. Ponad ich dnami /przeważnie bagnistymi/ wznoszą się odosobnione wyniosłości zwane kępami. Występująca pradolina Redy - Łeby, po rozgałęzieniu się na dwa ramiona, jednym wychodzi nad morze w Zatoce Puckiej, drugim omija Kępę Oksywską. Następnym charakterystycznym wgłębieniem prowadzącym lądem do Zatoki Puckiej od Bałtyku przez Mierzeję Helską są Bielawskie Błota koło Rozewia, biegnące dalej pradoliną rzeki Płutnicy. Kępy: Swarzewska, Pucka, Oksywska i Redłowska urywają się nad morzem, w postaci wysokich falezów.

/023/ Mierzeja Wiślana podobna do Mierzei Helskiej, usytuowana na południu Zatoki Gdańskiej jest ona wysokim pasmem piasków i wydm, ciągnących się na długości około 50 km.

/024/ Żuławy Wiślane są niskim, a częściowo położonym nawet poniżej poziomu morza terenem. Usytuowane po południowej stronie Mierzei Wiślanej. Granicę

Żuław od zachodu tworzy krawędź stumetrowej wysokości Pojezierza Wschodniopomorskiego. Natomiast od wschodu krawędź wzniesienia Elbląskiego. Tworzy sobą mezoregion obejmujący deltę Wisły. W ogólnym zarysie mają kształt trójkąta o długości 50 km oraz szerokości 60 km. Ogólna powierzchnia przekracza 1500 km^2. Jest obszarem niezmiernie płaskim. Jednak obniżającym się z lekka z południa na północ i na boki w kształcie stożka około $0,22^o/oo$.

W pobliżu Gniewa poziom delty wznosi się do 11 m n.p.m. Jednak dalej ku północy depresje schodzą poniżej poziomu do - 1,8 m w m. Karczowiska Wielkie koło Elbląga.

/025/ Wzniesienia Elbląskie sąsiadują od wschodu z Żuławami Wiślanymi, obejmującymi 380 km^2 powierzchni, falistej równiny morenowej, wznoszącej się w najwyższym punkcie do 197 m n.p.m. w rej. m. Maślana Góra. Całe Wzniesienie Elbląskie opada stromymi krawędziami ku Żuławom Wiślanym, Zalewowi Wiślanemu i Nizinie Warmińskiej. Pocięte są stosunkowo głębokimi wąwozami. Krawędzie wzniesień pokryte są wysokim drzewostanem liściastym.

/026/ Nizina Warmińska położona nad rzekami Baudą i dolną Pasłęką. Leży na wysokości 20-70 m w stosunku do poziomu morza.

Cechą charakterystyczną dla wymienionego regionu jest znaczne wypiętrzenie, a rzeki wcięły się głęboko w powierzchnię równiny.

2. Pojezierze Południowobałtyckie charakteryzuje się następującymi właściwościami: obejmuje krajobrazy dwóch rodzajów, jeden - młodoglacjalny, drugi - dolinny. W krajobrazie młodoglacjalnym można wyodrębnić trzy gatunki, a mianowicie pagórkowaty, równinno-morenowy i sandrowo-pojezierny. Natomiast w dolinnym dwa: tarasowo-wydmowy i zalewowych den dolinnych.

Najbardziej jednak charakterystycznymi i najczęściej występującymi są krajobrazy pagórkowato-jeziorne i sandrowo-pojezierne. Przy czym krajobrazy pagórkowato-po-

jezierne dają się jeszcze podzielić na trzy odmiany, a mianowicie:

- pagórkowatych terenów gliniastych, o glebach brunatnych z licznymi podmokłymi, najczęściej łąkowymi zagłębieniami bezodpływowymi, odpowiadającymi równowadze parowania lokalnie wzmożonego;
- pagórkowatych terenów piaszczysto-żwirowych lub kamienistych z lasami grądowymi, przechodzącymi w bory mieszane, z najczęściej suchymi zagłębieniami bezodpływowymi;
- mis jeziornych, najczęściej typu rynnowego, przeważnie wypełnionych wodą, ale niekiedy również przekształconych w torfowiska.

Pojezierze Południowobałtyckie podzielono na dziesięć makroregionów z czego część i częściowo siódmy, wchodzi w skład kierunku nadmorskiego.
Ich właściwości terenowe przedstawiają się następująco:

a. Makroregion Pojezierza Zachodniopomorskiego obejmuje terytorium tzw. jezora zachodniopomorsko-odrzańskiego. Moreny czołowe i pagórkowata strefa form czołowolodowcowych zarysowują wielki łuk po obu stronach dolnego biegu Odry, biegnące na terenie Polski z kierunku południowo-zachodniego na północny wschód, prawie równolegle do Bałtyku. Wysokość względna strefy marginalnej dochodzi w stosunku do przyległych od północy równin pobrzeża, a od południa sandrów dochodzi do 100 m, a niekiedy miejscami również do 150 m. Natomiast w okolicach Bytowa i u źródeł Łeby wysokości wynoszą do 250 m. Dalej zarysowuje się zmiana kierunku i wyłania się następny łuk zwany wiślańskim łukiem morenowym, który już należy do Pojezierza Wschodniopomorskiego. Na styku pojezierzy we Wzgórzach Szymbarskich występuje punkt najwyższy - Wieżyca /329 m/.
Pojezierze Zachodniopomorskie należy do dorzecza Odry i bezpośredniego zlewiska Bałtyku.

W stronę obszaru ujściowego Odry i otwartego brzegu Bałtyku spływają wody rzek: Płonina, Ina, Rega i Parsęta, z dopływem rzek Radew, Grabowa, Wieprza, Słupia, Łupawa, Łeba i Piaśnica. Rzeki stoku południowo-wschodniego spływające do pradoliny Warty i Noteci - Drawa i Gwda, natomiast do Wisły - Brda.
Cały region posiada liczne jeziora, należące do typu rynnowego. Posiada również wiele jezior. Największe z nich to: Drawsko, Wielimie i Lubie. Dobrze rozbudowana jest sieć drogowa i kolejowa. Szczegółowa charakterystyka mezoregionów obejmujących Pojezierze Zachodniopomorskie poczynając od zachodu przedstawia się następująco.

/031/ Pojezierze Myśliborskie obejmuje tereny położone między Odrą i Drawą, w których człon pasa moren czołowych w niewielu punktach przekracza 100 m n.p.m. Przy czym największe, położone na zachód od m. Chojna osiąga 197 m n.p.m.

/032/ Równina Gorzowska usytuowana na południu Pojezierza Myśliborskiego. Opada wyraźną krawędzią ku Pradolinie Noteckiej. Pokryta lasem, w której największy masyw występuje między Gorzowem, Strzelcami Krajeńskimi i Barlinkiem. Na zachód od Strzelc przebiega wał morenowy dochodzący do 118 i 121 m wysokości bezwzględnej, co przy sąsiedztwie głęboko wciętych dolin, daje pofałdowanie dochodzące do kilkudziesięciu metrów wysokości względnej.

/033/ Równina Drawska obejmuje pas sandrów, rozmieszczonych wzdłuż doliny Drawy, w łuku Odry a Pojezierza Wałeckiego. Większa część powierzchni pokryta jest lasami.

/034/ Pojezierze Wałeckie posiada kilka ciągów moren czołowych, z których trzy zarysowywują się na południe od Wałcza oraz jeden na północy w okolicy Jastrowia. Porośnięte lasami należą raczej do niskich, za wyjątkiem wyniosłości w jednym miejscu, a mianowicie w Dąbrowie pod Piłą wzniesienia przekraczają 200 m wysokości n.p.m.

/035/ Pojezierze Drawskie obejmuje tereny usytuowane między Drwą i górną Gwdą. Wiele punktów przekracza 200 m n.p.m., między którymi rozmieszczone jest liczne skupisko jezior. Ponieważ amplituda terenu /uwzględniając głębokość jeziora Drawsko, jako dużego rozlewiska wodnego/ powstała ze skrzyżowania różnokierunkowych rynien, względne wysokości wzniesień dochodzą do 80 m.

/036/ Pojezierze Bytowskie jest najwyższą i najbardziej wysuniętą ku północno-wschodowi częścią Pojezierza Zachodniopomorskiego.
Wysokość wypiętrzenia występuje na południe od Miastka w Szybskich Górach, gdzie wzgórza morenowe dochodzą do 238 m wysokości. Na południowy zachód od Bytowa występuje pasmo, którego punkt najwyższy wynosi 269 m. Granicą wschodnią Pojezierza Bytowskiego jest dolina górnej Łeby. Na jej południowym stoku wypływają rzeki Brda i Wda. Natomiast na północnym - Wieprza, Łupa i Łeba płynące w dość obniżonych i rozległych dolinach.

b. Makroregion Pojezierza Wschodniopomorskiego jest charakterystyczny w występujące moreny czołowe, które tworzą łuk od okolic Kościerzyny w kierunku na Nowe do doliny Wisły. Następnie ich ciąg dalszy występuje od Gardei koło Grudziądza do Morąga. Pojezierze jest przecięte doliną Wisły pomiędzy Nowem i Gniewem, co wywiera szczególny charakter na ogólną rzeźbę terenu. Szczególnie dotyczy wysokości moren, które w pobliżu Wisły nie dochodzą do 100 m, podczas gdy we wzgórzach Szymbarskich, usytuowanych na północ od Kościerzyny przekraczają 300 m. Cały makroregion pokryty jest dużą ilością małych jezior. Spływające do dorzecza Wisły rzeki od zachodu Radunia i Wieżyca oraz ze wschodu Osa i Liwa nie obejmują stosunkowo szerokich i rozległych kotlin. Panujące warunki klimatyczne - polarnomorskie wywołują niższe opady /w granicach 500-600 mm/ oraz wyższą temperaturę. W makroregionie wyodrębnia się: wyniosłe Pojezierze Kaszubskie ze wzgórzami Szymborskimi,

obniżające się ku dolinie Wisły Pojezierze Starogardzkie oraz na wschód od Wisły Pojezierze Iławskie. Charakterystyka ich jest następująca.

/041/ Pojezierze Kaszubskie jest największą i najwyższą częścią pojezierzy pomorskich. Wysokości bezwzględne dochodzą tu w szczycie Wieżycy do 329 m wysokości, a względne do 150 m. Ciągi moren czołowych pocięte są głębokimi rynnami lodowcowymi, w których występują jeziora, jak np. Jezioro Raduńskie o łącznej długości 18 km, Jezioro Ostrzyckie u stóp Wieżycy. Granicami rozpatrywanego mezoregionu są: pradolina Redy - Łeby, Potok Chyloński, Potok Kaczy pod Gdynią oraz od północy dolina górnej Łeby. Na południu granicę wytyczają tereny sandrowe.

/042/ Pojezierze Starogardzkie jest usytuowane niżej w porównaniu z Kaszubskim w przedziale do 100 - 150 m. Moreny ciągną się z kierunku północno-zachodniego na południowy wschód. Formy rzeźby są mniej wyraziste. W centrum regionu leży ośrodek przemysłowy Starogard.

/043/ Pojezierze Iławskie położone na prawym brzegu Wisły. Występujące moreny czołowe wschodniej części lobu wiślanego, linią zewnętrzną ciągną się od Gardei w kierunku Morąga. Posiada wiele jezior, wśród nich większe to Jeziorak, Narie koło Morąga, Dzierzgoń położone na północ od Prabut oraz Drwęckie pod Ostródą. Jeziora połączone są kanałami, które przebiegają przez jezioro Druzno w dolcie Wisły do Elbląga i Zalewu Wiślanego.

c. Makroregion Pojezierza Południowopomorskiego obejmuje terytorium położone między dolinami Gwdy, Noteci i Wisły. Charakter pojezierzu nadają równoleżnikowo przebiegające formy marginalne oraz rozległe powierzchnie zasypania fluwioglacyjne. Z tego też względu występujące wysokości wzniesień są mniejsze w porównaniu ze strefami moren czołowych, występujących we wcześniej rozpatrywanych makroregionach. Na ogół nie dochodzą do wysokości 200 m. Ze względów geobotanicznych pojezierze

zaliczano jest do tzw. przejściowego pasa zachodniopomorskiego. W porównaniu z Pojezierzem Zachodniopomorskim jest jednostką suchszą i cieplejszą. Obejmuje pięć mezoregionów, a mianowicie: Dolinę Gwdy, Bory Tucholskie, Pojezierze Krajeńskie, Dolinę Brdy i Równinę Świecką. Charakterystyka ich przedstawia się następująco.

/051/ Dolina Gwdy jest szlakiem odpływu sandrowego ze strefy moren czołowych. W części północnej występuje stożek sandrowy, przechodzący następnie w rozległą dolinę z zaznaczonymi tarasami. W dolnym biegu w okolicach m. Piła dolina rozszerza się i łączy się z doliną Noteci. Sandry i tarasy porośnięte są wysokopiennymi lasami sosnowymi.

/052/ Bory Tucholskie usytuowane na rozległej równinie zw. tucholską z występującymi rynnami jeziornymi i wyrastającymi spod powierzchni zasypaniami morenowymi. Równica tucholska wznosi się w stosunku do Wisły na 60-70 m wysokości. Z większych jezior występują: Charzykowskie koło Chojnic oraz Wdzydze.

/053/ Pojezierze Krajeńskie wyróżnia się szeregiem występujących linijowo wzniesień. Największe z nich występują na północno-zachodzie, przekraczając 200 m n.p.m. /np. Góra Brzuchowa usytuowana na północ od Złotowa 208 m n.p.m./. Następnie nad doliną Noteci, wśród których Dębowa Góra posiada 193 m wysokości bezwzględnej, a do dna pradoliny 150 m. Występujące jeziora są małe, typowo rynnowe lub układają się równoleżnikowo do przebiegu moren.

/054/ Doliny Brdy położona na południe od Tucholi, przedstawia sobą głęboko wcięte meandry dochodzące do 50 m z towarzyszącym systemem tarasów, wykazujący związek z tarasami doliny Noteci oraz dolnej Wisły. Dolinę przecinają dość znaczne wytopione rynny jeziorne.

/055/ Dolina Świecka wyodrębnia się wysoczyzną morenową, leżącą między dolinami Brdy i Wisły, której wysokość leży poniżej 100 m n.p.m. Wysoczyzna położona

jest w stosunkowo ciepłej i suchej bydgoskiej dzielnicy klimatycznej. Jej wschodnia część przecięta jest stosunkowo rozległą doliną Wdy, u ujścia której położona jest m. Świecie.

d. Makroregion Doliny Dolnej Wisły charakteryzuje się szczególnym układem koryta Wisły. Do Fordonu płynie na północno-zachód. Następnie skręca na północno-wschód. Właściwość ta wskazuje na odmienne pochodzenie dwóch wymienionych odcinków Wisły. Szeroka dolina środkowej Wisły ciągnie się dalej ku zachodowi, którą płynie Noteć, natomiast wyodrębniona dolna Wisła płynie doliną o szerokości 5-10 km i zboczach dochodzących do 50-60 m. W takim biegu przełomowym Wisła płynie na długości 120 km, po czym wkracza w swój obszar deltowy, pod Grudziądzem dolina rozszerza się.
Dolina Dolnej Wisły składa się z trzech części, a mianowicie: właściwego przełomu przez Pojezierze Wschodniopomorskie poniżej Grudziądza, kotliny wytworzonej w miejscu spływu kilku dolin fluwioglacjalnych oraz odcinku poniżej Fordonu, którym wody spływały początkowo na południe. Największy ośrodek przemysłowy w rozpatrywanym makroregionie m. Grudziądz leżący na wysokiej kępie kotliny.

e. Makroregion Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego charakteryzuje się wypiętrzeniem moren czołowych, należących do tzw. wschodniego łuku jęzora wiślanego. Ciągną się w kierunku północno-wschodnim przez Lipno, Rypin, Górzno do Dąbrowna. Drugi pokaźny łańcuch moren czołowych biegnie w okolicach Wąbrzeźna. Pomiędzy wymienionymi łańcuchami płynie rzeka Drwęca. Jej dolinę przecinają liczne rynny jeziorne. W całym regionie jezior większych od 1 ha występuje w liczbie 600. Pojezierze obejmuje następujące mezoregiony: Pojezierze Chełmińskie, Dolinę Drwęcy, Pojezierze Dobrzyńskie i Garb Lubawski. Charakterystyka poszczególnych z nich przedstawia się następująco.

/071/ Pojezierze Chełmińskie jest terenem

pofałdowanym bez większych ośrodków miejsko-przemysłowych. Jeziora są niewielkie, większych powyżej 1 ha występuje w liczbie 476, zajmując 2% ogólnej powierzchni.

/072/ Dolina Drwęcy podobna jest do doliny Gwdy i Brdy. Wyraźnie wcięta w teren z wyróżniającymi się czterema piętrami tarasów.

/073/ Pojezierze Dobrzyńskie jest terenem silnie pofałdowanym, pagórkowatym, ze 134 jeziorami powierzchniowo większymi od 1 ha. W rozpatrywanym rejonie występuje zespół form pola drumlinowego około m. Zbójno, których wysokości przekraczają 100 m n.p.m.

/074/ Garb Lubawski dominuje wysokością nad sąsiednimi mezoregionami, nie posiadający na ogół większych jezior. Garb dzieli dwa loby lodowcowe: wiślański i mazurski. Wysokość względna przekracza 100 m, a bezwzględna 209 m, za wyjątkiem punktu kulminacyjnego, osiągającego wysokość 312 m.

f. Makroregion Pradoliny Noteckiej wyróżnia się wielką - formą wklęsłą. Wcięta w wysoczyzny morenowe na kilkadziesiąt metrów. Forma doliny jest złożona, co świadczy, że nie powstała z płynących wód ostatniego zlodowacenia. Poziom pradoliny składa się z kotlinowatych rozszerzeń i stosunkowo wąskich odcinków łączących ze sobą te kotliny. Między Toruniem a Kostrzyniem wyodrębnia się dwie takie kotliny, a mianowicie na zachodzie Gorzowską i wschodzie Toruńską /toruńsko-bydgoską/, połączone Doliną Środkowej Noteci z tzw. odcinkiem wyrzyskim. Z nich to właśnie wyodrębnia się mezoregiony, których charakterystyka przedstawi się następująco.

/081/ Kotlina Gorzowska usytuowana na zachodzie od ujścia Warty do Odry pod Kostrzyniem, po okolice Trzcianki i Piły na wschodzie. Posiada około 130 km długości oraz 10-35 km szerokości. W profilu poprzecznym wyróżnia się dwa poziomy:

- niższy łąkowy dochodzący do 12 km szerokości;
- wyższy pokryty piaskami i zalesiony.

Między Wronkami, Skwierzyną i Czarnkowem występujące piaski tworzą wysokie do 30 m równoległe wały wydm, pomiędzy którymi występują niewielkie jeziorka.

/082/ Dolina Środkowej Noteci usytuowana między Nakłem i Czarnkowem przebiega równoleżnikowo. Natomiast poniżej ujścia Gwdy, naprzeciw m. Ujście przebiega południkowo i jest stosunkowo wąską, posiadającą 2-3 km szerokości. Zbocza doliny stromo i wysokie, zwłaszcza gdzie towarzyszą moreny m.in. w m. Dębowa Góra koło Wyrzyska /193 m/. Poziomy tarasowe są słabo rozwinięte. Większe ośrodki miejskie to m. Piła, położona u wylotu doliny Gwdy oraz Nakło na początku Kotliny Toruńskiej.

/083/ Kotlina Toruńska usytuowana między m. Nakło i Ciechocinek, o długości 75 km i 20 km szerokości. W części zachodniej przepływa Noteć. Natomiast we wschodniej Wisła i Brda, które są znacznie głębiej wcięte w porównaniu z Notecią. Uzupełnieniem sieci wodnej jest Kanał Bydgoski o długości 25 km, usytuowany na wysokości 31 m nad poziomem Wisły u ujścia Brdy. Ważniejsze ośrodki miejskie to Bydgoszcz oraz Toruń.

Przedstawiony wyżej opis zasadniczych makroregionów i mikroregionów w ramach analizy geomorfologicznej dla oceny działań ŚNP nieprzyjaciela obejmujących kierunek nadmorski nasuwa wnioski następujące:

- intensywnie pofałdowany i pagórkowaty rejon kierunku nadmorskiego wraz z przylegającym akwenem Morza Bałtyckiego, stwarza dogodne warunki uzyskania zaskoczenia, głównie przez wykorzystanie lotów na bardzo małych i małych wysokościach;
- występująca ciągła sieć wzniesień i obniżeń terenowych w poszczególnych makroregionach stwarza dogodne kąty zakrycia, pod osłoną których ŚNP nieprzyjaciela mogą wykonywać loty, niezauważalne przez środki radiolokacyjne wykrywania i naprowadzania z aktualnie posiadanymi taktyczno-technicznymi możliwościami;
- szeroko rozwinięta sieć wodna, zwłaszcza rzek zlewiska Morza Bałtyckiego, Prudoliny Noteci i dolnej

Wisły, a w niektórych rejonach również jezior sprzyja błyskawicznemu wtargnięciu ŚNP nieprzyjaciela lecącego na bardzo małych i małych wysokościach w głąb rozpatrywanego kierunku nadmorskiego;

- sieć wzniesień, a tym samym wytworzonych kątów zakrycia sprzyja efektywnemu obezwładnianiu poszczególnych grup rozwiniętych środków radiolokacyjnych, spoza stref ich wykrywania w ramach wykonywanego przez ŚNP ataku radioelektroniczno-ogniowego, głównie pociskami przeciwradiolokacyjnymi.

Za potwierdzeniem słuszności przedstawionych wniosków przemawiają doświadczenia wojen lokalnych prowadzonych na Półwyspie Indochińskim oraz na Bliskim Wschodzie przez lotnictwo uderzeniowe. Wskazują one, że jednym z zasadniczych przedsięwzięć, przeciwdziałających skuteczności środków OPK było wykonanie:

- lotu na małych i bardzo małych wysokościach;
- lotu z dużymi prędkościami przez samoloty pojedyncze i grupy samolotów;
- wykorzystanie rzeźby terenu.

Możliwe wykorzystanie przez ŚNP nieprzyjaciela w polu radiolokacyjnym wysokości lotu, wykonujących uderzenia na obiekty powierzchniowe małych rozmiarów przedstawia tabela 8.x/

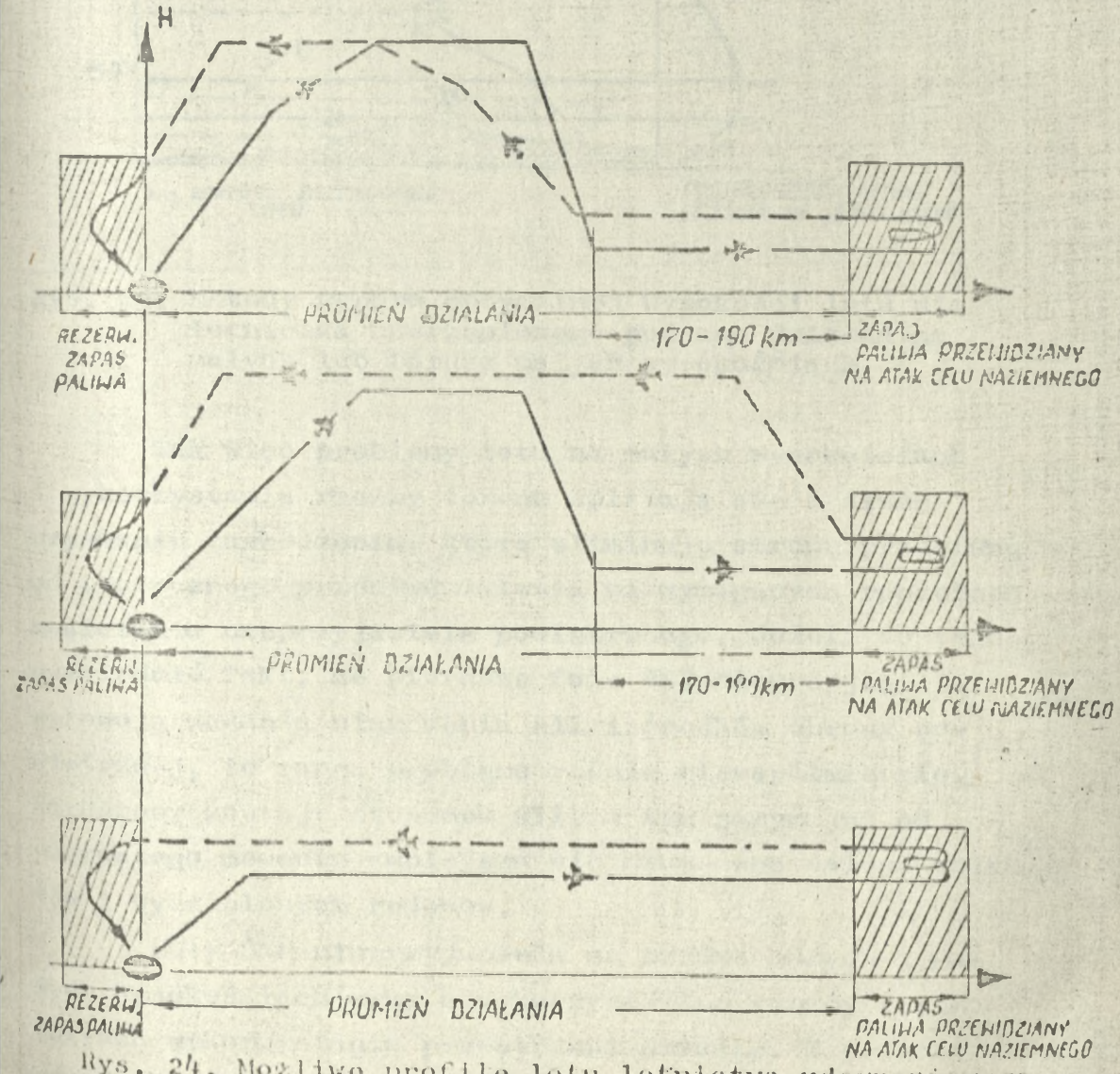
TABELA 8

Profil terenu z wzniesieniami	Wysokości lotu w /m/ przy sterowaniu samolotu przez pilota:	
	sposobem ręcznym	z wykorzystaniem systemu "NASAR"
Równinny - 200 m	80	120-130
Pagórkowaty - 400 m	120	220-250
Góry niskie - 600 m	100-250	300
Góry średnie - 1000 m	300-400	450

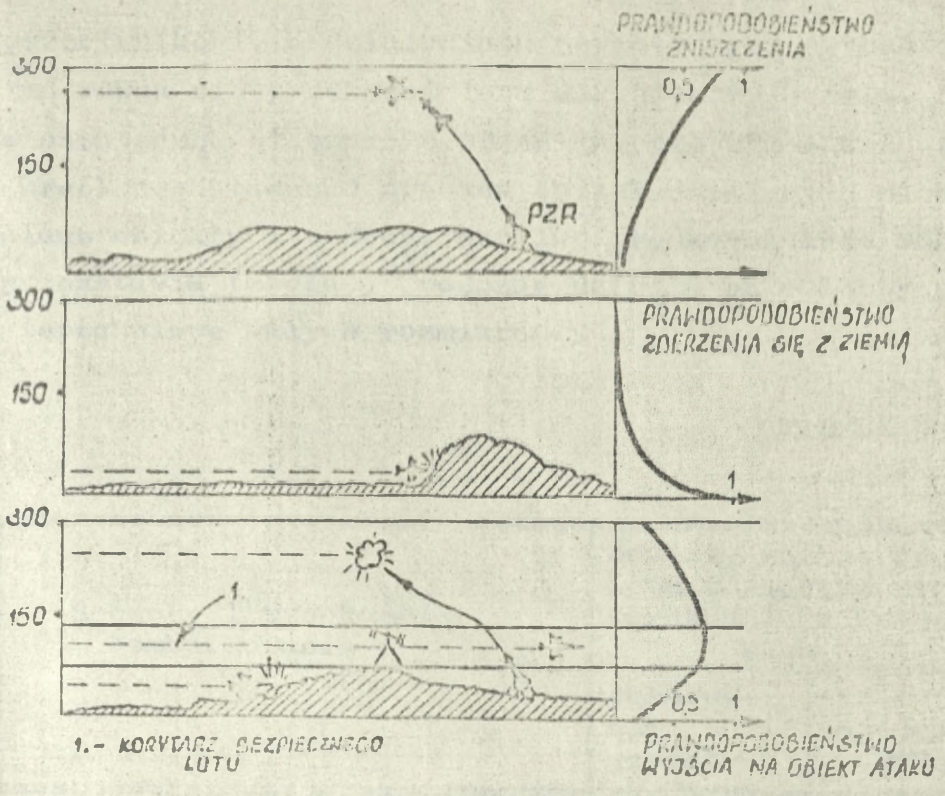
x/ "Protiwowozduszhnaja oborona w obszczewojskowom boju w armiejskich operacjach". Wyd. Wojennaja Ordena Lenina Krasnoznamiennaja Ordena Suworowa Akademija im. M.W. Frunze. Moskwa 1973 r.

Przedstawione dane w tabeli 8 sugerują wysokość lotu na bezpośrednich podejściach do atakowanych obiektów. Natomiast lot na trasie do obiektu uderzeń może odbywać się na niższych wysokościach według profili, które przedstawia rys. 24 i 25.

Wykonywane loty według przedstawionych profili mają na celu jeżeli nie wyeliminowanie wykrycia, to co najmniej utrudnienie ciągłej obserwacji. Stwarza to przesłanki do nie wypracowania terminowej decyzji na zwalczanie strony przeciwnej, co w efekcie zapewnia uzyskanie zaskoczenia.



Rys. 24. Możliwe profile lotu lotnictwa uderzeniowego w przewidywaniu działań na małych lub bardzo małych wysokościach.



Rys. 25. Metody wyboru optymalnej wysokości lotu dla lotnictwa uderzeniowego podczas działań na małych lub bardzo małych wysokościach.

Tak więc problemy lotu na małych wysokościach i wykorzystania rzeźby terenu splatają się i służą uzyskaniu zaskoczenia, które eliminuje stronę przeciwną od skutecznego przeciwdziałania na wymaganych rubieżach zwalczania nieprzyjaciela powietrznego. Jeżeli do tego uwzględnić fakt, że pierwsze fale ŚNP nieprzyjaciela wykonują zadania niszczenia sił i środków obrony powietrznej, to ranga problemu rośnie niewspółmiernie. Naruszony zostaje stosunek sił, a tym samym już od pierwszego momentu zanikają skuteczna osłona obiektów i wydzielonych rejonów.

Loty ŚNP nieprzyjaciela na bardzo małych i małych wysokościach wraz z wykorzystaniem rzeźby terenu dotyczą wykorzystania przestrzeni działań. Z przestrzenią działań nierozerwalnie wiąże się szybkość działań. Szybkość działań w dziedzinie militarnej jest w ostatecznym rachunku głównym warunkiem uzyskania zaskoczenia, przechwycenia inicjatywy oraz narzucenia swej woli

przeciwnikowi. W działaniach powietrznych szybkość działań równa się prędkości lotu ŚNP nieprzyjaciela, co w ostateczności oznacza przeniknięcie OPK i zrzucenie określonego ładunku środków obezwładniających na osłaniane obiekty i rejony. Możliwe prędkości lotu ŚNP przedstawia tabela 9[x] podczas działań na obiekty powierzchniowe małych rozmiarów.

TABELA 9

Sposoby i wysokości bombardowania	Możliwy zakres prędkości lotu w /m/sek/ przy bombardowaniu z wykorzystaniem	
	obserwacji wzrokowej	telewizyjno-optycznych wskaźników
Bombardowanie z lotu horyzontalnego i wysokości 1000 m	150-350	220-320
Bombardowanie z lotu horyzontalnego i manewrem pionowym	175-350	370-570

Wydaje się jednak, że praktyczną wagę rozpatrywanych problemów można prześledzić na rozpatrywanym kierunku nadmorskim.

W dalszych przyjętych powietrznych kierunkach operacyjnych, dla kierunku nadmorskiego OPK, wydzielonych z zachodniego powietrznego kierunku strategicznego wyodrębniają się zasadniczo trzy następujące dogodne pasy pokonywania obrony powietrznej na małych wysokościach, a mianowicie:

- w ramach zasadniczego północno-zachodniego powietrznego kierunku operacyjnego - pas Wolińsko-Poznański;
- w ramach północnego powietrznego kierunku operacyjnego - pas Żuławsko-Warszawski i zabezpieczający jego

---

x/ Źródło to samo skąd pochodzi tabela 8.

powodzenie - pas Koszalińsko-Bydgoski;

- w ramach zachodniego powietrznego kierunku operacyjnego - pas Kostrzyńsko-Toruński.

Ponieważ powodzenie działań nieprzyjaciela powietrznego na małych wysokościach determinować będzie dalsze potęgowanie działań na wysokościach większych, można zatem twierdzić, że wymienione pasy są najbardziej prawdopodobnymi osiami pokonywania obrony powietrznej kraju przez nieprzyjaciela powietrznego na kierunku nadmorskim.

Wykaz najbardziej dogodnych kierunków pokonywania OPK na kierunku nadmorskim ze względu na rzeźbę terenu w ramach pasów Wolińsko-Poznańskiego, Żuławsko-Warszawskiego, Koszalińsko-Bydgoskiego i Kostrzyńsko-Toruńskiego przedstawia załącznik 2.

Jednak potęgowanie efektu nie wykrywalności nieprzyjaciela powietrznego przez środki radiolokacyjne wykrywania i naprowadzania można zwiększyć przez zastosowanie racjonalnych zabiegów obejmujących powietrzną walkę radioelektroniczną.
Dlatego też właśnie twierdzenie, że "teren + walka radioelektroniczna" zapewni lotnictwu uderzeniowemu wszechstronne uzyskanie zaskoczenia w skali taktycznej i operacyjnej znajduje pełne uzasadnienie.

Jednak problem ten z wielu względów wydaje się, że winien być przeanalizowany na tle właściwości prowadzenia działań bojowych z nieprzyjacielem powietrznym na kierunku nadmorskim.

2.2. Właściwości prowadzenia działań bojowych z nieprzyjacielem powietrznym przez aktywne środki OPK na kierunku nadmorskim.

Według aktualnie obowiązujących i wydaje się, że obowiązujących w przyszłości doktryn militarnych i koncepcji strategicznych, dotyczących prowadzenia operacji na Europejskim Teatrze Wojny, głównie w Stanach

Zjednoczonych[x/], które wcześniej lub później jak wskazuje praktyka obowiązują również i w NATO, działania Wojsk OPK na kierunku nadmorskim, zwłaszcza w początkowym okresie wojny należy rozpatrywać w dwu wariantach zasadniczych, a mianowicie:

- odparcia zmasowanego nalotu ŚNP nieprzyjaciela w celu obezwładnienia potencjału militarno-ekonomicznego państwa oraz przegrupowujących się sił sojuszniczych przez terytorium PRL w ramach izolacji rejonu działań obejmujących terytorium NRD i zachodnie rejony terytorium Polski;
- współuczestnictwo w walce zapewniającej panowanie w powietrzu nad akwenem Morza Bałtyckiego w ramach działań Marynarki Wojennej i Flot Sojuszniczych w celu zdobycia i utrzymania panowania na Morzu Bałtyckim.

Właśnie wymienione warianty determinować będą właściwości prowadzenia działań bojowych z nieprzyjacielem powietrznym przez aktywne środki OPK na kierunku nadmorskim. Przy czym podchodząc do rozpatrywanych właściwości zawsze na czołowym miejscu należy uwzględniać czynnik uzyskania zaskoczenia przez stronę inicjującą działania - nieprzyjaciela powietrznego. Wiąże się to z faktem, że nieprzyjaciel zawsze będzie z reguły zakładał najwyższy stopień gotowości bojowej dla pierwszorzutowych sił i środków strony przeciwstawnej - obrony powietrznej/sił i środków ugrupowanych na kierunku nadmorskim, zwłaszcza wzdłuż otwartych morskich granic państwowych/. Dlatego też przedsięwzięcia taktyczne i operacyjne nieprzyjaciela powietrznego zmierzać będą w kierunku, aby działania lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych OPK przebiegały w warunkach:

- terminowego ograniczenia wprowadzenia do walki dysponowanych sił i środków;
- ograniczonego czasu zwalczania poszczególnych grup

---

x/ "Krasnaja Zwiezda", P. SIMONJAN "Wojny głazami Pentagonu", 27.05.1976, Nr 123 /16000/

celów powietrznych lecących zwłaszcza na bardzo małych i małych wysokościach, dla obezwładnienia środków OPK;

- wymuszenie zwalczania ŚNP nieprzyjaciela przez lotnictwo myśliwskie w strefach ognia wojsk rakietowych;
- koncentracji wysiłku na rozproszenie kolumnowego ugrupowania ŚNP nieprzyjaciela pokonującego obronę powietrzną;
- zwalczania wielowarstwowego ugrupowania ŚNP nieprzyjaciela w dużym zakresie wysokości, rozpoczynającym się od bardzo małych do wysokości stratosferycznych włącznie z jednoczesnym dużym natężeniem;
- trudności dokładnego rozróżnienia położenia grup ŚNP nieprzyjaciela od położenia własnych samolotów myśliwskich;
- trudnej selekcji wyboru celów do zwalczania, wynikającej z ograniczeń dotyczących rozpoznania grup uderzeniowych, towarzyszącego lotnictwa myśliwskiego i wykorzystywanych środków typu RPV;
- obok walki grupowej prowadzonej na małą odległość z towarzyszącym lotnictwem myśliwskim i samolotami uderzeniowymi nieprzyjaciela powietrznego, własne lotnictwo myśliwskie OPK może być narażone na oddziaływanie również ze strony samolotów myśliwskich nieprzyjaciela z większych odległości /na 50-100 km/;
- konieczności zwalczania ŚNP nieprzyjaciela poza zasięgiem wykrywania naziemnych stacji radiolokacyjnych, usytuowanych wzdłuż linii brzegowej w oparciu tylko w miarę możliwości o okrętowe środki radiolokacyjne.

Przedstawione właściwości prowadzenia działań bojowych przez OPK na kierunku nadmorskim sugerują, że zaskoczeniu i zmasowanemu użyciu ŚNP ze strony nieprzyjaciela powietrznego towarzyszy również wszechstronne przestrzeganie zasady determinacji osiągnięcia zamierzonego celu oraz skuteczności działań. Zasady te

dobitnie ujawniły się w wojnach lokalnych na Bliskim Wschodzie.

W tych warunkach działania OPK, szczególnie na kierunku nadmorskim winny opierać się o zasady przeciwstawne. Przeciwstawność zasad polega na:

- przeciwdziałaniu zaskoczeniu;
- racjonalnym podziale wysiłków wojsk OPK podczas zwalczania ŚNP nieprzyjaciela w nalotach zmasowanych, zrywającym uzyskanie zamierzonych celów w prowadzonej operacji powietrznej;
- określeniu zwalczania ŚNP nieprzyjaciela na dowolnie wybranych kierunkach i wyznaczonych na nich rubieżach oraz na wszystkich wysokościach;
- stanowczości działań na dowolnie wybranych kierunkach i wyznaczonych na nich rubieżach oraz przewidywanych do wykorzystania wysokościach lotu ŚNP nieprzyjaciela.

Struktura organizacyjna oraz ilość wydzielonych sił i środków wojsk OPK osłaniających kierunek nadmorski mogą być różne. Uzależnione to jest głównie od ekonomicznych możliwości państwa. Niemniej jednak, u podstaw organizacji OPK na kierunku nadmorskim zawsze muszą być spełnione wymagania następujące:

- stała gotowość sił i środków dla odparcia zmasowanych nalotów nieprzyjaciela powietrznego z kierunku nadmorskiego;
- zgodność możliwości bojowych, konstrukcji i struktury organizacyjnej OPK z przewidywanym charakterem działań nieprzyjaciela powietrznego;
- żywotność elementów ugrupowania oraz funkcjonowania struktury systemu OPK zgodnie z przewidywanym charakterem pokonywania OPK przez nieprzyjaciela powietrznego oraz stosowanych przez niego środków rażenia;
- niepokonywalność OPK dla dowolnie wybranych ŚNP nieprzyjaciela wchodzących w skład obrony przeciwlotniczej oraz niektórych typów pocisków klasy "powietrze-

ziemia", przenoszonych przez samoloty lotnictwa uderzeniowego strony przeciwnej.

Dla zadość uczynienia wymaganiu w zakresie przeciwdziałania zaskoczeniu na nadmorskim kierunku OPK muszą być spełnione dwa podstawowe warunki, a mianowicie:

- utrzymanie w stałej, wysokiej gotowości sił i środków OPK gotowych do odparcia nalotów zmasowanych nieprzyjaciela powietrznego. Jest to właściwie podstawowe wymaganie dla całej OPK, odnoszącej się do wszystkich rejonów terytorium kraju. Niemniej jednak dla nadmorskiego kierunku OPK jest wymaganiem szczególnym. Szczególność wymagania tkwi w tym, że siły i środki jako pierwsze rozpoczynają najbardziej intensywną walkę. Od ich efektywności bojowej zależy w zasadzie efektywność osłony obiektów i rejonów rozmieszczonych w głębi terytorium kraju. Jest podstawową wartością oceny konfrontacji ze ŚNP nieprzyjaciela o dużych prędkościach lotu. Jest również miernikiem wykonywalności zadań przez OPK, któremu winny być podporządkowane: struktura organizacyjna wojsk, system dowodzenia, ugrupowanie sił i środków oraz taktyczno-techniczne możliwości charakterystyk uzbrojenia.
Ze względu na czynnik czasu podstawowym miernikiem gotowości bojowej jest czas doprowadzenia sił i środków do stanu, z którego mogą wykonywać natychmiast postawione zadania bojowe z nakazaną efektywnością niszczenia ŚNP nieprzyjaciela;
- dysponowanie odpowiednią głębokością strefy informacji radiolokacyjnej o stanie sytuacyjno-bojowym, wysuniętej w kierunku otwartych granic morskich, zapewniającej terminowe doprowadzenie dysponowanych sił i środków do najwyższego stopnia gotowości bojowej oraz terminowego użycia pierwszorzutowych oddziałów lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych.

W ocenie możliwości uzyskania zaskoczenia przez lotnictwo uderzeniowe w działaniach powietrznych należy

wychodzić z dwu przeciwstawnych problemów. Chodzi mianowicie o potencjalne możliwości uzyskania zaskoczenia przez napadające lotnictwo uderzeniowe oraz stan gotowości do działań obrony powietrznej strony przeciwnej, zmierzającej do przeciwdziałania zaskoczeniu. W ocenie jednak zawsze należy uwzględniać, że dążność do uzyskania zaskoczenia i przeciwdziałanie zaskoczeniu przez strony przeciwstawne znajduje się w ciągłym ruchu. Dążenie to realizowane jest przez doskonalenie wyposażenia technicznego, wzrost możliwości bojowych oraz doskonalenie taktyki i sztuki operacyjnej.

Wojny lokalne osłabiły twierdzenie, że w działaniach powietrznych rozwój ŚNP zawsze wyprzedza rozwój środków obrony. Współczesna rewolucja naukowo-techniczna może doprowadzić do stanu odwrotnego. Dlatego też w ocenie możliwości uzyskania zaskoczenia lub przeciwdziałania zaskoczeniu strony przeciwne kierują się jednolitym kryterium, dotyczącym uprzedzenia czasowego.

Stała cecha występująca we współczesnych działaniach powietrznych jest dążenie do uzyskania sytuacji rywalizujących. Polegają one na tym, że każda z przeciwstawnych stron uwzględnia rozpoznawcze możliwości strony przeciwnej i do nich dostosowywuje wybrane sposoby działań. W związku z tym w przeciwstawnych działaniach między lotnictwem uderzeniowym, a obroną powietrzną kryterium dotyczącym uzyskania zaskoczenia jest czas akcji lotnictwa uderzeniowego oraz czas przeciwreakcji obrony powietrznej. Dlatego też w każdym przypadku miarą ilościową uzyskania zaskoczenia przez lotnictwo uderzeniowe może być czas, którym dysponuje obrona powietrzna na wyprowadzenie swoich sił i środków do walki. Przy czym, wyprowadzenie dysponowanych środków do walki przez obronę powietrzną winno odbyć się przed rubieżą wykonywania zadania przez lotnictwo uderzeniowe.

Dla przeprowadzenia analizy w tak metodologicznym ustawieniu problemu niezbędne jest określenie:

- czasu dolotu ŚNP nieprzyjaciela do rubieży rozpoczęcia

wykonywania przez nich zadania bojowego, tj. rubieży prawdopodobnego atakowania obiektów naziemnych przenoszonymi środkami obezwładniającymi;

- czasu wprowadzenia do walki lotnictwa myśliwskiego przed rubieży wykonywania zadań przez ŚNP nieprzyjaciela, z wyliczeniem możliwości wykonania na nich przez każdy samolot myśliwski co najmniej jednego ataku;
- czasu potrzebnego dla wojsk rakietowych w celu rozpoczęcia ostrzeliwania przez dour celów powietrznych na dalszej granicy strefy ognia;
- wymaganego przedziału czasowego, niezbędnego dla dowodzenia lotnictwem myśliwskim i wojskami rakietowymi z uwzględnieniem wielostopniowego systemu dowodzenia związku operacyjno-taktycznego OPK.

Czas dolotu ŚNP nieprzyjaciela oblicza się od chwili ich wykrycia przez posterunki radiolokacyjne, usytuowane wzdłuż linii brzegowej związku operacyjno-taktycznego OPK. Czas ten głównie zależy od taktyczno-technicznych możliwości sprzętu radiolokacyjnego, skutecznej powierzchni odbicia poszczególnych typów ŚNP oraz wysokości usytuowania pozycji środków radiolokacyjnych względem morskiego lustra wody. Ponadto ze względu na powiązanie wynikające z zabezpieczenia radiolokacyjnego działań lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych OPK, uwzględnia się również położenie posterunków radiolokacyjnych. Dlatego też czas dolotu ŚNP można określić na podstawie wzoru:

$$T_{dol} = \frac{D_{wykr} \pm L}{V_c}, \qquad /2.4/$$

gdzie: T_{dol} - czas dolotu pierwszych rzutów ŚNP nieprzyjaciela do rubieży wykonywania przez nich zadań bojowych;

D_{wykr} - zasięg wykrycia ŚNP nieprzyjaciela na poszczególnych wysokościach lotu w /km/;

L - usytuowanie posterunków radiolokacyjnych względem ugrupowanego lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych OPK w /km/;

V_c - prędkość lotu ŚNP nieprzyjaciela w km/min.

Czas dolotu jest podstawowym miernikiem ujawniającym spełnienie warunku zaskoczenia. Jest podstawowym czynnikiem w relacji "czas akcji ~ czas reakcji" odnoszącej się do strony inicjującej działanie /napadające lotnictwo uderzeniowe/ i strony przeciwdziałającej zaskoczeniu /obrona powietrzna/. Stąd jeżeli:

$$T_{dol} > T_{OP}$$

gdzie: T_{OP} - czas niezbędny dla terminowego użycia lotnictwa myśliwskiego oraz wojsk rakietowych OPK na dowolnych kierunkach i wyznaczonych na nich rubieżach,

to szanse uzyskania zaskoczenia przez nieprzyjaciela powietrznego działającego z kierunku nadmorskiego przechylają się na jego korzyść. Jeżeli natomiast:

$$T_{dol} = T_{OP}$$

wówczas istnieją równe szanse dla inicjującego działania nieprzyjaciela powietrznego i obrony powietrznej. Natomiast w przypadku:

$$T_{dol} < T_{OP}$$

to zostaje spełniony warunek przeciwdziałania zaskoczeniu i szanse przechylają się na korzyść obrony powietrznej.

Czas niezbędny dla terminowego użycia dysponowanego lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych OPK na dowolnie wybranych kierunkach i wyznaczonych rubieżach oblicza się na podstawie wzoru:

$$T_{OP} = t_{wyk} + t_{sp} + t_{dec} + t_{wpr}$$

gdzie: t_{wykr} - czas wykrycia ŚNP nieprzyjaciela;

t_{sp} - czas sprawdzenia wiarygodności i przekazania informacji o celach powietrznych;

t_{dec} - czas oceny sytuacji, podjęcia decyzji i przekazania jej do wykonawców;

t_{wpr} - czas wprowadzenia do walki samolotów lotnictwa myśliwskiego przed rubieżą wykonywania zadań przez ŚNP nieprzyjaciela oraz doar, zapewniających ostrzelanie celów na dalszej granicy strefy ognia.

Dlatego też uwzględniając wzory /2.4/ i /2.5/ warunek przeciwdziałania zaskoczeniu przez obronę powietrzną określa się na podstawie wzoru:

$$\frac{D_{wykr} \pm L}{V_c} < t_{wykr} + t_{sp} + t_{dec} + t_{wpr} , \qquad /2.6/$$

Wnioski z wojen lokalnych sugerują jednoznacznie, że napadające lotnictwo uderzeniowe dla spełnienia warunku zaskoczenia względem obrony powietrznej przewiduje przeprowadzenie szeregu zabiegów operacyjnych i taktycznych w odniesieniu do radiolokacyjnego systemu wykrywania i zabezpieczenia działań związku operacyjno-taktycznego, Zmierzają one w kierunku:

- zmniejszenia zasięgu wykrywania przez stacje radiolokacyjne obrony powietrznej, zwłaszcza pierwsze i drugorzutowych posterunków radiolokacyjnych;
- zwiększenia czasu sprawdzenia wiarygodności informacji oraz uniemożliwienie odwzorowania dla użytkowników danych radiolokacyjnych o sytuacji powietrznej, dotyczącej dynamiki rozwijających się działań bojowych.

Chodzi mianowicie o twierdzenie przyjęte w Siłach Powietrznych Stanów Zjednoczonych oraz NATO, że "tylko walka radioelektroniczna w połączeniu z wykorzystaniem właściwości okramiających terenu zapewnia wszechstronne uzyskanie zaskoczenia".

Pod wpływem oddziaływania zwłaszcza szumowych sygnałów zakłócających wypromieniowanych przez pokładowe środki walki radioelektronicznej lotnictwa uderzeniowego i innych zmniejszają się realne strefy wykrywania, w rezultacie czego pogarszają się parametry pola radiolokacyjnego. Ponadto na wskaźnikach stacji radiolokacyjnych powstają skuteczne sektory zakłóceń. Skuteczny, rozświetlony sektor zakłóceń eliminuje możliwość wyodrębnienia znaczników pochodzących od obiektów powietrznych. Przy czym pogorszenie się parametrów pola radiolokacyjnego następuje wraz z występującym wzrostem efektywnych sektorów zakłóceń oraz występujących wyprzedzająco w stosunku do czoła lotu SNP nieprzyjaciela i zgodnie z jego kierunkiem lotu.

Wobec tego w pierwszej kolejności należy ustalić, w jakim stopniu sygnał zakłócający zmniejsza zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej.

Czułość kanału odbiorczego stacji radiolokacyjnej określa się stosunkiem wielkości sygnału użytecznego do wielkości sygnału szumów.

Wielkość sygnału szumów uzależniona jest od zjawisk fizycznych zachodzących w poszczególnych elementach i układach stacji radiolokacyjnych. Aby sygnał użyteczny pochodzący od obiektu powietrznego był obserwowany na urządzeniach wskaźnikowych stacji radiolokacyjnej, musi być spełniony warunek:

$$\mu \geq \frac{P_s}{P_{lb} + P_{sz}} , \qquad /2.7/$$

gdzie: μ - współczynnik widzialności sygnału pochodzącego od obiektu powietrznego na wskaźniku RLS;

P_s - moc stacji radiolokacyjnej;

P_{lb} - moc sygnału przyjętego przez listki boczne systemu antenowego;

P_{sz} - moc sygnału szumów własnych kanału odbiorczego RLS.

Moc każdej stacji radiolokacyjnej /P_s/ podana jest w instrukcji eksploatacyjnej. Natomiast moc sygnału zakłócającego odbieranego przez listki boczne systemu antenowego oblicza się na podstawie wzoru:

$$P_{lb} = \frac{q \cdot \Delta f_{odb}}{(4\pi)^2 \cdot R_z^2} \cdot G_{nad} \cdot \eta_{odb} \cdot f(\varphi) \cdot \xi \cdot \lambda^2 , \qquad /2.8/$$

gdzie: R_z - odległość od źródła zakłóceń;

G_{nad} - współczynnik uwzględniający zysk kierunkowy anteny na odbiór;

η_{odb} - współczynnik sprawności kanału odbiorczego;

$f(\varphi)$ - osłabienie sygnału odbieranego przez listki boczne charakterystyki promieniowania systemu antenowego RLS;

ξ - współczynnik uwzględniający niezgodność polaryzacji sygnału zakłócającego i użytecznego;

λ - długość fali;

q - gęstość spektralna mocy sygnału zakłócającego.

Wartość liczbową q oblicza się ze wzoru:

$$q = \frac{P_z \cdot G_z}{\Delta f_z} , \qquad /2.9/$$

gdzie: P_z - moc nadajnika zakłóceń;

G_z - współczynnik wzmocnienia anteny nadajnika zakłóceń;

Δf_z - pasmo częstotliwości nadajnika zakłóceń.

Podstawiając wzory /2.8/ i /2.9/ do równania zasięgu radiolokacji oraz dokonując kilku prostszych przekształceń, można określić zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej podczas oddziaływania zakłóceń za-

pomocą następującego wzoru:

$$D_z^4 = \frac{P_i \cdot G_{nad} \cdot \eta_{odb} \cdot \sigma_{SK} \cdot R_z^2 \cdot \lambda^2 \, G_{odb}}{4\pi\mu\left[q \cdot \Delta f_{odb} \cdot \xi \cdot G_{odb} \cdot \eta_{odb} f(\varphi) \cdot \lambda^2 + (4\pi)^2 P_{odb} \cdot R_z\right]}, \quad /2.10/$$

gdzie: P_i – moc w impulsie stacji radiolokacyjnej;

G_{nad}, G_{odb} – współczynnik zysku kierunkowego systemu antenowego RLS na odbiór i nadawanie;

η_{nad}, η_{odb} – współczynnik sprawności kanałów nadawczego i odbiorczego;

σ_{SK} – skuteczna powierzchnia odbicia obiektu powietrznego;

Δf_{odb} – pasmo przepuszczania odbiornika;

P_{odb} – czułość kanału odbiorczego.

Rozwiązując równanie /2.10/ względem $f(\varphi)$, otrzymamy:

$$f(\varphi) = \frac{P_i \cdot G_{nad} G_{odb} \eta_{nad} \eta_{odb} \lambda^2 \sigma_{SK} R_z^2 - (4\pi)^3 D_z^4 \mu P_{odbmin} R_z^2}{4\pi\mu \cdot D_z^4 \cdot \Delta f_{odb} \cdot \xi \; G_{odb} \eta_{odb} \lambda^2 q},$$

Ponieważ w powyższym wzorze drugi składnik w liczniku jest znacznie mniejszy od pierwszego, praktycznie można go opuścić. Wówczas wzór przyjmie postać:

$$f(\varphi) = \frac{P_i G_{nad} \eta_{nad} \sigma_{SK} R_z^2}{4\pi\mu \xi \Delta f_{odb} q D_z^4}, \quad /2.11/$$

Powyższy wzór można uprościć, oznaczając jego składowe stałe przez C_f, wówczas:

$$C_f = \frac{P_i \cdot G_{nad} \cdot \eta_{nad} \cdot \sigma_{SK}}{4\pi\mu \cdot \xi \cdot \Delta f_{odb}},$$

i w konsekwencji otrzymamy wzór w postaci:

$$f(\varphi) = C_f \frac{R_z^2}{D_z^4} \quad \text{lub} \quad f(\varphi)_{[dB]} = 40 \lg C_f \frac{R_z^2}{D_z^4}, \quad /2.12/$$

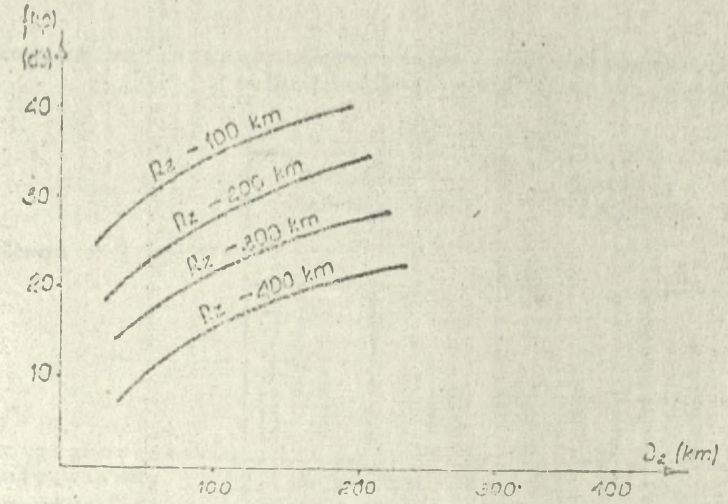
Dla każdej stacji radiolokacyjnej C_f można obliczyć. Uwzględniając nawet tolerancje q można zastawić zbiór

krzywych na podstawie funkcji:

$$f(\varphi) = \varphi \left(R_z , D_z \right)$$

Otrzymany wykres ilustrować będzie zależność osłabienia sygnału użytecznego, pochodzącego od obiektu powietrznego, od oddziaływania czynnych zakłóceń radiolokacyjnych poprzez listki boczne systemu antenowego.

Posługując się wzorem /2.12/, zbiór krzywych przyjmie postać przedstawioną na rys. 26.



Rys. 26. Zależność osłabienia sygnału pochodzącego od obiektu powietrznego od wielkości sygnałów zakłócających, odbieranych przez listki boczne charakterystyki promieniowania PLS.

Wielkość efektywnego sektora zakłóceń, powstałego na urządzeniach wskaźnikowych stacji radiolokacyjnej zależy od:

- gęstości mocy spektralnej sygnału zakłócającego mierzonego w $\frac{W}{MHz}$;
- odległości włączenia nadajników zakłóceń radiolokacyjnych przez ŚNP nieprzyjaciela od stacji radiolokacyjnych;
- parametrów stacji radiolokacyjnych dotyczących odporności na zakłócenia.

Dokonując oceny oczekiwanej gęstości spektralnej sygnału zakłócającego, uwzględnia się wyposażenie znajdujących się na danym TDW ŚNP nieprzyjaciela

w urządzenia czynnych zakłóceń radiolokacyjnych. Możliwe gęstości mocy spektralnej, jakie mogą być wypromieniowane przez nadajniki zakłóceń radiolokacyjnych poszczególnych typów samolotów nieprzyjaciela przedstawia tabela:

TABELA 10

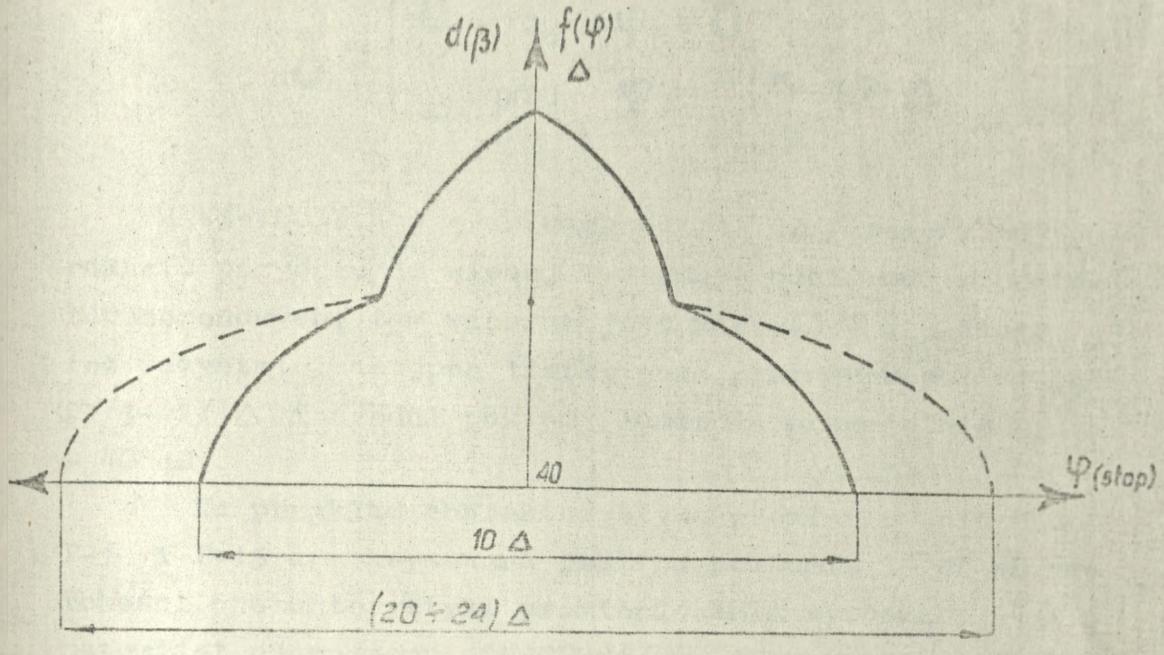
Lp.	Zakres fal	Spektralna gęstość mocy sygnału zakłócającego w $/\frac{W}{MHz}/$					
		Samoloty strategiczne		Samoloty taktyczne		Samoloty wsparcia radioelektronicznego	
		Zakłócenia szeroko-pasmowe	Zakłócenia wąsko-pasmowe	Zakłócenia szeroko-pasmowe	Zakłócenia wąsko-pasmowe	Zakłócenia szeroko-pasmowe	Zakłócenia wąsko-pasmowe
1.	Centymetrowy	10-20	70-100	2-5	30-50	4-12	40-60
2.	Decymetrowy	10-20	40-70	5-8	30-40	6-10	40-60
3.	Metrowy	5-10	15-40	-	-	6-8	20-30

Rubieżami włączenia pokładowych środków walki radioelektronicznej wytwarzających czynne, szumowe sygnały zakłócające przez SMP nieprzyjaciela mogą być:

- rubież wykrycia przez RLS celów powietrznych lecących na średnich wysokościach;
- rubieże przekazywania dokładnej informacji, wykorzystywanej przez lotnictwo myśliwskie i wojska rakietowe OPK;
- rubież wprowadzenia do walki lotnictwa myśliwskiego;
- rubieże stawiania zadań dywizjonom ogniowym itp.

Wielkość efektywnego sektora zakłóceń φ_{efi} dla odpowiedniego zasięgu wykrycia D_z określa się charakterystyką promieniowania systemu antenowego RLS w układzie

współrzędnych prostokątnych według wartości $f_i(\varphi)$. Charakterystykę promieniowania RLS w płaszczyźnie poziomej, w układzie współrzędnych prostokątnych przedstawia rys. 27.



Rys. 27. Charakterystyka promieniowania systemu antenowego RLS w układzie współrzędnych prostokątnych.

Na podstawie wykresu przedstawionego na rys. 27 określa się $f(\varphi)$ dla wybranej odległości, z której stosowane będą zakłócenia radiolokacyjne przy $D = const$ oraz różnych odległościach wykrycia D_z.

Rozwinięte RLS na pozycjach przeważnie nie posiadają dokładnie wyznaczonych charakterystyk promieniowania. Do obliczeń orientacyjnych używa się wyaproksymowanej charakterystyki promieniowania RLS. Charakterystykę RLS w płaszczyźnie pionowej i poziomej aproksymuje się według jej szerokości Δ /delta/ na poziomie $0{,}5\ P_{max}$. Dane te zawarte są w instrukcji eksploatacyjnej RLS.

Współczesne RLS zakresu decymetrowego i centymetrowego posiadają charakterystyki na poziomie:

$$(-15 \div -20)_{dB} \approx 2\Delta$$

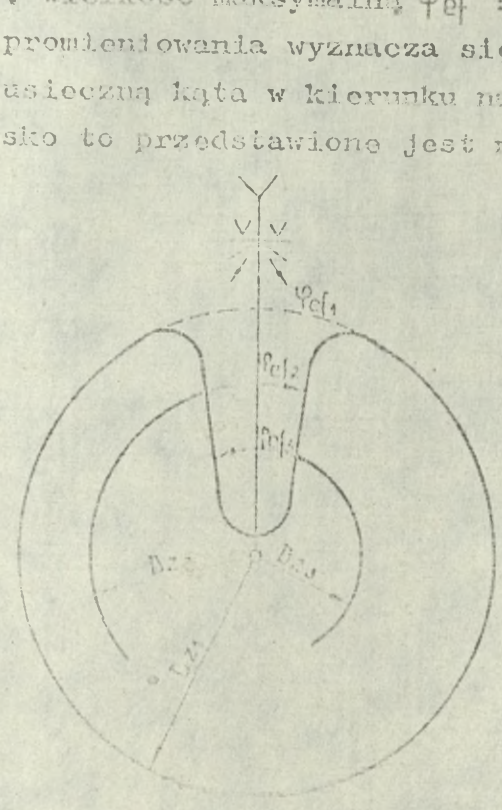
a na poziomie /-30-40/ dB aproksymuje się funkcją $f(\varphi) = \cos$

i wyraża przebieg charakterystyki promieniowania anteny RLS, gdzie δ - kąt wzniesienia celu wyrażający się zależnością:

$$\delta = \begin{cases} 0 & \text{przy} \quad \varphi = 0 \\ \frac{\pi}{2} & \text{przy} \quad \varphi = \pm(5 \div 12)\Delta \end{cases}$$

Wielkość φ w granicach od /5÷12Δ/ zależy od charakteru pozycji. Im więcej występuje odbić od przedmiotów terenowych, tym większa jest wartość φ. Dlatego też wszystkie następne listki poza pierwszym posiadają φ>/5-12/ Δ i średni poziom tłumienia przeciętnie wynosi - 40 dB.

Na przykład charakterystyka promieniowania RLS P-14 i P-15 aproksymowana jest na poziomie 15 dB od szerokości charakterystyki promieniowania wynoszącej 2Δ, natomiast od poziomu -15 dB do +30 dB wyraża się funkcją $f(\varphi) = \cos\varphi$. Wielkość maksymalną $\varphi_{ef} = /R_z, D_z/$ charakterystyki promieniowania wyznacza się na danych kierunkach D_i dwusieczną kąta w kierunku na źródło zakłóceń. Zjawisko to przedstawione jest na rys. 28.



Rys. 28. Zmiana charakterystyki wykrywania RLS pod wpływem czynnych zakłóceń radiolokacyjnych w płaszczyźnie poziomej

W wyniku oddziaływania czynnych, szumowych zakłóceń radiolokacyjnych stosowanych przez lecące ŚNP nieprzyjaciela można twierdzić, że poziomo rozpatrywana strefa informacji dla każdej RLS ulega deformacji na skutek powstawania skutecznych sektorów zakłóceń, skierowanych na cele powietrzne stosujące zakłócenia. W miarę zbliżania się do stacji radiolokacyjnej ŚNP nieprzyjaciela stosujących zakłócenia wzrasta również i wielkość sektora zaświecenia.

Charakterystyka promieniowania systemu antenowego RLS rozwiniętej w terenie zależy głównie od charakteru pozycji. Dlatego też najdokładniejsze obliczenia należy wykonywać na najbardziej zagrożonych powietrznych kierunkach operacyjnych, ewentualnie dla najbardziej prawdopodobnych kierunków pokonywania obrony powietrznej, dla których dokładnie można wykreślić charakterystykę promieniowania. W tym przypadku można określić prognostyczne sektory skutecznego zakłócenia, przyjmując dane z przewidywanego modelu nalotu dla pojedyńczego lub grupowego /4, 6, 8 lub więcej samolotów/ celu powietrznego z sumaryczną gęstością mocy zakłóceń $q_{\Sigma} = \sum q_i$ i dla tych warunków sporządzić wykres.

Współcześnie znajdujące się w wyposażeniu stacje radiolokacyjne, ich systemy antenowe oprócz listka głównego posiadają również listki boczne. Część sygnałów zakłócających odbieranych przez listki boczne osłabia sygnały użyteczne. Przy czym osłabienie to uzależnione jest od odległości występującej między stacją radiolokacyjną a grupą samolotów stosujących czynne zakłócenia radiolokacyjne.

Wpływ odległości zakłóceń R_z można obliczyć ze wzoru /2.10/ bądź też określić według wykresu sporządzonego dla przyjętych wielkości q i δ_{SK}, które uwzględniają osłabienie sygnału użytecznego sygnałem zakłócającym oddziaływującym przez listki boczne na poziomie - 40 dB.

W przypadku oddziaływania na RLS sygnałów

zakłócających z dużej ilości nadajników o sumarycznej gęstości mocy sygnałów zakłócających nie większej jak 50-100 $\frac{W}{MHz}$, wzór /2.10/ można uprościć i wówczas dokładność obliczeń zmniejszy się w granicach nie więcej jak /5-10%/. Wzór /2.10/ przyjmie postać:

$$D_z = \frac{\sqrt[4]{\frac{P_i \cdot G_{nad} \cdot \eta_{nad} \cdot G_{SK}}{4\pi\mu \cdot \Delta f_{odb} \cdot \xi \cdot f(\varphi)}}}{\sqrt[4]{\frac{q}{R_z^2}}} , \qquad /2.13/$$

oznaczając:

$$\sqrt[4]{\frac{P_i \cdot G_{nad} \cdot \eta_{nad} \cdot G_{SK}}{4\pi\mu \cdot \Delta f_{odb} \cdot \xi \cdot f(\varphi)}} = C_D , \qquad /2.14/$$

i przyjmując, że zakłócenia stosuje nie jeden, a n obiektów powietrznych, wówczas:

$$D_z = \frac{C_D}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{R_z^2}}} , \qquad /2.15/$$

Dlatego też z doświadczeń wynikających z ćwiczeń wynika, że zakłócenia wytwarzane przez zespoloną grupę obiektów powietrznych są prawie takie same jak zakłócenia wytwarzane przez pojedyńczy obiekt stosujący zakłócenia:

$$q_\Sigma = \sum_{i=1}^{n} q_i , \qquad /2.16/$$

w odległości równej:

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_{zi}}{n} , \qquad /2.17/$$

gdzie: R_z - liczba samolotów w grupie stosujących zakłócenia.

Uwzględniając powyższe sformułowanie wzór /2.15/ przyjmie postać:

$$D_z = \frac{C_D}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{q_i}{R_i^2}}} , \qquad /2.18/$$

gdzie: K - liczba zespolonych obiektów powietrznych stosujących zakłócenia.

Współczynnik C_D dla niektórych typów RLS przedstawia tabela 11 zamieszczona poniżej.

TABELA 11

Lp.	Typ RLS / Dla skutecznej powierzchni odbicia /m²/	I P-35	II P-14	III P-12	IV P-18	V P-15	VI JAWOR	VII PRW-11,9	VIII PRW-13,16
1.	0,3	22,9	14,4	3,0	4,7	7,4	9	25,0	31,2
2.	1	32,3	19,5	4,1	6,9	10,0	12,5	33,8	42,7
3.	10	57,1	34,6	7,2	9,8	17,8	19	60,1	70,3

W wyniku oddziaływania czynnych zakłóceń radiolokacyjnych zasięg wykrywania RLS zmniejsza się proporcjonalnie do wielkości współczynnika tzw. "ściśnięcia". Współczynnik ściśnięcia jest stosunkiem zasięgu wykrywania RLS przy zakłóceniach do zasięgu wykrywania bez zakłóceń i wyraża się wzorem:

$$K_{ść} = \frac{D_z}{D} \quad , \qquad /2.19/$$

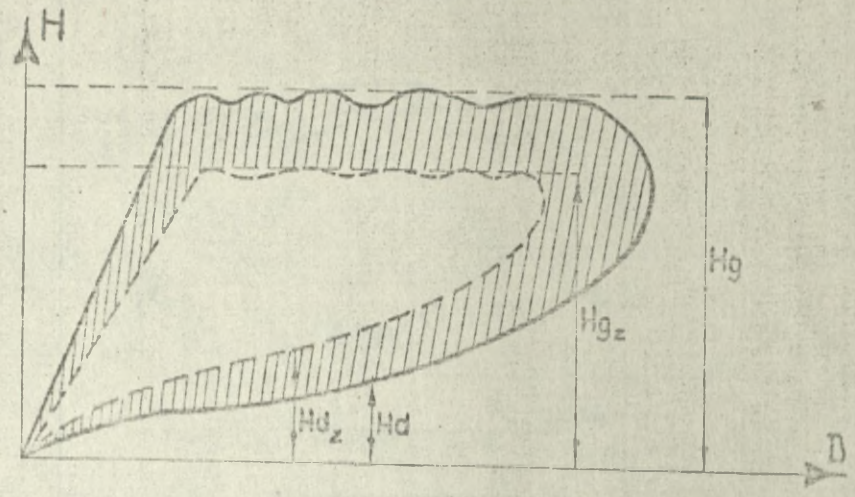
gdzie: D_z - zasięg wykrywania RLS przy zakłóceniach;

D - zasięg wykrywania RLS bez zakłóceń.

Powyższą zależność przedstawia rys. 29 zamieszczony poniżej.

Przewidywane zmniejszenie zasięgów wykrywania stacji radiolokacyjnych obliczą się na podstawie oceny prawdopodobnych modeli nalotu ŚNP.

Oceny zmniejszenia się zasięgów wykrywania stacji radiolokacyjnych, rozwiniętych na poszczególnych RLP



Rys. 29. Zmniejszenie charakterystyki wykrywania RLS pod wpływem oddziaływania czynnych /szumowych/ zakłóceń radiolokacyjnych.

przeprowadza się następujące:

a/ Dla określenia stopnia zmniejszenia się zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnej pod wpływem oddziaływania zakłóceń ustala się współczynnik "ściśnięcia", uwzględniając przy tym odległość bezpośrednią /kąt położenia ε/ do celu powietrznego stosującego zakłócenia.

Zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej w warunkach zakłóceń oblicza się z uwzględnieniem kąta położenia celu powietrznego /D_z/ oraz współczynnika "ściśnięcia", według wzoru:

$$D_z(\varepsilon) = D(\varepsilon)\, k_{sc} \quad , \qquad /2.20/$$

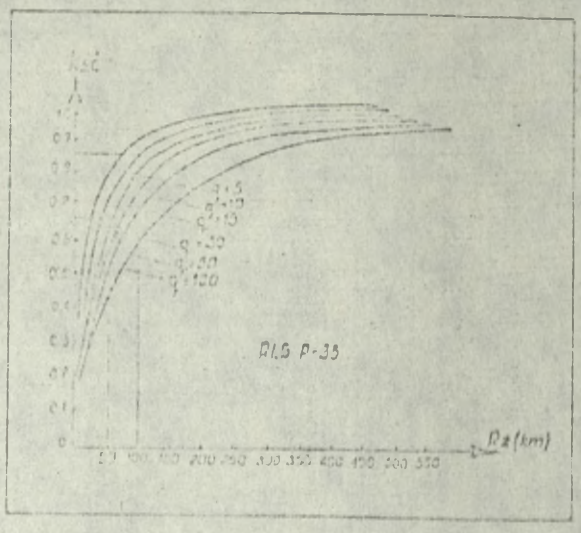
gdzie: $D_z/\varepsilon/$ - zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej przy zakłóceniach;

$D/\varepsilon/$ - zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej bez zakłóceń.

Sposób określenia współczynnika "ściśnięcia" przedstawiony jest na rys. 30.

Danymi wyjściowymi przy korzystaniu z wykresów są:

- założona odległość stacji radiolokacyjnej do celu powietrznego stosującego zakłócenia;



Rys. 30. Wykres określenia współczynnika "ściśnięcia".

- sumaryczna gęstość mocy spektralnej sygnału zakłócającego wypromieniowana przez pokładowe nadajniki celów powietrznych.

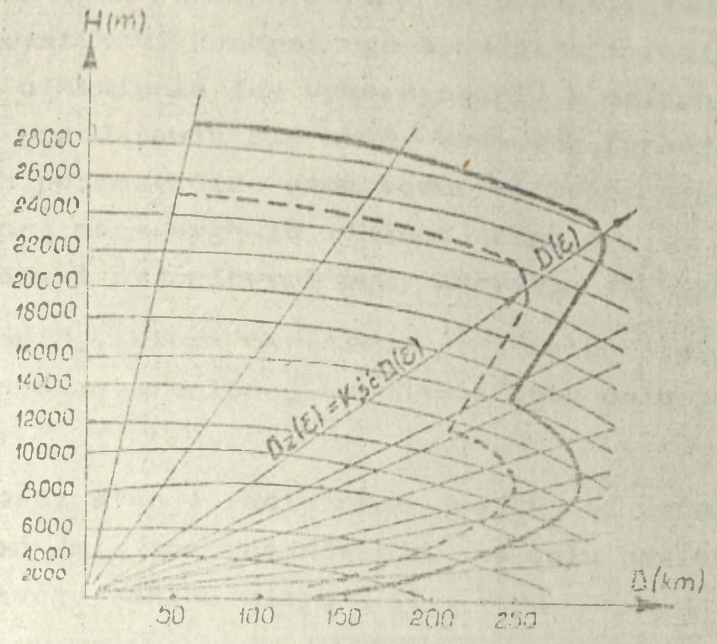
I tak na przykład dla RLS P-35 współczynnik "ściśnięcia" przy danych:

$$R_z = 100\,km \quad i \quad q = 10\,\frac{W}{MHz}$$

określa się według sporządzonego wykresu /potwierdzonego doświadczeniami poligonowymi/. Z wykresu na osi rzędnych przedstawionym na rys. 30 wynika, że dla 100 km do styku z krzywą $q = 10\,\frac{W}{MHz}$ /na odciętych/ $K_{ść} = 0,86$.

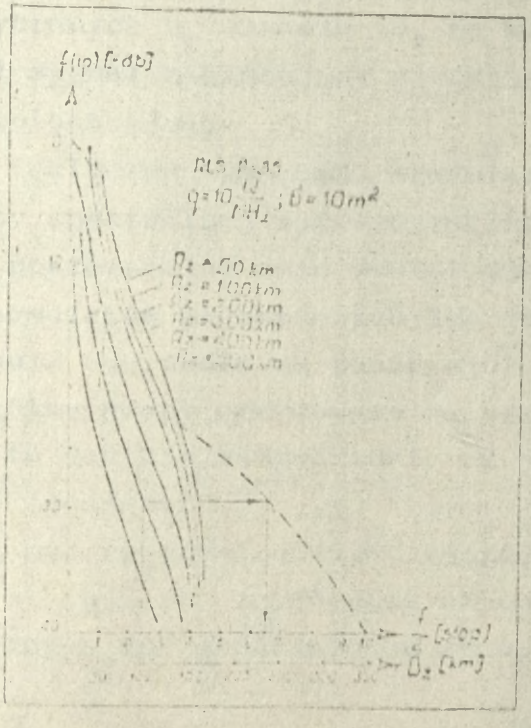
b/ Stosując wzór /2.20/ po określeniu $K_{ść}$ oraz $D/\mathcal{E}$ na podstawie realnej wyaproksymowanej charakterystyki promieniowania wykreśla się zasięg wykrywania RLS w warunkach zakłóceń czynnych. Przykład wyznaczenia zasięgu wykrywania przez stację radiolokacyjną na podstawie charakterystyki promieniowania przedstawiony jest na rys. 31.

Jednak całokształt rozpatrywanego problemu w zakresie zmniejszenia się zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnych obejmuje również prognostyczne określenie wielkości powstawania skutecznych sektorów zakłóceń.



Rys. 31. Wykres określania zmniejszonego zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnej.

c/ Wielkość skutecznego sektora zakłóceń określa się, jak już wspomniano, według uśrednionej /aproksymowanej/ charakterystyki promieniowania stacji radiolokacyjnej w płaszczyźnie poziomej zgodnie z funkcją f /φ/ przedstawioną na rys. 32.



Rys. 32. Wykres określania efektywnego sektora zakłóceń.

Ponieważ funkcja f /φ/ określa się technicznymi charakterystykami konkretnego typu stacji radiolokacyjnej, dla ułatwienia jej wykorzystania w celach praktycznych przedstawia się zbiór krzywych funkcji uwzględniających poszczególne sumaryczne wartości gęstości spektralnej mocy sygnału zakłócającego q_{Σ_z}.

Danymi wyjściowymi przy korzystaniu z wykresów są:

- wielkość D_z, która określona jest na podstawie obliczonego dla określonej wysokości lotu celu powietrznego;
- odległości stacji radiolokacyjnej R_z od źródła zakłóceń /miejsca znajdowania się celu powietrznego stosującego zakłócenia/.

I tak na przykład dla określenia efektywnego sektora zakłóceń przy danych:

$$q_{\Sigma_z} = 10 \frac{W}{MHz} \quad ; \quad D_z = 100 km \quad ; \quad R_z = 100 km$$

według wykresu przedstawionego na rys. 32 f /φ/ = 28 dB. Następną czynnością wykonywaną według wyaproksymowanej charakterystyki promieniowania RLS w płaszczyźnie pionowej /przerywana linia/ jest określenie φ_{ef}, które w danym przypadku wynosi 13^o /6,5 x 2/.

W przypadku jeżeli krzywe znajdować się będą z lewej strony wybranych D_z oznacza to, że wielkość R_z jest maksymalna i sygnał zakłócający został stłumiony przez stację radiolokacyjną.

Przykłady taktyczne wymagają komentarz do sposobu obliczania mocy spektralnej sygnału zakłócającego. W każdym nalocie poszczególne cele powietrzne mogą występować w postaci samolotów pojedyńczych lub grupie samolotów. Dla wykonania uderzenia na poszczególne obiekty naziemne poszczególne grupy urzutowane są według odległości. Zależność ta rzutuje bezpośrednio na sumaryczną spektralną moc zakłócającą.

Sumaryczną mocą spektralną kilku zespolonych celów powietrznych stosujących zakłócenia czynne, a znajdujących się w różnych odległościach od stacji radio-

lokacyjnej, oblicza się według wzoru:

$$q_{\Sigma} = q_{n_{min}} + \sum_{i=2}^{n} q_i \cdot \left(\frac{R_{z\,min}}{R_{zi}} \right)^2 , \qquad /2.21/$$

gdzie: R_{min} - gęstość mocy sygnału zakłócającego wypromieniowanego przez najbliżej rozmieszczoną względem RLS grupę zespolonych ŚNP nieprzyjaciela;

$R_{z_{min}}$ - odległość od RLS do centrum najbliżej rozmieszczonej grupy celów powietrznych;

R_{z_i} - odległość od RLS do i-tej grupy celów powietrznych.

I tak na przykład podczas stosowania zakłóceń czynnych przez grupę trzech zespolonych celów powietrznych znajdujących się w odległości R_z = 50 km, R_{z_2} = 100 km i R_{z_3} = 150 km, sumaryczna gęstość mocy spektralnej wynosi:

$$q_{\Sigma} = 10 \frac{W}{MHz} + 10 \frac{W}{MHz} \left(\frac{50}{100} \right)^2 + 10 \frac{W}{MHz} \cdot \left(\frac{50}{150} \right)^2 = 13{,}6 \frac{W}{MHz}$$

Ponieważ:

$$q_{\Sigma} = 13{,}6 \frac{W}{MHz} \text{ , a } R_z = 50\,km \text{ , } K_{śc.} = 0{,}8$$

Ocena wpływu czynnych zakłóceń radiolokacyjnych na zasięg wykrywania poszczególnych stacji radiolokacyjnych poparta obliczeniami prognostycznymi, stwarza możliwości kompleksowej oceny prognostycznych parametrów pola radiolokacyjnego w miarę pokonywania obrony powietrznej przez ŚNP nieprzyjaciela i stosowanych przez nich czynnych zakłóceń radiolokacyjnych.

Obliczenia prognostyczne, służące ocenie kształtowania się parametrów pola radiolokacyjnego podczas stosowania czynnych zakłóceń radiolokacyjnych przez działające ŚNP nieprzyjaciela wykonywuje się w sposób następujący:

A. Dla wykonania obliczeń przyjmuje się:

- ugrupowanie pododdziałów radiotechnicznych oraz ich wyposażenie w stacje radiolokacyjne zakresu centymetrowego, decymetrowego i metrowego;
- ustala się i wrysowywuje dolną ciągłą granicę pola radiolokacyjnego I warstwy, wynikającą z konkretnego ugrupowania pododdziałów radiotechnicznych oraz zniekształceń charakterystyk promieniowania systemów antenowych RLS, uwarunkowanych rzeźbą terenu;
- w przypadku kierunku nadmorskiego wybiera się początkową rubież informacji o nieprzyjacielu powietrznym, uwarunkowaną zasięgiem wykrywania RLS pierwszej linii RLP;
- ustala się kierunki nalotu ŚNP nieprzyjaciela powietrznego oraz najbardziej prawdopodobny model ich nalotu;
- w przyjętym modelu nalotu dla każdej z grup celów powietrznych wartość wypromieniowanej gęstości mocy spektralnej sygnałów zakłócających, uwarunkowanej taktyczno-technicznymi danymi przenoszonych pokładowych środków walki radioelektronicznej w poszczególnych zakresach częstotliwości;
- założono wysokości lotu celów powietrznych, nosicieli pokładowych środków walki radioelektronicznej.

B. Na podstawie założonych danych wykonane obliczenia winny umożliwić kompleksową ocenę parametrów pola radiolokacyjnego pod wpływem oddziaływania zakłóceń, ocenę terminowości wykrycia i ciągłego prowadzenia celów powietrznych z najbardziej prawdopodobnego modelu działań ŚNP nieprzyjaciela. W tym celu oblicza się:

- rozpiętość pola radiolokacyjnego w płaszczyźnie poziomej na dowolnie wybranej wysokości lub wysokości, na której mogą prawdopodobnie działań najbardziej niebezpieczne typy ŚNP nieprzyjaciela.

Ewentualnie na wysokościach, na których zasadnicza liczba ŚNP będzie pokonywać obronę powietrzną;

- ciągłą dolną granicę I i II warstwy pola radiolokacyjnego;
- ciągłą górną granicę II warstwy pola radiolokacyjnego.

Kolejność obliczeń wykonuje się następująco:

a/ Z ustalonej rubieży, z której zakłada się włączenie nadajników przez samoloty nosiciele pokładowych środków walki radioelektronicznej z jednoczesnym uwzględnieniem ich wysokości lotu, określa się zasięg oddziaływania sygnałów zakłócających. Zasięg ten oznacza tzw. horyzont optyczny, określany za pomocą wzoru:

$$D_{ho} < 4{,}12\left(\sqrt{H} + \sqrt{h_o}\right) ,$$

Otrzymany zasięg horyzontu optycznego w kierunku lotu ŚNP nieprzyjaciela określa, które z ugrupowanych RLP znajdują się w zasięgu oddziaływania zakłóceń,

b/ Obliczenie według wzoru /2.21/ sumarycznej gęstości mocy sygnału zakłócającego /q_Σ/ oddziaływującego na każdą stację radiolokacyjną ugrupowanych posterunków radiolokacyjnych. W obliczeniach uwzględnia się tylko te cele powietrzne stosujące zakłócenia, które znajdują się w zasięgu horyzontu optycznego /D_{ho}/.

c/ Wykresami sporządzonymi według wzoru /2.20/ określa się współczynnik "ściśnięcia" zasięgu wykrywania dla stacji radiolokacyjnych rozmieszczonych na poszczególnych RLP. Wynik wrysowuje się na mapę.

d/ Wykresami sporządzonymi według wzoru /2.12/, przedstawionym przykładowo na rys. 32 określa się sektory skutecznych zakłóceń dla każdego typu stacji radiolokacyjnej znajdującej się na poszczególnych RLP z uwzględnieniem oczywiście wysokości lotu celów powietrznych. Wynik wrysowuje się na mapę.

c/ Wywołane przez zakłócenia czynne zmiany w zakresie rozpiętości pola radiolokacyjnego w płaszczyźnie poziomej można wyrazić współczynnikiem, wyrażonym wzorem:

$$K_{sp} = 1 - \frac{S_z}{S} \qquad /2.22/$$

gdzie: K_{sp} - współczynnik zmniejszenia pola radiolokacyjnego;

S_z - rozpiętość pola radiolokacyjnego w płaszczyźnie poziomej podczas oddziaływania zakłóceń na wybranej wysokości;

S - rozpiętość pola w płaszczyźnie zakłóceń bez oddziaływania zakłóceń.

Rozpiętość pola radiolokacyjnego w płaszczyźnie poziomej oraz wysokość dolnej i górnej granicy pola można oceniać dwoma metodami, a mianowicie analityczną i graficzno-analityczną.

Metoda analityczna opiera się na wzorach, która może być zastosowana w warunkach, gdy:

- stacje radiolokacyjne posiadają praktycznie jednakowe zasięgi wykrywania;
- pozycje posterunków radiolokacyjnych nie zniekształcają ustalonych stref wykrywania stacji radiolokacyjnych;
- posterunki radiolokacyjne są rozmieszczone według wierzchołków trójkąta równobocznego, lub kwadratu, ewentualnie na $D = R_w$.

Wymienione ograniczenia nie zawsze odpowiadają realnemu ugrupowaniu posterunków, stąd sposób analityczny można wykorzystywać jedynie tylko dla obliczeń wstępnych na etapie organizacji działań bojowych.

Rozpiętość pola radiolokacyjnego bez oddziaływania zakłóceń określa się na podstawie wzoru:

$$S = \sum_{i}^{n} a \cdot R_{H}^{2} \qquad /2.23/$$

gdzie: n - liczba posterunków radiolokacyjnych;

a - współczynnik uwzględniający sposób ugrupowania RLP i może przyjmować wartości 1; 2; 2,6;

R_w - zasięg wykrywania RLS na odpowiedniej wysokości.

Na przykład dla:

n = 20 RLP

a = 2,6 przy ugrupowaniu RLP w trójkąt równoboczny

$R_{W_{H-300}}$ = 40 km

mamy obliczyć S na H - 300 m. W wyniku obliczeń otrzymujemy:

$$S = 20 + 2{,}6\,R_w^2 = 83200 \text{ km}^2$$

Rozpiętość pola radiolokacyjnego w zakłóceniach określa się na podstawie wzoru:

$$= n_{\overline{I}}\left(a \cdot R_w^2 \cdot K_{ść} - S_{ef_{RLS}}\right) + n_{\overline{II}}\left(a R_w^2 K_{ść} - S_{ef_{RLS}}\right) +$$

$$+ n_{\overline{III}}\left(a R_w^2 \cdot K_{ść} - S_{ef_{RLS}}\right) + \ldots\ldots + n_n\left(a R_w^2 \cdot K_{ść} - S_{ef_{RLS}}\right), \quad /2.24/$$

gdzie: $n_{\overline{I}}$; $n_{\overline{II}}$; $n_{\overline{III}}$ - pierwsza, druga i trzecia linia posterunków radiolokacyjnych;

$K_{ść}$ - odpowiednio dla I, II i III linii posterunków radiolokacyjnych;

$S_{ef_{RLS}}$ - odpowiednio dla I, II i III linii posterunków radiolokacyjnych.

Przy założeniu, że:

n_I = 6 RLP, dla których $K_{ść} = 0{,}7$ i $S_{ef} = 15^\circ$

n_{II} = 12 RLP, dla których $K_{ść} = 0{,}8$ i $S_{ef} = 10^\circ$

n_{III} = 6 RLP, dla których $K_{ść} = 0{,}9$ i $S_{ef} = 5^\circ$

wówczas:

$$S_z = 6(2,6 \cdot 40 \cdot 0,7 - S_{ef\,I}) + 12(2,6 \cdot 40 \cdot 0,8 - S_{ef\,II}) + 6(2,6 \cdot 40 \cdot 0,9 - S_{ef\,III}) = 6230,64\ km^2$$

Podstawiając wartości do wzoru /2.22/ otrzymamy wynik:

$$K_{sp} = 1 - \frac{6230,64}{83200} = 0,252$$

co oznacza, że pod wpływem oddziaływania zakłóceń z założonego modelu nalotu i założonej rubieży stosowania zakłóceń należy oczekiwać 25% zmniejszenia się pola radiolokacyjnego w płaszczyźnie poziomej.

Stwierdzono zmniejszenie się pola radiolokacyjnego w płaszczyźnie poziomej, wywołuje również zmiany jego parametrów w płaszczyźnie pionowej, co jest przedstawione na rys. 29.

Obniża się górna ciągła granica pola radiolokacyjnego. Ciągłą górną granicę pola radiolokacyjnego podczas oddziaływania zakłóceń można obliczyć według wzoru:

$$H_{g_z} \approx K_{śc} \cdot H_g \quad , \qquad /2.25/$$

gdzie: H_{g_z} - górna granica pola radiolokacyjnego podczas oddziaływania zakłóceń;

H_g - górna granica bez oddziaływania zakłóceń.

Na przykład przy założeniu, że rozwinięte stacje radiolokacyjne wykrywają cele powietrzne na wysokości 25000 m, która jest jednocześnie ciągłą granicą górną pola radiolokacyjnego i po podstawieniu danych do wzoru /2.25/ otrzymamy wynik:

- dla I linii posterunków radiolokacyjnych przy $K_{śc}=0,7$

$$H_{g_z} \approx 0,7 \cdot 25000 = 17500\ m$$

- dla II linii posterunków radiolokacyjnych przy $K_{śc}=0,8$

$$H_{g_z} \approx 0,8 \cdot 25000 = 20000\ m$$

- dla III linii posterunków radiolokacyjnych przy $K_{śc}=0,9$

$$H_{9z} \approx 0,9 \cdot 25000 = 22500 \text{ m}$$

$K_{śc}$ H_{9z}

Analogicznie do powyższego /chociaż efekt końcowy jest odwrotny/ występuje problem ciągłej dolnej granicy I i II warstwy pola radiolokacyjnego.

Dolne granice pola radiolokacyjnego podnoszą się wzwyż. Ciągłą dolną granicę I i II warstwy pola radiolokacyjnego podczas oddziaływania zakłóceń można określić za pomocą wzoru:

$$H_{dz} = \frac{H_d}{K_{śc}}, \qquad /2.26/$$

Na przykładzie dotychczas przyjmowanych danych wynika, że przy istniejącej dolnej granicy pola na H_d = 300 m i po podstawieniu danych do wzoru /2.26/ dolna ciągła granica podczas oddziaływania zakłóceń wyniesie:

- dla I linii posterunków radiolokacyjnych przy $K_{śc}=0,7$:

$$H_{dz} = \frac{300}{0,7} = 428 \text{ m}$$

- dla II linii posterunków radiolokacyjnych przy $K_{śc}=0,8$:

$$H_{dz} = \frac{300}{0,8} = 375 \text{ m}$$

- dla III linii posterunków radiolokacyjnych przy $K_{śc}=0,9$:

$$H_{dz} = \frac{300}{0,9} = 333 \text{ m}$$

Przedstawione dane sugerują jednoznacznie, że lecące cele powietrzne poniżej obliczonych wysokości na kierunkach, z których są stosowane zakłócenia oraz na kierunkach sąsiednich nie mogą być obserwowane. Uzyskana o nich informacja może być wyrywkowa. Nie pozwoli odtworzyć rzeczywistych tras lotu dla celów taktycznych i operacyjnych. Uwzględniając możliwość wykorzystania okrążających właściwości terenu, wówczas nie wystąpi w ogóle ich wykrycie.

Stąd nasuwa się konieczność uwzględnienia w obliczeniach parametrów pola radiolokacyjnego również

występującej rzeźby terenu.
W celach praktycznych można się posłużyć metodą graficzno-analityczną.

Metoda graficzno-analityczna jest podstawowa dla oceny realnych, zasadniczych parametrów pola radiolokacyjnego. Uwzględnia z konkretnym ugrupowaniem posterunków radiolokacyjnych i rozwiniętych na ich pozycjach stacji radiolokacyjnych również rzeźbę terenu. Eliminuje więc podstawowe niedostatki metody analitycznej.

Istota metody graficzno-analitycznej tkwi w zestawieniu zbioru przekrojów rozpiętości pola radiolokacyjnego na różnych wysokościach w płaszczyźnie poziomej z uwzględnieniem rzeźby terenu. Analiza przekrojów pola umożliwia dokładne określenie ciągłej dolnej granicy I i II warstwy pola radiolokacyjnego na podejściach oraz w wyznaczonym rejonie działań bojowych.

Dlatego też skrupulatność obliczeń i uzyskane wyniki z metody graficzno-analitycznej są obiektywną podstawą do określania możliwości bojowych systemu radiolokacyjnego oraz opracowania wariantów zabezpieczenia radiolokacyjnego działań. Ponadto dla kierunku nadmorskiego są jednymi z podstawowych danych, określających uzyskanie zaskoczenia przez nieprzyjaciela powietrznego lub przeciwdziałania zaskoczeniu przez obronę powietrzną. Stąd ze względu na wymienione potrzeby określenie realnych parametrów pola radiolokacyjnego oblicza się według kryterium odległości i wysokości.

Kolejność wykonywanych czynności i obliczeń metodą graficzno-analityczną przedstawia się następująco:

Dla zestawienia zbioru przekrojów rozpiętości pola radiolokacyjnego na małych wysokościach, z uwzględnieniem geograficznych wysokości pozycji RLP i rozwiniętych na ich pozycjach stacji radiolokacyjnych, na przykład ciągłej dolnej granicy I warstwy pola radiolokacyjnego:

a/ Bez wykorzystania techniki obliczeniowej:

- wrysowanie na mapie w skali 1 : 200 000 lub

1 : 100 000 wyznaczonego rejonu działań bojowych, ugrupowania posterunków radiolokacyjnych wraz z posiadanymi przez nich stacjami radiolokacyjnymi; x/

- wrysowanie poziomych przekrojów zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnych na badanej wysokości ciągłej dolnej granicy pola radiolokacyjnego.

Dla uzyskania obliczeń umożliwiających otrzymanie rzeczywistego kształtu zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnych na poszczególnych RLP, należy dysponować następującymi danymi wyjściowymi:

- rzeczywistą wysokością systemu antenowego /H_a/ stacji radiolokacyjnej oraz jej typem;

- założoną wysokością, wynikającą z prawdopodobnej wysokości lotu ŚNP nieprzyjaciela lub zakładanej wysokości ciągłej dolnej granicy I warstwy pola radiolokacyjnego;

- kąty zakrycia mierzone teodolitem lub określone z mapy w skali 1 : 50 000 dla stacji radiolokacyjnych, rozmieszczonych na poszczególnych RLP i obliczone według wzoru:

$$\alpha_{[min]} = \frac{H_{zh} - H_a - \Delta h}{d_{zh}} \cdot 3440, \qquad /2.27/$$

gdzie: H_{zh} - bezwzględna wysokość przeszkody terenowej;

H_a - bezwzględna wysokość systemu antenowego stacji radiolokacyjnej, wyrażająca się sumą: wysokości geograficznej pozycji usytuowania stacji radiolokacyjnej nad poziomem morza, wysokości sztucznie wykonanego nasypu pod stację radiolokacyjną oraz wysokości konstrukcji, na której zawieszony jest system antenowy RLS;

---

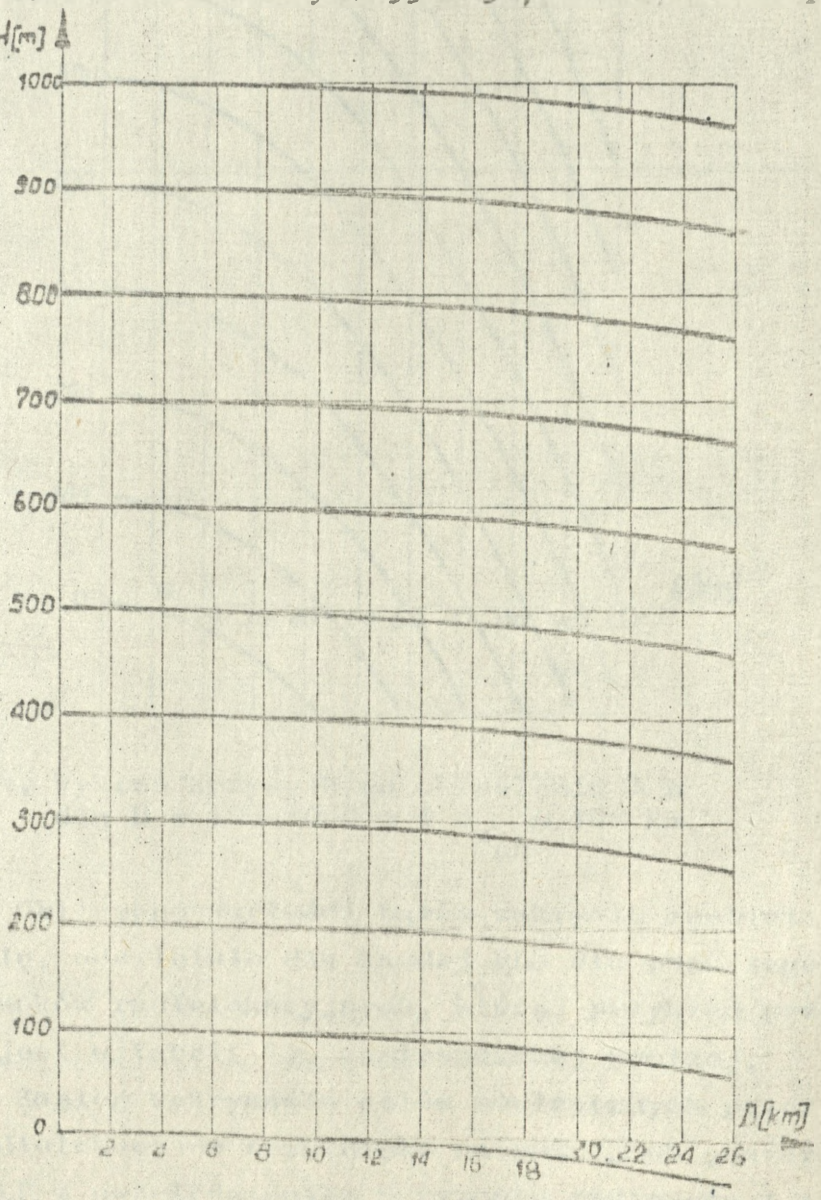
x/ W zależności od złożoności rzeźby terenu dobiera się skalę mapy. Dla rejonów o silnie pofałdowanym terenie skala mapy 1 : 100 000. Natomiast dla mniej pofałdowanych 1 : 200 000. Uzależnione jest to od liczby występujących przedmiotów terenowych w elementarnym kwadracie.

d_{z_n} - odległość między pozycją usytuowania stacji radiolokacyjnej a występującą wysokością przeszkody terenowej, tworzącej kąt zakrycia α ;

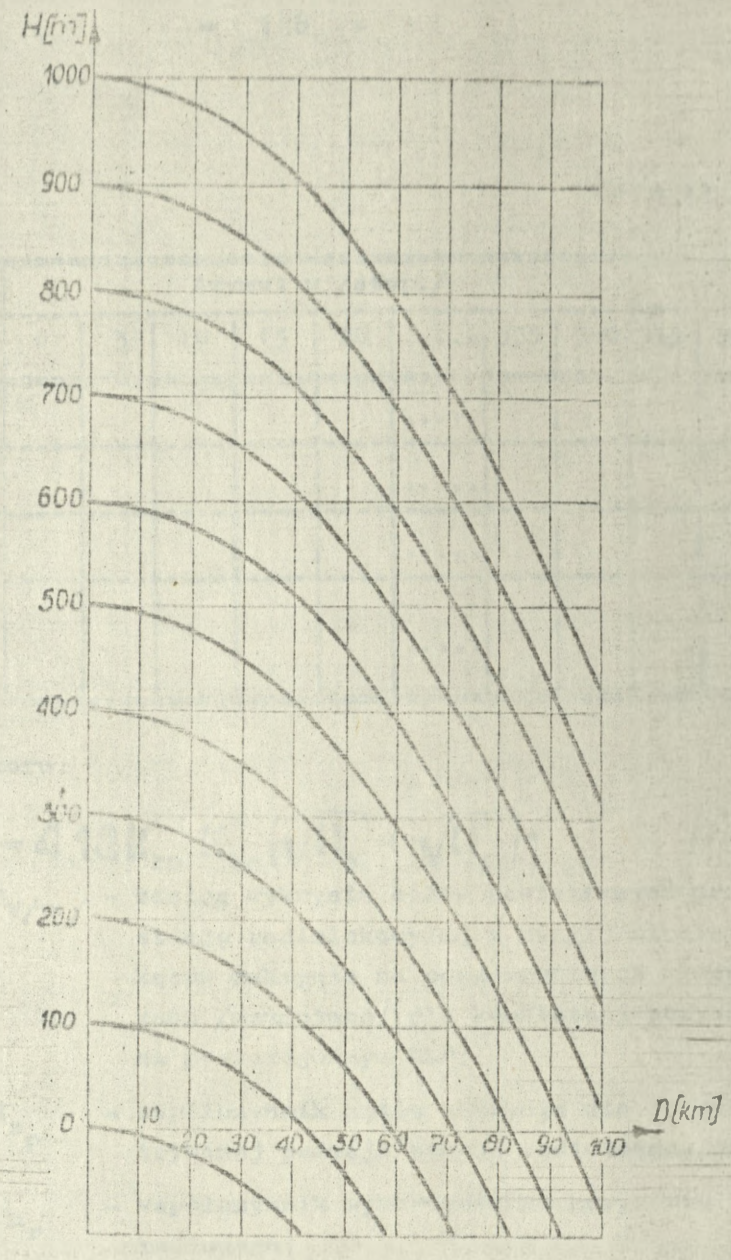
$\Delta h = \frac{d^2 z_h}{2\ Re}$ - poprawka wysokości uwzględniająca kulistość ziemi i refrakcję fal elektromagnetycznych;

R_e - ekwiwalentny promień ziemi równy 8500 km.

Dla określenia poprawki Δh można wykorzystać wykresy przedstawione na rys. 33 i 34, zamieszczone poniżej.



Rys. 33. Wykres krzywych do określenia Δh dla H = 100-1000 m i d_{z_h} = 2,6 km.



Rys. 34. Wykres krzywych do określenia Δh dla H = 100-1000 m i $d_{z_{nh}}$ = 100 km.

Obliczone wartości kątów zakrycia zestawia się w tabelę, oddzielnie dla każdej RLS dla poszczególnych posterunków radiolokacyjnych, której przykład przedstawiony jest w tabeli 12, zamieszczonej poniżej.

Zasięg wykrywania celów powietrznych przez stację radiolokacyjną rozwiniętą na pozycjach poszczególnych RLP z uwzględnieniem horyzontu radiowego i rzeźby terenu wyrażającej się kątami zakrycia oblicza się

TABELA 12

...no o kątach za-...ycia dla po-...ji rozwinięcia PLS.	Azymut w /stop./										
	0	5	10	15	20	.....	335	340	345	350	355
...t zakrycia ...in/						.....					
...ktor równych ...tów zakrycia.						.....					
...ległość do prze-...kody terenowej.						.....					
...awa lub oznacze-...ie przeszkody te-...renowej tworzącej ...t zakrycia.						.....					

według wzoru:

$$R_{w/\alpha/} = 4{,}12 K_{zp} \cdot K_{hr} \left(\sqrt{H_a} + \sqrt{H_c} \right), \qquad /2.28/$$

gdzie: $R_{w/\alpha/}$ - zasięg wykrycia celów powietrznych przez stację radiolokacyjną z uwzględnieniem kątów zakrycia na poszczególnych kierunkach /azymutach/ dla konkretnej pozycji na poszczególnym PLP;

K_{z_p} - współczynnik kątów zakrycia dla rozpatrywanej pozycji stacji radiolokacyjnej;

K_{h_r} - współczynnik wykorzystania horyzontu radiowego;

H_a - wysokość bezwzględna usytuowania pozycji stacji radiolokacyjnej nad poziomem morza;

H_c - wysokość lotu celu powietrznego.

Kierunek radiowraki charakteryzuje się *szczególną* właściwością wykrywania celów powietrznych. Stacje radiolokacyjne przeważnie są usytuowane na określonej wysokości w stosunku do lustra wody morskiej. Ponadto ze względu na wyeliminowanie kątów zakrycia w bliższej

strefie pozycji RLS, pod niektóre typy stacji wykonywane są sztuczne nasypy. Dlatego też wykazana w /H_a/ wykazanej we wzorze /2.28/ należy uwzględnić:

$$H_o = h' + h_1 + h_2 \quad ,$$

gdzie: h' - wysokość zawieszenia systemu antenowego stacji radiolokacyjnej;

h_1 - wysokość sztucznie wykonanego nasypu;

h_2 - bezwzględna wysokość pozycji usytuowania stacji radiolokacyjnej na poszczególnym RLP.

Natomiast wysokość lotu celów powietrznych lecących z kierunku nadmorskiego zmieniać się będzie wraz z rosnącą rzeźbą terenu w głąb lądu. Zależność tą warunkuje bezwzględna wysokość rzeźby terenu. W tym przypadku wysokość celu powietrznego H_c występującym we wzorze /2.28/ oblicza się następująco:

$$H_c = h_{npt} + h_{tnpm} \quad , \qquad /2.28a/$$

gdzie: h_{npt} - wysokość trasy lotu celu powietrznego nad poziomem morza;

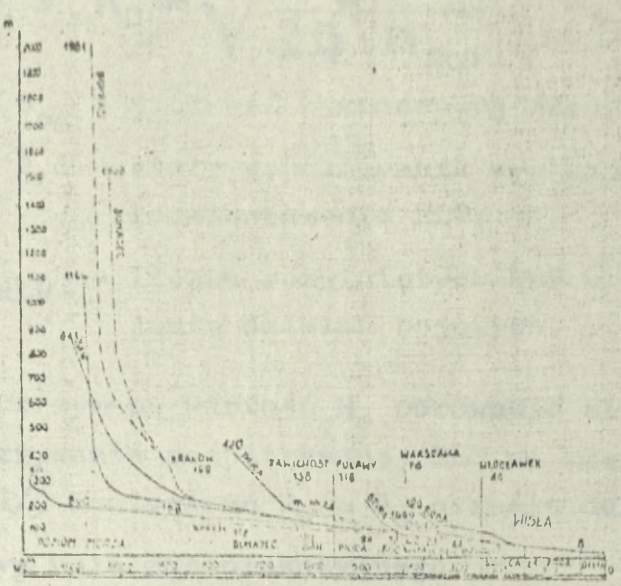
h_{tnpm} - wysokość bezwzględna terenu na trasie lotu celu powietrznego w głębi terytorium.

Dlatego też w ostateczności wzór /2.28/ przyjmie postać następującą:

$$R_{w/\alpha/} = 4{,}12 K_{zp} \cdot K_{hr} \cdot \left(\sqrt{h' + h_1 + h_2} + \sqrt{h_{npt} + h_{tnpm}} \right), \qquad /2.29/$$

Jednak występujące na kierunku nadmorskim rzeki, będące bezpośrednią siecią wodną zlewiska morza, płynące w dolinach lub nieckach pradolin, pozwalają na zachowanie wysokości lotu praktycznie w tych samych przedziałach wysokości, jak i nad morzem. W tym przypadku bezwzględnej wysokości terenu na trasie lotu celu powietrznego /h_{tnpm}/ nie uwzględnia się. Dowodem tego

może służyć profil podłużny Wisły i jej dopływów, wykazany na rys. 35 przedstawiony poniżej.



Rys. 35. Profil podłużny Wisły i jej dopływów.

Z przedstawionego wykresu wynika, że do około 400 km w głąb lądu lustro wody Wisły podnosi się na wysokość tylko około 100 m względem poziomu morza. Zjawisko to ma niezwykle istotne praktyczne znaczenie.

Wyodrębniają się dwa oddzielne zagadnienia. Jedno dotyczące posiadanej dolnej granicy pola radiolokacyjnego na określonej wysokości. Drugie, możliwości uzyskania zaskoczenia przez nieprzyjaciela powietrznego, charakteryzującego się możliwościami wykrywania i ciągłego prowadzenia celów powietrznych, pokonujących obronę powietrzną na możliwych, najniższych wysokościach lotu SNP nieprzyjaciela.

W dotychczasowej praktyce wojsk radiotechnicznych ciągłą dolną granicę pola radiolokacyjnego dla konkretnego ugrupowania posterunków radiolokacyjnych określa się następująco. Wybiera się najbardziej reprezentowany typ stacji radiolokacyjnej, wchodzącej w skład wyposażenia RLP, uczestniczących w tworzeniu ciągłej dolnej granicy I warstwy pola radiolokacyjnego. Dla niej oblicza się uśredniony zasięg wykrywania R_o dla rozpatrywanej wysokości ciągłej dolnej granicy, który

określić można za pomocą wzoru:

$$R_o = \sqrt{\frac{S_{og}}{2,6 \cdot n_{RLP}}} \quad , \qquad /2.29o/$$

gdzie: S_{og} - wielkość wyznaczonej strefy działań;

2,6 - stały współczynnik wynikający z wariantu rozmieszczenia RLP;

n_{RLP} - liczba rozwiniętych RLP w wyznaczonym rejonie działań bojowych.

Otrzymaną wartość R_o porównuje się z charakterystyką wykrywania rozpatrywanej RLS na zasadzie, że $R_w = f/H/$. Znaleziono $R_w = R_o$ określa dolną granicę I warstwy pola radiolokacyjnego.

W świetle dotychczasowych rozważań dalsza kontynuacja metody graficzno-analitycznej przedstawia się następująco:

- obliczonym zasięgiem horyzontu radiowego według wzoru:

$$D_{hr} = 4,12\left(\sqrt{H_o} + \sqrt{H_c}\right)$$

z punktu rozmieszczenia stacji radiolokacyjnej na mapie lub uprzednio nałożonej kalce na mapie wrysowuje się okrąg;

- zakreślony obszar wewnątrz okręgu dzieli się na małe kwadraty siatki OP wz-61. Ponieważ średni kwadrat siatki OP posiada rozmiary 12x12 km dla szerokości geograficznej, w której usytuowane jest terytorium PRL Stąd mały kwadrat będzie o bokach 4x4 km. W każdym małym kwadracie ustala się panujące wzniesienie lub przedmiot terenowy;

- ustalić i wpisać do każdego z małych kwadratów wysokość bezwzględną występującego przedmiotu terenowego h_t;

- w odniesieniu do pozycji RLS wrysować i opisać sektory równych kątów zakrycia;

- obliczyć wysokość bezwzględną systemu antenowego

stacji radiolokacyjnej H_t i wartość jej wpisać w punkt rozwinięcia RLS;

- wpisać do każdego z elementarnych kwadratów wysokość $H_{1/m/}$ obliczoną według wzoru:

$$H_{1/m/} = H_c + H_t - H \quad , \qquad /2.30/$$

gdzie: H_c - przyjmować wysokość, dla której badany jest zasięg wykrywania RLS,

- obliczyć zasięg wykrywania RLS dla ustalonych jak w tabeli 12 azymutach dla każdego z elementarnych kwadratów uwzględniając α i H_1 według uproszczonego wzoru empirycznego:

$$R_{w/km/} = K\left[2,47\alpha + \sqrt{(2,47)^2 + 17H_1}\right], \qquad /2.31/$$

gdzie: $K < 1$ - współczynnik wykorzystania horyzontu radiowego dla konkretnego typu RLS i celu o $\sigma = 1\ m^2$, który dla wybranych typów stacji radiolokacyjnych jest przedstawiony w tabeli 13 zamieszczonej poniżej.

TABELA 13

Współczynnik horyzontu radiowego	Typ stacji radiolokacyjnej					
	P-15 z AMU-15	P-15 z anteną etatową	JAWOR M	P-35	P-14	PRW-11
K_{h_r}	0,8	0,65	0,7	0,5-0,9	0,8	0,85-0,9

$\alpha_{/min/}$ - wartość kąta zakrycia podstawiana do wzoru /2.31/, która może być podstawiona kiedy $tg\alpha = \alpha$, czyli dla $\alpha = 2^{o}51'$;

H_1 - wartość obliczona na podstawie wzoru /2.30/,

- zmierzyć odległość d /km/ do punktu rozwinięcia RLS do środka badanego elementarnego kwadratu i wpisać pod liczbę n_t;
- porównać R_W obliczone dla każdego elementarnego kwadratu ze zmierzoną odległością. Jeżeli:

$$R_W \geq d$$

lecący cel powietrzny będzie obserwowany w obszarze małego kwadratu od rozpatrywanej wysokości i wyżej;

$$R_W \geq d$$

lecący cel powietrzny nie będzie obserwowany w obszarze małego kwadratu.

Dla udogodnienia można warunek wykrywalności i niewykrywalności obszar małego kwadratu oznaczać znakami przeciwnymi, na przykład "+" lub "-",

- jeżeli stacja radiolokacyjna nie posiada urządzenia TES, wówczas na kalkę nanosi występujące odbicia od przedmiotów terenowych. Ponadto w przypadku braku przekrycia stożków martwych, wrysowuje się również ich rozmiary.

Uzyskana z elementarnych kwadratów złożona forma wieloboku może być podstawą do wykreślenia realnej, wyaproksymowanej strefy informacji radiolokacyjnej /zasięgu wykrywania/ dla stacji radiolokacyjnej poszczególnego RLP. Natomiast suma wieloboków otrzymanych od poszczególnych RLS dla sumy RLP daje realną rozpiętość pola radiolokacyjnego dla I warstwy na wysokości ciągłej dolnej granicy pola radiolokacyjnego.

Następnie dla uzyskania rzeczywistego kształtu pola radiolokacyjnego pod wpływem oddziaływania czynnych sygnałów zakłócających zastosować obliczenia wykazano w metodzie analitycznej.

Przedstawione czynności obliczeniowo i graficzne dotyczyły oceny pola radiolokacyjnego według kryterium odległości. Dla pełnej oceny pola radiolokacyjnego należy wykonać czynności obliczeniowo i graficzne według kryterium wysokości.

Dla wrysowania rzeczywistego kształtu zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnej według kryterium wysokości na wszystkich azymutach, przygotowanie danych wyjściowych dotyczących:

- wyboru typu stacji radiolokacyjnej, ustalenia rzeczywistej wysokości systemu antenowego oraz wysokości lotu ŚNP nieprzyjaciela;
- sposobu obliczania kątów zakrycia na poszczególnych elementach;
- doboru mapy w skali 1 : 200 000 z wrysowanym ugrupowaniem RLP i przygotowania kalki,

jest analogiczne, jak w zestawieniu realnej strefy wykrywania stacji radiolokacyjnej według kryterium odległości.

Dolne granice wykrywania rozpatrywanej stacji radiolokacyjnej uwzględnia się na podstawie danych obliczonych według wzoru:

$$R_{w/km/} = K\left[-R_e \cdot tg\alpha + \sqrt{(R_e \cdot tg\alpha)^2 + 2R_e H_1}\right], \quad /2.32/$$

gdzie: $tg\beta$ - tangens wartości kąta zakrycia,
a pozostałe składowe we wzorze /2.32/ są analogiczne, jak we wzorze /2.31/ z wyjątkiem, że poprawkę na:

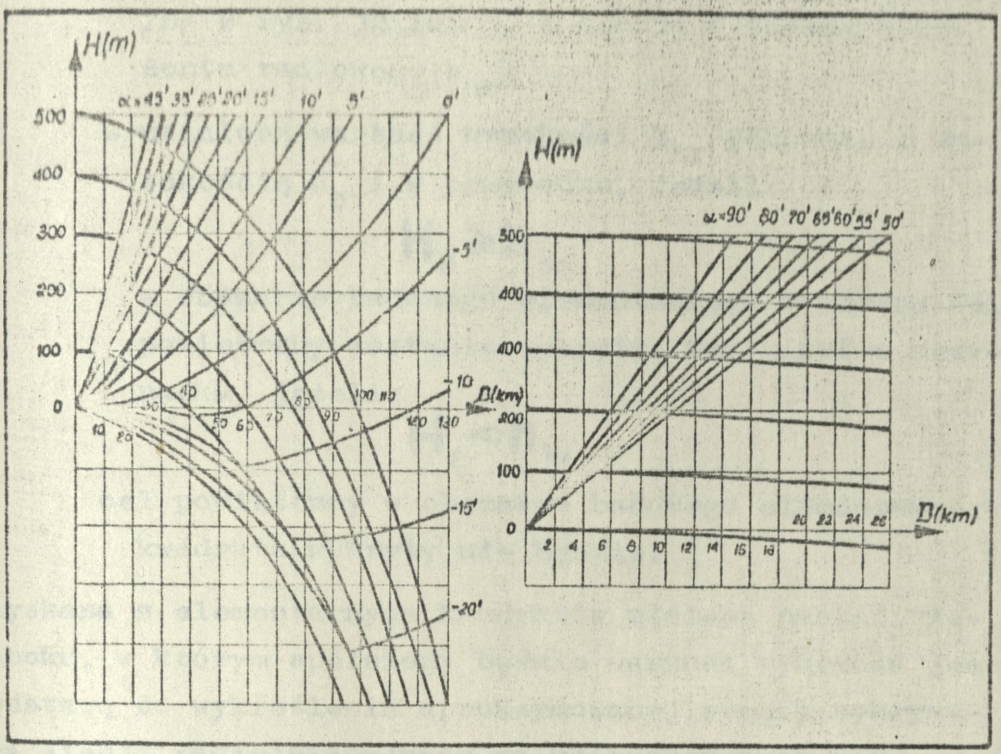
$$\Delta h = \frac{D^2}{2R_e}$$

potrzebną do obliczenia kąta zakrycia uwzględnia się D /km/, która oznacza odległość wykrycia celu powietrznego.

Kolejność obliczeń i czynności jest następująca:

- dla zestawienia matrycy terenu, nad którym rozpatruje się zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej zakreśla się koło. Promień koła równa się zasięgowi horyzontu optycznego, obliczonego analogicznie, jak dla kryterium odległości. Początek promienia koła rozpoczyna się od pozycji usytuowania stacji radiolokacyjnej;
- dzieli się obszar wewnątrz koła na małe, elementarne kwadraty o boku $h \times h$ km;

- z pozycji usytuowania stacji radiolokacyjnej wrysowuje się na mapę lub kalkę i opisuje się sektory równych kątów zakrycia;
- w przypadku nie posiadania przez stację radiolokacyjną układów TES wyrowuje się odbicia od przedmiotów terenowych oraz stożek martwy w przypadku braku przekrycia przez sąsiednie stacje radiolokacyjne;
- ustala się i wpisuje do każdego z elementarnych kwadratów dane w postaci liczby ułamkowej: do licznika najwyższą bezwzględną wysokość terenu h_t z jednoczesnym uwzględnieniem wysokości przedmiotu terenowego /w tym przypadku wskazanym jest wykorzystanie dodatkowej mapy w skali 1 : 25 000/; do mianownika odległość d /km/ mierzoną od pozycji usytuowania stacji radiolokacyjnej do badanego elementarnego kwadratu;
- przyjąć rząd wysokości lotu celu powietrznego, np. 50, 100, 200 m itd.;
- dla najniższej wysokości rzeczywistej lotu celu powietrznego zamienić w każdym elementarnym kwadracie wysokość h_t na wysokość bezwzględną lotu celu H_c. Na przykład dla wysokości lotu celu na 50 m $H_c = h_t + 50$;
- określić bezwzględną wysokość H_a i liczbę wpisać obok pozycji stacji radiolokacyjnej;
- przeprowadzić w oparciu o kwadraty elementarne analizę widoczności lotu celów powietrznych nad ich obszarem na badanej wysokości i występującym kącie zakrycia. W tym celu należy wykonać czynności następujące:
  - jeden ze sporządzonych wykresów krzywych, dolnych granic wykrywania dla konkretnego typu stacji radiolokacyjnej, uwzględniającej wartości kątów zakrycia, przedstawionych poniżej na rys. 36 przykłada się do jednego z wykresów przedstawionych na rys. 33 lub 34 w sposób aby linie rzędnych pokryły się.



Rys. 36. Wykres dolnej granicy wykrywania dla RLS P-15 z AMU-15 dla kątów zakrycia α = 50-90' i σ_{sk} = 1 m².

Natomiast początek współrzędnych dolnych granic wykrywania stacji radiolokacyjnej przedstawionych na wykresie krzywymi był uniesiony w górę od poziomu morza o wysokość bezwzględną H_a, którą rozpatrywano we wzorze /2.29/;

- z przekrycia się dwóch na siebie nałożonych wykresów na osi odciętych D z ustalonej odległości d poprowadzić prostopadłą do krzywej dolnej granicy wykrywania, odpowiadającej kątowi zakrycia α i jego znakowi w rozpatrywanym sektorze;

- od przecięcia się prostopadłej wyprowadzonej z osi odciętych D, z krzywą dolnej granicy zasięgu wykrywania przeprowadzić linię prostopadłą do osi rzędnych, wykazującej wysokość /H/ z rys. 32 lub 33 i odczytać zasięg horyzontu radiowego h_{hr};
- ustaloną wartość wysokości h_{hr} porównać z wysokością H_c i w przypadku, jeżeli:

$$H_c \geq h_{hr}$$

w obszarze badanego elementarnego kwadratu cel powietrzny zostanie wykryty. Natomiast w przypadku, jeżeli:

$$H_c < h_{hr}$$

cel powietrzny w obszarze badanego elementarnego kwadratu wykryty nie będzie.

Uzyskana z elementarnych kwadratów złożona postać wieloboku, w którym spełniony będzie warunek wykrycia jest podstawą do wykreślenia aproksymowanej strefy wykrywania stacji radiolokacyjnych na poszczególnych RLP. Zbiór możliwości wykrywania stacji radiolokacyjnych ze wszystkich RLP jest podstawą do wykreślenia wyaproksymowanego pola radiolokacyjnego na badanej wysokości w płaszczyźnie poziomej dla wyznaczonej strefy działań.

Dla uzyskania rzeczywistego kształtu pola radiolokacyjnego pod wpływem oddziaływania czynnych zakłóceń radiolokacyjnych stosuje się analogiczne obliczenia, jak w metodzie analitycznej.

W świetle dotychczasowych rozważań wynikających z posiadania realnej rozpiętości pola radiolokacyjnego i jego prognozowanego zmniejszania się pod wpływem oddziaływania zakłóceń, wynikającego z konkretnego modelu nalotu ŚNP, wzór /2.6/ przyjmie postać następującą:

$$\frac{D_{wykr} \cdot K_{śc} \pm L}{V_c} \leq \left(t_{wykr} + \Delta t_1\right) + \left(t_{sp} + \Delta t_2\right) + \left(t_d + \Delta t_3\right) + \left(t_{upr} + \Delta t_4\right), \quad /2.33/$$

gdzie: Δt_1 - dodatkowa strata czasu na obróbkę danych radiolokacyjnych o sytuacji powietrznej

w zakresie pomiaru współrzędnych poszczególnych celów powietrznych, lecących pod osłoną czynnych zakłóceń radiolokacyjnych;

Δt_2 - dodatkowa strata czasu na sprawdzenie wiarygodności danych o współrzędnych celów powietrznych i wyeliminowania namiarów o pozornych celach powietrznych;

Δt_3 - dodatkowa strata czasu na wypracowanie decyzji w zakresie podziału celów do zwalczania, uwzględniająca rangę ich niebezpieczeństwa;

Δt_4 - dodatkowa strata wynikająca z wyprowadzenia samolotów myśliwskich w dogodny punkt wykonania ataku lub przyceIowania dOar do ostrzelania wyznaczonych celów powietrznych,

Jeżeli $X_t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4$, to zwiększenie warunku zaskoczenia przez działające ŚNP nieprzyjaciela z kierunku nadmorskiego można wyrazić wzorem:

$$T_{dol_z} < T_R + T_W + X_t \quad , \qquad /2.34/$$

gdzie: T_{dol_z} - czas dolotu ŚNP nieprzyjaciela do wyznaczonych rubieży lub rejonów włączenia przez nich nadajników czynnych zakłóceń radiolokacyjnych dla zamiejszenia pola radiolokacyjnego;

T_R - czas uzyskania pierwszych danych radiolokacyjnych przez stanowiska dowodzenia dokonujących obróbki zbiorczej danych o sytuacji powietrznej;

T_W - czas zapewniający terminowe użycie lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych na wymaganych rubieżach zwalczania ŚNP nieprzyjaciela z uwzględnieniem ich wysokości lotu.

Wobec tego równowagę czasową przeciwdziałającą

zaskoczeniu przez nieprzyjaciela powietrznego z kierunku nadmorskiego można również przedstawić w postaci równania, a mianowicie:

$$T_R + T_w + \mathcal{X}_t - T_{dol_z} = 0 \quad , \qquad /2.35/$$

Z warunku czasowego uwzględniając różne prędkości lotu ŚNP nieprzyjaciela można przejść także do interpretacji w jednostkach liniowych i wówczas równanie /2.35/ przyjmie postać następującą:

$$D_{OP} + \Delta D - D_{inf} = 0 \quad , \qquad /2.36/$$

gdzie: D_{OP} - wymagana rubież zwalczania ŚNP nieprzyjaciela przez lotnictwo myśliwskie lub wojska rakietowe z uwzględnieniem czasów osiągania poszczególnych stopni gotowości bojowej;

ΔD - odległość, którą pokonują ŚNP nieprzyjaciela od momentu ich wykrycia, wypracowania i przekazania decyzji przez dowódcę na stanowisku dowodzenia w określonej hierarchii systemu dowodzenia obroną powietrzną do wykonawców oraz terminowe wprowadzenie do walki LM lub wojsk rakietowych;

D_{inf} - wymagany lub posiadany promień informacji o sytuacji powietrznej.

Dlatego też równanie /2.35/ lub /2.36/ jest podstawowym kryterium dla ustalenia reżimów gotowości bojowej sił i środków OPK na kierunku nadmorskim oraz sposobów ustalenia gotowości bojowej w odniesieniu do lotnictwa myśliwskiego.

Ponadto równanie /2.36/ posiada podstawową zaletę tkwiącą w tym, że ujawnia systemowe kierunki doskonalenia OPK na kierunku nadmorskim, zwłaszcza w zakresie doskonalenia systemu radiolokacyjnego oraz systemu dowodzenia i związanego z tym podziału kompetencji w zakresie użycia sił i środków.

I tak na przykład dla analizy równania /2.36/ można posłużyć się przykładem użycia lotnictwa myśliwskiego na kierunku nadmorskim.

Optymalnym rozwiązaniem dla lotnictwa myśliwskiego jest posiadanie promienia informacji radiolokacyjnej, zapewniającej jego oddziaływanie w granicach taktycznego promienia działania samolotów myśliwskich, wysuniętego w kierunku morza.

Osłona wyznaczonych obiektów lub rejonów sugeruje, że należy przyjmować promień informacji radiolokacyjnej, zapewniającej wprowadzenie do walki samolotów myśliwskich na potrzebnej rubieży S_{PRW}. Rubież wprowadzenia do walki lotnictwa myśliwskiego jest kryterium oceny skuteczności działania lotnictwa myśliwskiego w odniesieniu do miejsca realizacji przez niego zadania bojowego. Oznacza to, że S_{PRW} winna być usytuowana przed wykonaniem przez SNP nieprzyjaciela uderzeń na wyznaczone do osłony obiekty lub rejony. Dlatego też metoda obliczania potrzebnego promienia informacji radiolokacyjnej sprowadza się do optymalnego rozwiązania oddziaływania lotnictwa myśliwskiego na dalekich odległościach przy założeniu, że:

$$S_{PRW} = R_T$$

gdzie: R_T - taktyczny promień działania samolotów myśliwskich.

W promieniu spotkania się samolotu myśliwskiego z celem powietrznym na potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki lotnictwa myśliwskiego zachodzą kolejno następujące zdarzenia, a mianowicie:

- moment wydania informacji o celu powietrznym dowiązany do określonego punktu;
- start samolotu myśliwskiego na przechwycenie celu powietrznego;
- wyjście samolotu myśliwskiego na rubież wprowadzenia do walki oraz zajęcie dogodnego położenia dla wykonania ataku na cel powietrzny.

Między wymienionymi zdarzeniami występują takie czynności jak:

- obieg informacji o działających celach powietrznych t_1;
- ocenę sytuacji i wypracowanie decyzji na zwalczanie działających celów powietrznych t_2;
- wykonanie startu i lotu przez samoloty myśliwskie na przechwycenie wskazanych celów powietrznych t_3.

Strata czasu na wykonanie powyższych czynności we wzorze /2.36/ oznaczana jest przez ΔD i może być określona jako:

$$\Delta D = t_{\Sigma} \cdot V_c \quad , \qquad /2.37/$$

gdzie: $t_{\Sigma} = t_1 + t_2 + t_3$;

V_c – prędkość lotu celu powietrznego w km/h lub w km/min.

Przy czym w danym przypadku zakłada się, że samoloty myśliwskie dokonują startu z gotowości Nr 1. A więc z najdogodniejszego stopnia gotowości bojowej. W przypadku niższych stopni gotowości bojowej t_{Σ} odpowiednio zwiększa się.

Po starcie samolotów myśliwskich na przechwycenie istotną rolę odgrywa czas dolotu do rubieży wprowadzenia do walki, którego wartość zależy od odległości S_{PRW} od lotniska i oblicza się według wzoru:

$$t_{lotu} = \frac{S_{PRW}}{V_m} \quad \text{lub} \quad t_{lotu} = \frac{D_T}{V_m}$$

gdzie: V_m – średnia prędkość lotu samolotów myśliwskich na przechwycenie.

Jeżeli przyjąć, że średni taktyczny promień działania dla samolotów myśliwskich wynosi:

- dla małych wysokości – 200 km;
- dla dużych wysokości – 400 km,

oraz średnią prędkość lotu w granicach 900 km/h, wówczas t_{lotu} wyniesie:

- dla małych wysokości:

$$t_{lotu} = \frac{R_T}{V_m} = \frac{200}{900} \approx 13 \text{ min}$$

- dla dużych wysokości:

$$t_{lotu} = \frac{R_T}{V_m} = \frac{400}{900} \approx 26 \text{ min}$$

Ponadto ostatnią czynnością wykonywaną przez samolot myśliwski w procesie naprowadzania jest manewr wyjścia w tylną półsferę celu powietrznego, który zapewnia zajęcie dogodnego punktu dla jego wykrycia celownikiem radiolokacyjnym oraz wykonania ataku. Manewr ten średnio trwa około $t_{man} = 2$ min.

Znając t_Σ, t_{lotu} i t_{man} potrzebny promień informacji można określić za pomocą wzoru:

$$D_{inf} = R_T + V_c \left| t_\Sigma + \frac{R_T}{V_m} + t_m \right| , \qquad /2.39/$$

oznaczający wymagany promień informacji o celach powietrznych w odniesieniu do taktycznego promienia działania samolotów myśliwskich z uwzględnieniem ugrupowania lotnictwa myśliwskiego. Ewentualnie:

$$D_{inf} = S_{PRW} + V_c \left| t_\Sigma + \frac{S_{PRW}}{V_m} + t_{man} \right| , \qquad /2.40/$$

oznaczający wymagany promień informacji o celach powietrznych w odniesieniu do potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki, uwzględniający osłonę wyznaczonych obiektów lub rejonów.

Przyjmując uprzednio założone wartości i podstawiając do wzorów /2.39/ i /2.40/ otrzymujemy:

- dla małych wysokości:

$$D_{inf} = 200 + \frac{900}{60} \left| 7 + 13 + 2 \right| = 530 \text{ km}$$

- dla dużych wysokości:

$$D_{inf} = 400 + \frac{900}{60} \left| 7 + 13 + 2 \right| = 925 \text{ km}$$

Jeżeli cele powietrzne realizują przedsięwzięcia z zakresu walki radioelektronicznej lub stosują kontrprzedsięwzięcia z zakresu pułapek odciągających, wówczas:

$$t_{man} = t_{SK} + t_z , \qquad /2.41/$$

gdzie: t_{SK} - czas potrzebny na wykonanie skrętu w tylną półsferę celu powietrznego;

t_z - dodatkowy czas lotu dla wykonania skutecznego ataku na cel powietrzny.

Podstawiając dotychczas zakładane i obliczane dane do wzoru /2.36/, z uwzględnieniem danych następujących:

- obiekty uderzeń ŚNP nieprzyjaciela usytuowane są na linii brzegowej morza i obezwładniane będą pociskami typu "MAVERICK";
- lotniska myśliwców usytuowane są w odległości 15 km od linii brzegowej morza;
- podział celów do zwalczania kieruje się z SD korpusu OPK; gdzie t_z = 8 min;
- obiekty atakowane będą z wysokości lotu ŚNP - 200 m;
- RLS rozwinięte na RLP wzdłuż linii brzegowej morza $R_{W_{H-200}}$ = 80 km.

Wobec tego:

$$D_{OP} + \Delta D - D_{inf} = 100 + 255 - 80 = 275 \text{ km}$$

co równa się ujemnemu bilansowi czasowemu około 18 min. lotu samolotów myśliwskich. Jednocześnie przytoczony przykład sugeruje, że moment podania komendy na start myśliwców równa się momentowi wykonania uderzenia na lotnisko.

Dlatego też dla lotnictwa myśliwskiego działającego w I rzucie na kierunku nadmorskim, ostatecznym kryterium wykonania terminowego startu z najbardziej wysuniętych lotnisk przed wyjściem ŚNP nieprzyjaciela w rejon lotnisk dla $V_{ś}$ = 900 km/h jest przedział czasu 6-8 min. Oznacza on minimalny promień informacji o sytuacji powietrznej w granicach od 90-120 km z uwzględnieniem stosowania przez ŚNP nieprzyjaciela intensywnych, czynnych zakłóceń radiolokacyjnych.

Analogiczny problem występuje w odniesieniu do dywizjonów ogniowych rozmieszczonych wzdłuż linii brzegowej morza.

Optymalnym rozwiązaniem dla grupy rakietowych

jest posiadanie promienia informacji radiolokacyjnej, zapewniającej ich oddziaływanie na maksymalnej rubieży wysuniętej w kierunku morza.

Osłona obiektów lub rejonów sposobem obiektowym, obiektowo-strefowym lub strefowym sugeruje, że należy przyjmować promień informacji, zapewniający efektywne ostrzelanie celów powietrznych na dalszej granicy strefy ognia. Dlatego też realizacja zadań ogniowych przez dywizjony ogniowe na dalszej granicy strefy ognia jest podstawowym kryterium oceny skuteczności działań wojsk rakietowych w odniesieniu do miejsca realizacji przez nich zadania bojowego. Oznacza to, że dalsza granica strefy ognia winna być usytuowana przed wykonaniem przez SNP nieprzyjaciela uderzeń na wyznaczone do osłony obiekty lub rejony.

Metoda obliczania potrzebnego promienia informacji radiolokacyjnej ze względu na stałą rozpiętość strefy ognia, uwarunkowana jest głównie taktyczno-technicznymi możliwościami poszczególnych typów przeciwlotniczych zestawów rakietowych. Jednak wielkość promienia rubieży informacji uwarunkowana jest również czasem osiągania gotowości bojowej przez dywizjony ogniowe, systemem kierowania ogniem przez stanowiska dowodzenia oddziału lub związku taktycznego oraz prędkością i wysokością lotu celów powietrznych.

W procesie spotkania się przeciwlotniczego pocisku rakietowego z celem powietrznym na dalszej granicy strefy ognia zachodzą kolejno następujące zdarzenia, a mianowicie:

- moment wykrycia informacji o celu powietrznym, dowiązany do określonego punktu;
- osiągnięcie przez dywizjon ogniowy gotowości bojowej Nr 1, z której zdolny jest do natychmiastowego prowadzenia ognia, z uwzględnieniem czasu przygotowania rakiet na wyrzutniach;
- uchwycenie przez SNR wyznaczonego celu powietrznego

i wystartowanie z wyrzutni przeciwlotniczego pocisku rakietowego.

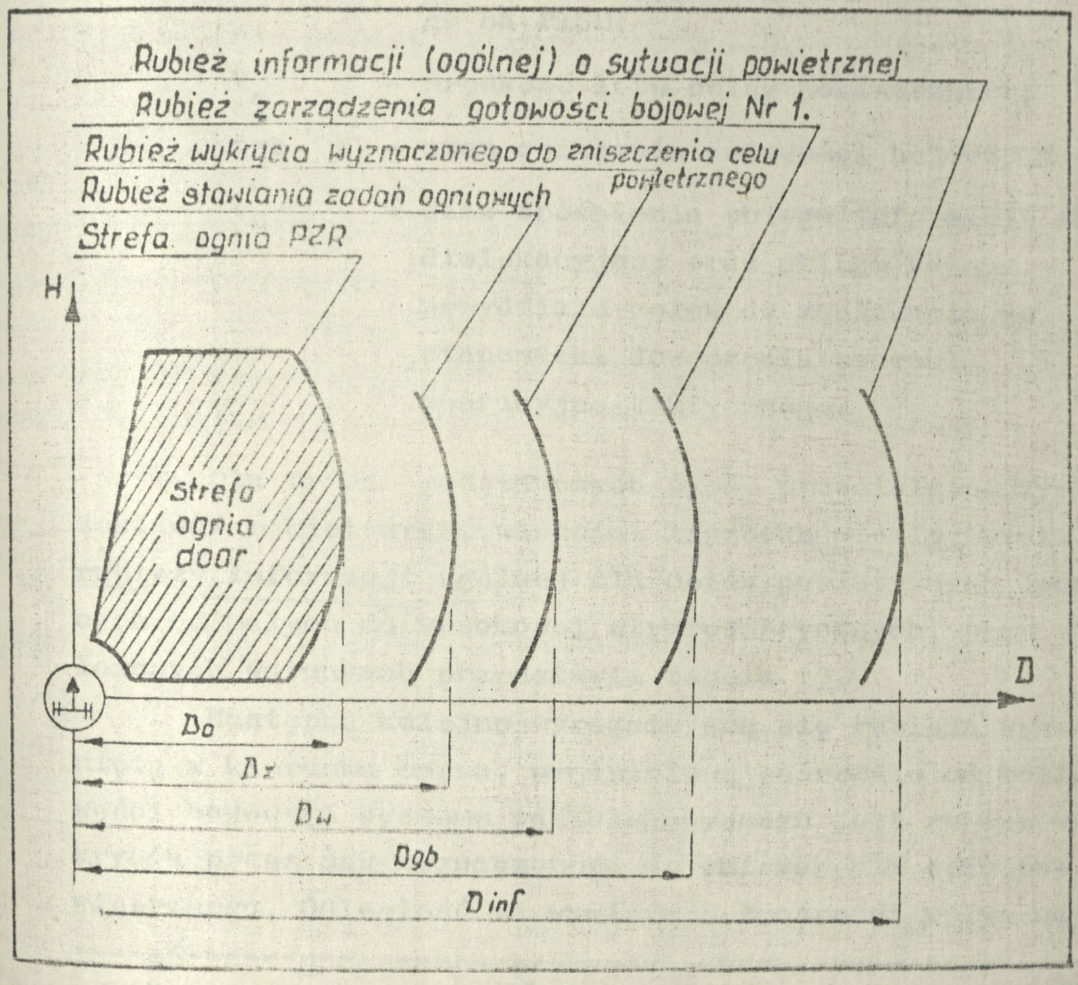
Między wymienionymi zdarzeniami występują takie czynności jak:

- obieg informacji o działających celach powietrznych t_1;
- ocena sytuacji i wypracowanie decyzji na zwalczanie działających celów powietrznych przez dowódcę na stanowisku dowodzenia oddziału lub związku taktycznego oraz przekazanie komendy; na ostrzelanie wyznaczonego celu powietrznego;
- cykl dowodzenia dywizjonem ogniowym obejmującym odcinek czasu, w ciągu którego skład bojowy wykonuje wszystkie czynności związane z kierowaniem ognia oraz kontrolę przeprowadzonych strzelań na cel, poczynając od momentu uzyskania danych o celu powietrznym do momentu jego zniszczenia.

Jeżeli proces kierowania ogniem dywizjonów ogniowych rozpatrywać w skali czasowej, to jest on standartowym powtarzaniem się zabiegów i czynności dowódców oraz pracującym z nim składów osobowych na poszczególnych stanowiskach dowodzenia, związanych z kolejno przydzielonymi do zniszczenia celami powietrznymi. Zadanie związane z ostrzelaniem i zniszczeniem poszczególnego celu powietrznego można określić cyklem dowodzenia. Natomiast zbiór poszczególnych cykli dowodzenia jest procesem dowodzenia i kierowania ogniem w czasie trwania nalotu ŚNP nieprzyjaciela.

Kolejność występujących zdarzeń i czynności oraz właściwości procesu dowodzenia sugerują, że zasadniczym informacyjnym zadaniem bojowym systemu radiolokacyjnego spełnianym w odniesieniu do związków taktycznych lub oddziałów wojsk rakietowych OPK oraz ich dywizjonów ogniowych jest dostarczenie informacji radiolokacyjnej o ściśle określonym promieniu. Promień ten determinuje rozmieszczenie dywizjonów ogniowych w zwalczaniu celów powietrznych.

Konkretne przeanalizowanie tego problemu jest możliwe tylko na podstawie wyodrębnionych charakterystycznych rubieży, na których realizowane są odpowiednie zabiegi i czynności, przedstawione na rys. 37 i zamieszczonych poniżej



Rys. 37. Rubieże występujące w kierowaniu ogniem wojsk rakietowych OPK.

Najbardziej wysuniętą rubieżą w kierunku morza jest rubież informacji ogólnej[x] o sytuacji powietrznej. Z reguły wymienioną rubież określa się wzorem:

$$R_{inf\ og} = D_{z/doar/} + V_c \left| t_{gb} + t_{\Sigma} \right| , \qquad /2.42/$$

gdzie: $D_{z/doar/}$ - odległość do rubieży stawiania zadań ogniowych dywizjonom ogniowym a stanowiskiem dowodzenia związku taktycznego lub oddziału, rozmieszczonego na PISD;

V_c - prędkość lotu celów powietrznych;

t_{gb} - czas osiągania gotowości bojowej Nr 1;

t_{Σ} - czas opóźnienia obiegu informacji radiolokacyjnej oraz obiegu komend przydziału celów do zwalczania ze stanowiska dowodzenia szczebla operacyjno-taktycznego.

Dla trzech podstawowych typów przeciwlotniczych zestawów rakietowych, wartości liczbowe w odległości rubieży informacji ogólnej dla celów powietrznych lecących od małych do wysokości stratosferycznych, przy założonych warunkach przedstawia tabela 13.

Następną kolejno wyróżniającą się rubieżą wysuniętą w kierunku morza, uzależnioną pośrednio od możliwości bojowych systemu radiolokacyjnego jest rubież wykrycia przez ŚNR wyznaczonego do zniszczenia celu powietrznego. Odległość ta wywiera bezpośredni wpływ na

---

x/ "Rubież informacji ogólnej" wyodrębniona według kryterium celowego wykorzystania informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej dla potrzeb dowodzenia i powiadamiania. Ustala się według kryterium dokładności pomiaru płaskich współrzędnych x, y oraz wysokości H i dyskretności. Ponadto czasu opóźnienia obiegu danych oraz jej usytuowania w odległości. Ze względów użytkowych w informacji radiolokacyjnej uzyskanej z rubieży informacji ogólnej muszą być zawarte takie parametry jak: współrzędne celu, kierunek lotu, skład celu, prędkość lotu i wysokość.

TABELA 13

Typ zestawu	$D_{z/doar/}$ w /km/	t_{gb} /min/	t_{op} /min/	V_c w /m/s/	$D_{inf\ og.}$ w /km/
S-75M	60-150	3,5	1	300-1000	140-420
A-75M	50-130	4,0	1	300-1000	140-430
-125/M/	30-80	3,5	1	300-800	110-300

decyzję dowódcy związku taktycznego lub oddziału wojsk rakietowych OPK oraz jest następnym podstawowym warunkiem wykonania strzelania przez dywizjon ogniowy. Jest minimalną odległością, z której doar wykrywając cel zapewnia odpalenie odpowiedniej liczby rakiet na określonej rubieży startu. Warunek ten zapewnia maksymalne prawdopodobieństwo trafienia. Odległość tę określa się wzorem:

$$D_w = d_{dgso} + d_s + (V_c \cdot t_{pd}), \qquad /2.43/$$

gdzie: d_{dgso} - odległość pozioma do dalszej granicy strefy ognia;

d_s - odległość pozioma do rubieży startu rakiety w stosunku do d_{dgso};

V_c - prędkość lotu celu powietrznego;

t_{pd} - czas przygotowania danych do strzelania.

Konkretnie możliwą odległość wykrycia celu powietrznego w odniesieniu do każdego stanowiska startowego i kierunku prawdopodobnego lotu celów powietrznych winna być ustalona z uwzględnieniem kątów zakrycia, opóźnienia przekazywania informacji oraz warunków strzelania.

I tak na przykład największą odległość wykrycia celów wlatujących przez ...

ostrzelanie wyznaczonego celu powietrznego z uwzględnieniem wcześniejszego przygotowania **rakiet można określić wzorem:**

$$D_{min} = D_b + V_c \left(t_r + t_{st} + t_{wykr} + t_{uchwycenia} + t_{pd} + t_{slr} \right), \quad /2.44/$$

gdzie: D_b - odległość do bliższej granicy strefy ognia;

V_c - prędkość lotu celu powietrznego;

t_r - czas lotu rakiety do granicy strefy ognia;

t_{st} - czas przejścia sygnału "start";

t_{wykr} - czas potrzebny na obrót anteny SNR i wykrycie wyznaczonego do ostrzelania celu powietrznego;

t_{uch} - czas potrzebny na automatyczne uchwycenie celu powietrznego;

t_{pd} - czas przygotowania wstępnych danych do strzelania;

t_{slr} - odstęp między startami pierwszej i ostatniej rakiety w serii.

Wreszcie najbliżej usytuowaną rubieżą w odniesieniu do pozycji dywizjonu ogniowego, jest rubież stawiania zadań ogniowych, zwana również odległością wskazywania celów powietrznych do ostrzelania.

Cele powietrzne do ostrzelania dla dywizjonów ogniowych są wyznaczane przez stanowisko dowodzenia związku taktycznego lub oddziału wojsk rakietowych OPK, a odległość zapewniająca ich wykrycie przez SNR i ostrzelanie na dalszej granicy strefy ognia wymaganą liczbą rakiet. Stąd wysunięcie rubieży stawiania zadań ogniowych uwzględniać musi oprócz dotychczas wymienionych zależności również prędkość i wysokość lotu celów powietrznych oraz straty czasu na powyższe czynności. Ponadto uwzględnia się również sposób realizacji wskazywania celów. Dlatego też wymienioną rubież

oblicza się według wzoru:

$$D_{z/doar/} = \sqrt{H^2 + \left[d_D + V_c\left(t_{SD} + t_K + t_{wykr} + t_{uchwyc.} + t_{pd} + t_{st} + t_r\right)\right]^2} \quad , \quad /2.45/$$

gdzie: H - wysokość lotu wyznaczonego do ostrzelania celu powietrznego;

t_{SD} - czas cyklu dowodzenia na SD związku taktycznego lub oddziału na ocenę sytuacji, podział i wskazanie celu dywizjonowi ogniowemu;

t_r - czas lotu rakiety do zewnętrznej /dalszej/ granicy strefy ognia, .

- z wykorzystaniem środków zautomatyzowanego dowodzenia:

$$D_{z/doar/} = \sqrt{H^2 + \left[d_D + V_c\left(t_{wsk.c.} + t_{uchwyc.} + t_{pd} + t_{st} + t_r\right)\right]^2} \quad , \quad /2.46/$$

gdzie: $t_{wsk.c.}$ - czas wskazywania celu w wykorzystywanym typie środków zautomatyzowanego dowodzenia.

Dotychczasowa analiza czynności technologicznych związanych z postawieniem zadań ogniowych dla doar przez SD związku taktycznego lub oddziału oraz czynności technologicznych w dywizjonie ogniowym dla wykonania czynności ogniowych sugeruje konieczność ustalenia tzw. rubieży informacji dokładnej[x/]. Jest ona istotnym

---

x/ "Rubież informacji dokładnej" wydzielona według kryterium celowego wykorzystania informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej dla potrzeb wykrycia, uchwycenia i ostrzelania wyznaczonego celu powietrznego przez przeciwlotniczy zestaw rakietowy możliwą liczbą rakiet w minimalnym czasie. Ustala się według kryterium dokładności zobrazowania płaskich współrzędnych x, y oraz wysokości H i dyskretności dla potrzeb kierowania ogniem przeciwlotniczego zestawu rakietowego. Uwzględnia się również czas opóźnienia obiegu danych oraz jej usytuowanie w odległości. Ze względów użytkowych informacja radiolokacyjna z rubieży informacji dokładnej musi zawierać parametry współrzędne celu, kierunek lotu i prędkość.

elementem wskazującym na integralność efektywności działań wojsk rakietowych oraz radiotechnicznych. Ponieważ zapewnia terminowe uczestnictwo oraz wykonanie efektywnego strzelania przez dywizjon ogniowy na wyznaczone do zniszczenia cele powietrzne.

Dokładna informacja radiolokacyjna jest konieczna do określenia charakterystyk celów powietrznych na SD związku taktycznego lub oddziału, powzięcia decyzji dotyczącej ich zwalczania we współdziałaniu z lotnictwem myśliwskim oraz postawienia zadań ogniowych dywizjonom.

Czas określenia charakterystyk celów powietrznych, wypracowania decyzji i przekazania jej dywizjonom zależy od złożoności sytuacji powietrznej, systemu dowodzenia i stopnia jego automatyzacji. Niemniej czas ten przedstawia sobą wielkość liczbową, którą zazwyczaj z obecnych doświadczeń ustala się w granicach $t_{SD} \leqslant 30$ sek.

Promień rubieży informacji dokładnej ustala się w jednostkach liniowych. Stąd przy jej ustaleniu warunkuje prędkość i wysokość lotu celów powietrznych, techniczne możliwości przeciwlotniczych zestawów rakietowych, czas potrzebny na ocenę sytuacji, wypracowanie decyzji, postawienie zadań ogniowych /wskazanie celów do zwalczania/ dywizjonom ogniowym oraz czas pracy stanowiska dowodzenia dywizjonu ogniowego. Dlatego też dla różnych typów przeciwlotniczych zestawów rakietowych wymienioną rubież oblicza się ze wzoru:

$$D_{inf_d} = d_D + V_c \left| t_{doar} + t_{SD} + t_{op} \right| , \qquad /2.47/$$

gdzie: d_d - odległość pozioma do dalszej granicy strefy ognia;

V_c - prędkość lotu celu powietrznego wyznaczonego do ostrzelania;

t_{doar} - czas pracy dywizjonu ogniowego będący sumą czasów: $t_k + t_{pr} + t_s + t_{rD}$,

gdzie: t_k - czas wydania komendy,

t_{pr} - czas przygotowania rakiety,

t_s - czas startu rakiety,

t_{rD} - czas dolotu rakiety do dalszej strefy ognia,

t_{SD} - czas pracy SD związku taktycznego lub oddziału;

t_{op} - czas opóźnienia napływającej informacji radiolokacyjnej od wykorzystywanego źródła przez doar.

Promień rubieży informacji dokładnej dla różnych typów przeciwlotniczych zestawów rakietowych oraz założonych warunków, które zawarte są w tabeli przy t_{op} = 0 /zabezpieczenie wskaźnikowe/ przedstawia tabela 14.

TABELA 14

Typ zestawu	V_c w /m/s/	H_c w /m/	d_D w /km/	t_{doar} w /sek/	t_{SD} w/sek/	$D_{inf\ dok}$
S-75M	300/1000	100/35000	25/35	70/100	30	55/165
SA-75M	300/1000	100/35000	15/25	60/90	30	42/145
S-125/M/	300/1000	50/20000	10/20	60/70	30	40/120

Rozpatrywany układ rubieży na rys. 37, zapewniających terminowe ugrupowanie dywizjonów ogniowych w zwalczaniu działających ŚNP nieprzyjaciela z kierunku morza skłania do twierdzeń następujących. Odległość ich w stosunku do pozycji dywizjonów ogniowych głównie determinowana jest przez prędkość lotu ŚNP nieprzyjaciela oraz wydolność przyjętego systemu dowodzenia i kierowania ogniem. Wielkości liczbowe rubieży stawiania zadań uwzględniające kierowanie ogniem w reluoji Korpus OPK - DAR OPK /rubież - doar/ przedstawia tabela 15.

TABELA 15

Typ zestawu	V_c w/m/sek/	H_c w /km/	$D_{z/dom}$ w /km/	$t_{SD\ DAR}$ w/sek/	t_{op} w /min/	D_{zDAR} w /km/
S-75M	300-1000	0,1-15	60-150	30	1	100-300
SA-75M	300-1000	0,1-15	50-130	30	1	100-280
S-125/M/	300-800	0,1-10	30-80	30	1	30-230

Przedstawione w tabeli 15 wartości liczbowe sugerują, że zadania dla DAR OPK z SD korpusu OPK winny być stawiane na rubieży oddalonej od pozycji dywizjonów ogniowych z uwzględnieniem dysponowanymi przez nich typami przeciwlotniczych zestawów rakietowych w przedziale odległości od 80-300 km. Zakładając przy tym, że sposób przydziału i wskazywania celów odbywa się z zastosowaniem środków zautomatyzowanego dowodzenia.

Stroną inicjującą działania z kierunku morskiego zawsze będzie nieprzyjaciel powietrzny. Inicjujący działania w każdym konflikcie zbrojnym zachowuje warunek przywileju dotyczący miejsca i czasu wykonania uderzenia. Stąd też potrzeby zwalczania działających ŚNP nieprzyjaciela z kierunku morza sugerują, że ugrupowaniu dywizjonów ogniowych wzdłuż linii brzegowej stawia się wymagania następujące:

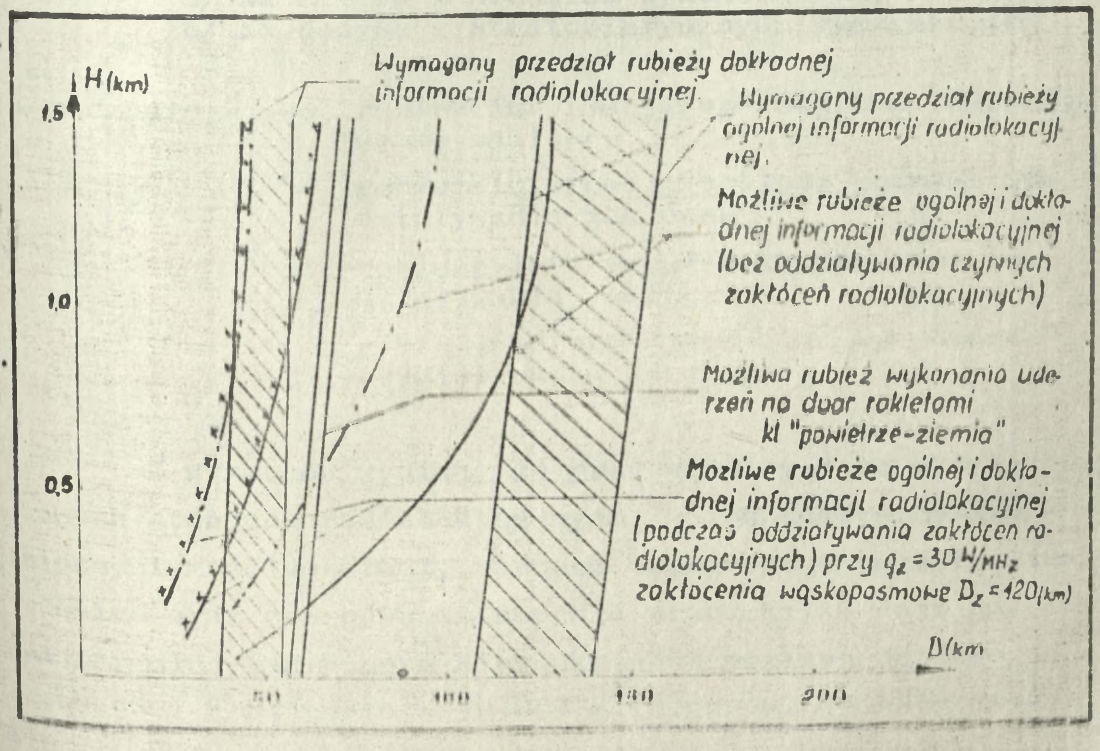
- możliwość zośrodkowania ognia kilku dywizjonów na najbardziej zagrożonych kierunkach;
- możliwość ogniowego oddziaływania na wyznaczone cele powietrzne lecące na małych wysokościach;
- zachowanie zdolności bojowej w warunkach zdecentralizowanego kierowania ogniem;
- wzajemną obronę stanowisk ogniowych;
- odparcia nalotu o oczekiwanej gęstości działań ŚNP nieprzyjaciela;
- zachowanie przekazu ogniowego z dywizjonami

ogniowymi sąsiednich związków taktycznych lub oddziałów wojsk rakietowych.

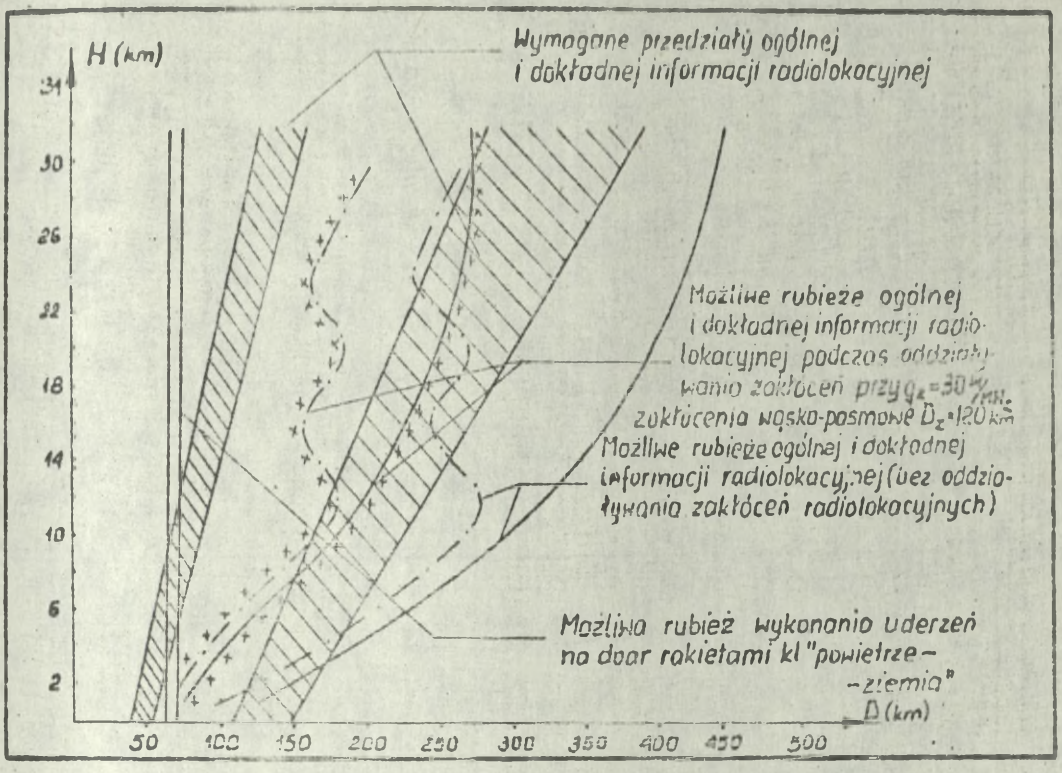
W związku z tym nasuwa się pytanie następujące. W jakim stopniu i na które z wymienionych wymagań zdecydowany wpływ wywiera zabezpieczenie radiolokacyjne działań ?

Natychmiastową twierdzącą odpowiedź można otrzymać w odniesieniu do pierwszych trzech kolejno wymienianych. Uzasadniają to względy następujące. Dla wytworzenia możliwości zośrodkowania ognia przez kilka jednocześnie dywizjonów ogniowych należy dysponować odpowiednimi rubieżami ogólnej i dokładnej informacji.

Rubieże ogólnej i dokładnej informacji radiolokacyjnej wysunięte w kierunku morza determinują w zasadzie stacje radiolokacyjne rozwinięte w I-szej linii posterunków radiolokacyjnych, usytuowanych wzdłuż brzegu morskiego. Zestawienie porównawcze potrzeb wojsk rakietowych OPK na rubież ogólnej i dokładnej informacji radiolokacyjnej oraz spełnienie tych wymagań przez wojska radiotechniczne OPK, uwzględniając aktualnie dysponowany sprzęt radiolokacyjny przedstawia rys. 38 zamieszczony poniżej.



b.



Rys. 38. Zestawienie porównawcze możliwości wykrywania ŚNP nieprzyjaciela działających z kierunku morza z potrzebami wojsk rakietowych OPK.

a/ Na małych i średnich wysokościach.
b/ Na dużych i stratosferycznych wysokościach.

Oznaczenie: —— rubież informacji ogólnej bez oddziaływania zakłóceń

- - - rubież informacji ogólnej podczas oddziaływania zakłóceń

— · — rubież informacji dokładnej bez oddziaływania zakłóceń

— · · — rubież informacji dokładnej podczas oddziaływania zakłóceń

Z wykresów wynika, że przy współcześnie eksploatowanych stacjach radiolokacyjnych, z ich taktyczno-technicznymi możliwościami, warunek terminowego uczestnictwa w walce oraz ześrodkowanie ognia przez kilka daar na najbardziej zagrożonym kierunku jest możliwe dopiero od wysokości w przedziale 10,000 - 12,000 m. Jest to właściwie przypadek najkorzystniejszy.

Uzupełnieniem rubieży informacji ogólnej mogą być realizowane przedsięwzięcia następujące:

- przejście w wyższe stopnie gotowości bojowej sił i środków OPK na kierunku nadmorskim włącznie do gotowości bojowej nr 1, podczas występujących zaostrzeń w sytuacji międzynarodowej oraz zarządzeniu wyższych stanów gotowości bojowej w siłach powietrznych strony przeciwnej;
- uzyskanie informacji o działającym nieprzyjacielu powietrznym ze strefy ciągłego namiaru radiowego, tworzonej siłami i środkami pododdziałów lub oddziałów rozpoznania radioelektronicznego rozwiniętych na kierunku nadmorskim;
- uzyskanie informacji w kanałach współdziałania od sąsiednich związków operacyjnych, operacyjno-taktycznych i taktycznych o działalności ŚNP nieprzyjaciela.

Ciągła strefa namierzania radiowego rozpoznania radioelektronicznego na poszczególnych wysokościach przedstawia tabela 16.

TABELA 16

Zasięg ciągłej strefy namierzania radiowego dla zakresu UKF w /km/ na wysokościach w /m/	100	200	300	500	1000	3000	5000	10000
	56	74	86	102	153	251	316	445

Uwaga: przedstawione dane w tabeli zakładają:

- h_a = 9 m z występującymi wzniesieniami terenowymi;
- odległości między posterunkami namierzania radiowego przyjęto równe 0,5 dla zasięgu na danej wysokości;
- odległość między posterunkami naziemnymi

radiowego równa się zasięgowi rozpoznania dla danej wysokości,

Uzyskanie pełnych danych dotyczących działalności ŚNP nieprzyjaciela z rubieży przedstawionych w tabeli 16 wydaje się mało prawdopodobne. Przemawiają za tym względy następujące.

Program szkoleń poligonowych dla Sił Powietrznych Stanów Zjednoczonych prowadzonych na kontynencie amerykańskim w m. Nellis /stan Nevada/[x] sugeruje, że lot samolotów nad akwenem Morza Bałtyckiego zawsze odbywać się będzie w zupełnej ciszy radiowej. Dotyczy to początkowego okresu wojny oraz etapów następnych. Wyłączone będą również autonomiczne systemy radionawigacyjne samolotów, promieniujących energię elektromagnetyczną. Jednak ze względu na rozmach działań oraz kontrolę osiągania rubieży przez samoloty lotnictwa uderzeniowego i dowodzenie, strona przeciwna zmuszona jest wykorzystać powietrzne stanowisko dowodzenia. Wykrycie obiektu powietrznego z pracującą stacją radiolokacyjną dalekiego zasięgu może sugerować o ogłoszeniu gotowości nr I dla środków OPK na kierunku nadmorskim. Potwierdzeniem jednak rozpoczęcia nalotu musi być zgodność informacji:

- dotyczącej osiągania wyższych stanów gotowości bojowej;
- charakter wymiany korespondencji z powietrznego stanowiska dowodzenia.

Może być również i inne rozwiązanie, dotyczące głównie początkowego okresu wojny. Chodzi mianowicie o dotychczasową praktykę wykorzystania okrętów rozpoznania radioelektronicznego RFN. Stojące na kotwicy okręty rozpoznania radioelektronicznego wraz z pracującą na nich radiostacją mogą być punktami orientacyjnymi wstępnego wyjścia ŚNP nieprzyjaciela w rejon pokonywania obrony powietrznej. Osiągnięcie przez

---

x/ L. Chilton: "Wiosna po programmu "Red Flag" VVS SSSA". BZO 9/77.

pierwszo grupy samolotów nieprzyjaciela rejonów usytuowania okrętów rozpoznania radioelektronicznego może być momentem totalnego włączenia posiadanych przez nich środków łączności radiowej, autonomicznych środków radionawigacyjnych oraz środków walki radioelektronicznej. Wówczas jedną dysponowaną rubieżą uprzedzenia będzie tylko zasięg wykrywania RLS rozwiniętych wzdłuż linii brzegowej. Ale wystąpi wówczas jeden z istotnych czynników, czynnik zaskoczenia psychologicznego. Polegający głównie na nagłości pojawienia się sytuacji skomplikowanych. Wywołuje to duże napięcie psychiczne dla składów osobowych pracujących na stanowiskach dowodzenia, które skłania do działania impulsowego i chaotycznego. Nie przygotowanie do sytuacji obniża jakość wypracowanych decyzji oraz obniża efektywność dowodzenia. Może wywołać wymieniony element zaskoczenia również krótki okres bezradności działania. Nawet krótki okres bezradności w tych warunkach przy obecnych możliwościach operacyjno-technicznych, może okazać się wystarczający do wykonania zadań bojowych przez ŚNP nieprzyjaciela.

W tych warunkach główny wysiłek zwalczania celów powietrznych opierać się będzie na wojskach rakietowych OPK, środkach OPL Marynarki Wojennej oraz przegrupowujących się wojsk lądowych. Zwalczanie celów powietrznych na małych wysokościach w niklym procencie może odbywać się przez I rzutowe doar i to przeważnie na kursach oddalających się lub mogą ześrodkowywać oddziaływanie ogniowe na następne cele powietrzne nadlatujące z kierunku morza. Natomiast główny wysiłek zwalczania celów powietrznych spadnie na dywizjony ogniowe drugorzutowe.

W przypadku uzyskania informacji o działalności nieprzyjaciela powietrznego w kanałach współdziałania istnieje możliwość uczestnictwa w walce w pierwszej kolejności lotnictwa myśliwskiego. Lotnictwo myśliwskie cele powietrzne przechwytywać może z położenia

w powietrzu, stosując metody patrolowania głównie:

- przeczesywania;
- wydłużonego prostokąta;
- wydłużonej ósemki,

tworząc ciągłą strefę patrolowania od strony morza wzdłuż wyznaczonego rejonu działań bojowych. Jednak strefy patrolowania mogą być oddalone od najbardziej wysuniętych lotnisk na odległość w głąb morza od 120 do 150 km. Wymienione odległości uwarunkowane są dużym jednostkowym rozchodem paliwa samolotów Mig-21, zmuszającym personel latający do ciągłego śledzenia jego pozostałości. W przypadku jeżeli pozostałość paliwa wynosi w wymiarze:

- 550 l w DZWA;
- 800 l w DTWA,

zmusza personel latający do wyjścia z walki. Jeżeli skoncentrować się na najbardziej niekorzystnym zakresie wysokości w przedziale 50-1500 m przechwytywanie celów powietrznych z położenia w powietrzu jest najbardziej nieekonomicznym sposobem działań. Umożliwiają one w zasadzie w ramach podstępu uzyskania pełnego zaskoczenia w postaci pełnego wyeliminowania lub nieznacznego tylko oddziaływania I rzutowych pułków lotnictwa myśliwskiego. Przemawiają za tym względy następujące.

Zakładając, że z kierunku nadmorskiego działania nieprzyjaciela powietrznego zawsze będą miały postać nalotu zmasowanego a ugrupowanie lotnictwa myśliwskiego winno zapewnić:

- skuteczne zwalczanie celów powietrznych na dalekich podejściach do bronionych obiektów;
- ciągłość oddziaływania na cele powietrzne na wszystkich trasach przelotu oraz przez cały czas ich przebywania w strefie działań lotnictwa;
- potęgowanie wysiłku i osiągnięcie żądanego stosunku sił na głównych kierunkach;

- maksymalne wykorzystanie posiadanych typów samolotów myśliwskich zgodnie z ich przeznaczeniem i właściwościami bojowymi;
- niezawodne dowodzenie samolotami w powietrzu;
- jak najlepsze współdziałanie z naziemnymi środkami obrony powietrznej,

wówczas okazuje się, że w świetle wymienionych czterech wymagań stosunek przebywania samolotów w powietrzu do czasu odtwarzania ich gotowości bojowej na ziemi jest wyraźnie niekorzystny. Możliwości w tym zakresie przedstawia tabela 17 i 18.

TABELA 17

Typ samolotu \ Skład grupy	Para	Klucz	Eskadra
Mig-23	50-65	60-80	170-210 x/
Mig-21	40-50	60-80	100-120

Wymienione normy czasu przewidziano są na wykonanie czynności następujących:

- ustawienie samolotów i założenie zabezpieczenia;
- rozładowanie nie wykorzystanej amunicji lub rakiet;
- przegląd samolotów przez personel techniczny;
- [illegible] w paliwo, powietrze i tlen /azot/;
- ładowanie amunicji i podwieszenie rakiet.

Uwzględniając współczesne szerokie możliwości wykorzystania środków RPV, których działalność przewiduje się przed zasadniczymi grupami uderzeniowymi, wówczas może okazać się, że nalot zasadniczy może być wykonany w trakcie odtwarzania gotowości bojowej przez lotnictwo myśliwskie na ziemi.

x/ Dane ustalone przez Wydział Uzbrojenia Zarządu Inż.-Lotn. DWL.

TABELA 18

Długotrwałość lotu lub dyżurowania /patrolowania/ w powietrzu na różnych wysokościach i prędkościach w min.

Typ samolotu \ Wysokość lotu w m		500	3000	5000
Mig-21	Bez zbiorników dodatkowych	23-47	26-48	29-49
	Ze zbiornikami dodatkowymi	28-57	32-62	37-64
Mig-23[x/]	Wysokość lotu w m	1000		
	Skład	Para	Klucz	Eskadra
	Bez zbiorników dodatkowych	75	57	55
	Ze zbiornikami dodatkowymi - 2	82	63	61
	Ze zbiornikami dodatkowymi - 3	90	86	83

Dotychczas uzyskane wyniki badań na samolotach MiG-21 w zakresie możliwości prowadzenia manewrowych, indywidualnych walk powietrznych dowodzą, że sukces w manewrowej walce powietrznej tkwi w uprzedzeniu przeciwnika we wcześniejszym dostrzeżeniu i w stałej jego obserwacji przez pilota. Czynniki te zapewniają myśliwcom przewagę w wyborze manewru do ataku oraz sprzyjają jego bojowej aktywności. Dlatego też podstawą walki powietrznej myśliwców jest prędkość, umożliwiająca wykonanie dowolnego manewru i zajęcie dogodnej pozycji do ataku. W manewrowej walce powietrznej myśliwiec 85% czasu poświęca na manewr, 10% na proces celowania, a tylko 5% na prowadzenie ognia. Wymieniony bilans czasu wyraźnie sugeruje, że przy zwalczaniu celów powietrznych na kierunku nadmorskim w warunkach ograniczonych rubieży rozkład czasu na wykonanie czynności technologicznych przez pilota, związanych ze zniszczeniem celu

---

x/ Wyd. DW OPK nr bibl. ASG 020157.

powietrznego z wymaganą efektywnością jest wyraźnie niekorzystny. Dlatego też obowiązującą zasadą na kierunku nadmorskim w zakresie zabezpieczenia naprowadzania samolotów myśliwskich w skomplikowanych warunkach sytuacji powietrznej jest "zapewnienie spotkania się myśliwca z celem po najkrótszej drodze".

Problemem niezwykle złożonym jest uczestnictwo aktywnych środków OPK w walce o panowanie w powietrzu nad Morzem Bałtyckim w ramach działań Marynarki Wojennej i Flot Sojuszniczych w celu zdobycia i utrzymania panowania na akwenie Morza Bałtyckiego już w początkowym okresie wojny.

Występujące komplikacje uwarunkowane są dysponowanymi współcześnie czasowo-przestrzennymi wskaźnikami możliwości bojowych przez Wojska OPK. Zapewniają one w zasadzie osłonę przed atakami z powietrza baz morskich i portów, rejonów ześrodkowanego bazowania, rejonów rozśrodkowania okrętów i statków znajdujących się w przybrzeżnym pasie wód, a także na przybrzeżnych torach wodnych. W tym pasie działania środków aktywnych OPK mieszczą się w granicach integralnej części obrony powietrznej terytorium PRL.

Szerokość akwenu Morza Bałtyckiego przylegającego do nadmorskiego kierunku OPK wynosi średnio 300 km. Maksymalny promień oddziaływania środków aktywnych OPK wynosi może około 120-150 km w głąb morza. Z tych względów następna połowa o szerokości 180-150 km pozostaje przestrzenią otwartą. Radiolokacyjne kontrola na całą głębokość możliwa jest tylko na wysokościach stratosferycznych przez stacje radiolokacyjne rozwinięte wzdłuż linii brzegowej. Dlatego też nie przypadkowym wydaje się fakt wprowadzenia w akwen Morza Bałtyckiego w 1974 r. lotniskowca Stanów Zjednoczonych. Podobne prowokacje polityczno-militarne, posiadające również ukryte cele eksperymentalne prowadzono w strefie Kanału Suezkiego przed agresją Izraela w 1967 r. Chociaż skala porównawcze przytoczonych przykładów są

różne, sugerują jednak wnioski następujące:

- chodziło prawdopodobnie o praktyczne sprawdzenie pokonania odległości z rejonu Morza Północnego i zajęcia dogodnej pozycji na Morzu Bałtyckim;
- sprawdzenie nie kontrolowanego odcinka czasu przez lotnictwo i Floty Sojusznicze państw UW podczas pokonywania cieśnin Bałtyku oraz odległości do z góry wyznaczonej pozycji;
- sprawdzenia przez personel latający funkcjonowania systemów radionawigacyjnych w akwenie Morza Bałtyckiego;
- zapoznanie się bezpośrednio personelu latającego z ewentualnym rejonem działań bojowych oraz rozmieszczonymi obiektami uderzeń wzdłuż linii brzegowej;
- personel latający składał się prawdopodobnie wyłącznie z najbardziej doświadczonych i ewentualnych liderów grup uderzeniowych lotnictwa pokładowego.

Chociaż grupy lotniskowców uderzeniowych według obowiązujących poglądów w Stanach Zjednoczonych przewiduje się rozmieszczać w odległości od 1500-2000 km od ewentualnego rejonu działań, to jednak przytoczony przykład nie wyklucza ewentualności ich wprowadzenia w akwen Morza Bałtyckiego. Szczególnie może to mieć miejsce przed wykonaniem I-ego zamierzonego uderzenia SNP nieprzyjaciela. Oczywiście wszystko zależeć będzie od sprzyjających sytuacji operacyjnych i innych.

Wymienione względy wymagają posiadania nad całym akwenem Morza Bałtyckiego radiolokacyjnej strefy informacji o sytuacji powietrznej. Odpowiedni promień jej rozpiętości na poszczególnych wysokościach, wysunięty w stronę najbardziej zagrożonych kierunków operacyjno-powietrznych zapewni terminową osłonę przez lotnictwo myśliwskie zespołu okrętów Marynarki Wojennej oraz Flot Sojuszniczych. Wyłaniająca się potrzeba w tym zakresie odpowiada zasadzie zgodności możliwości bojowych z charakterem prowadzonych działań z nieprzyjacielem powietrznym. Dlatego też właściwości działań

z nieprzyjacielem powietrznym na kierunku nadmorskim, taktyczno-techniczne możliwości środków aktywnych OPK w powiązaniu z wymaganym procesem dowodzenia dysponowanymi siłami i środkami oraz wykonywane zadania, stanowiące istotę i treść obrony powietrznej wymagać będą dysponowania odpowiednimi wskaźnikami możliwości bojowych. Z kolei wskaźniki możliwości bojowych wojsk radiotechnicznych oraz opierające się o nie, a wyodrębnione kryteria efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań są podstawą do obliczenia zintegrowanej efektywności bojowej sił i środków OPK zwalczających ŚNP nieprzyjaciela działające na kierunku nadmorskim.

2.3. Wskaźniki efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych aktywnych środków OPK ze szczególnym uwzględnieniem właściwości działań na kierunku nadmorskim.

Szczególną właściwością współczesności związaną z wykorzystaniem skomplikowanego sprzętu bojowego i wysoko zorganizowanych zespołów ludzkich w różnych rodzajach wojsk określonego rodzaju sił zbrojnych jest powstawanie złożonych, kompleksowych systemów. Przepływają się w nich różnej postaci rzeczowo, energetyczne i informacyjne potoki, wymagające ścisłej koordynacji i dowodzenia z szybkością i dokładnością odpowiadającą dynamice rozwijających się działań bojowych współczesnego przeciwnika.

Każdy ze zorganizowanych i funkcjonujących, złożonych systemów militarnych w ujęciu agregatowym składa się z:

- podsystemu wchodzącego w skład wyższego, nadrzędnego systemu wykonującego zadania bardziej rozszerzonego charakteru;
- podsystemu, w skład którego wchodzą wyodrębnione specjalistyczne podsystemy, spełniające konkretnie określone zadania i wymagania w zakresie realizacji

zadań głównych stawianych przed systemem.

W dostosowaniu do specyfiki OPK przez pojęcie system złożony należy rozumieć ugrupowanie poszczególnych rodzajów wojsk z konkretnie przyjętą hierarchiczną strukturą organizacyjną w skali operacyjno-taktycznej lub operacyjnej /systemy operacyjne/, dysponujące konkretnymi, wzajemnie powiązanymi zestawami sprzętu bojowego /systemy techniczne/.

Obronę Powietrzną Kraju w ujęciu podsystemu można rozpatrywać w zintegrowanym systemie obronnym państwa. Ewentualnie można rozpatrywać również w tym ujęciu, jako podsystem systemu OPK państw uczestników Układu Warszawskiego. 2 stwt.

W ujęciu nadsystemu, jako systemu wyższego rzędu Obronę Powietrzną Kraju można rozpatrywać w ujęciu wydzielonych, wyspecjalizowanych podsystemów. Ze względu na właściwości zwalczania ŚNP nieprzyjaciela podczas ich lotu do obiektów lub rejonów uderzeń, można wyodrębnić następujące podsystemy:

- podsystem rozpoznania powietrznego, obejmujący ugrupowanie wojsk radiotechnicznych OPK oraz ewentualnie rozwinięte pododdziały i oddziały wojsk radiotechnicznych innych rodzajów sił zbrojnych;
- podsystem powietrznych środków ogniowych, obejmujący ugrupowanie lotnictwa myśliwskiego OPK i współdziałającego z nim lotnictwa myśliwskiego innych rodzajów sił zbrojnych;
- podsystem naziemnych środków ogniowych, obejmujący ugrupowanie wojsk rakietowych i artylerii przeciwlotniczej OPK oraz współdziałających z nimi wojsk rakietowych i artylerii przeciwlotniczej innych rodzajów sił zbrojnych;
- podsystem naziemnych środków walki radioelektronicznej, obejmujący ugrupowanie pododdziałów i oddziałów rozpoznania oraz przeciwdziałania radioelektronicznego.

Ze względu na wyspecjalizowane właściwości wykonywania zadań przez poszczególne podsystemy w ramach systemu nadrzędnego, każdy z nich dysponuje właściwymi dla niego wskaźnikami możliwości bojowych. Wskaźniki możliwości bojowych każdego oddzielnie wziętego podsystemu, jako miary wydajności można rozpatrywać w różnych sferach. Na przykład w sferze czasowej, przestrzennej i probabilistycznej.

I tak na przykład w odniesieniu do podsystemu powietrznych i naziemnych środków ogniowych wskaźniki probabilistyczne obejmują ogniowe wskaźniki możliwości bojowych.

W odniesieniu do podsystemu powietrznych środków ogniowych - lotnictwa myśliwskiego wskaźniki probabilistyczne charakteryzujące możliwości ogniowe obejmują:

- prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego;
- wartość oczekiwaną liczby zniszczonych celów powietrznych,

i pośrednio związany z nimi wskaźnik ilościowy - zdolności przepustowej układów naprowadzania samolotów /grup/ myśliwskich.

W odniesieniu do podsystemu naziemnych środków ogniowych - głównie wojsk rakietowych wskaźniki probabilistyczne charakteryzujące możliwości ogniowe obejmują:

- prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego;
- wartość oczekiwaną liczby zniszczonych celów powietrznych,

oraz pośrednio związany z nimi wskaźnik ilościowy - odpierania części nalotu.

Odmiennymi wskaźnikami probabilistycznymi, uwarunkowanymi przeznaczeniem, charakterem wykonywanych zadań i sprzętem bojowym, dysponuje podsystem rozpoznania powietrznego. Dlatego też ustalenie uogólnionych wskaźników możliwości bojowych podsystemu rozpoznania powietrznego należy oprzeć o zakres i treść realizowanych informacyjnych zadań bojowych.

Zasadniczym przeznaczeniem podsystemu rozpoznania powietrznego, rozwiniętego siłami i środkami wojsk radiotechnicznych OPK jest uzyskanie wiarygodnych danych dotyczących określenia momentu rozpoczynających się działań nieprzyjaciela powietrznego. Następnie ciągłego określenia miejsc położenia działających poszczególnych grup jego ŚNP, umożliwiających ustalenie zamiaru wykonywanego nalotu, dowodzenia dysponowanymi siłami i środkami walki podczas prowadzenia działań bojowych z ŚNP nieprzyjaciela. Wobec tego wychodząc z przeznaczenia zasadniczym zadaniem podsystemu rozpoznania powietrznego jest zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych podsystemów powietrznych i naziemnych środków ogniowych oraz podsystemu naziemnych środków walki radioelektronicznej.

W związku z tym istota i treść zabezpieczenia radiolokacyjnego działań obejmuje:

a/ Rozpoznanie radiolokacyjne, którego istota tkwi w ciągłym uzyskiwaniu wiadomości o nieprzyjacielu powietrznym drogą ustalonego przeszukiwania przestrzeni powietrznej środkami radiolokacyjnymi, zapewniającymi:

- ciągłą radiolokacyjną obserwację stanu sytuacyjno-bojowego w określonej sferze przestrzeni powietrznej, uwarunkowaną głównie taktyczno-technicznymi możliwościami ŚNP nieprzyjaciela oraz odległością ich bazowania od wyznaczonego rejonu działań bojowych aktywnych środków OPK;

- wykrywanie jego działających obiektów powietrznych oraz określenie ich wiarygodnej przynależ-

ności, współrzędnych bieżących, parametrów ich ruchu oraz charakterystyk;

- ciągłą obserwację radiolokacyjną polnej marszruty lotu wykrytych obiektów powietrznych odnoszących się do grupy celów powietrznych oraz własnych aparatów latających;

- zbieranie i opracowywanie danych o bieżącym stanie sytuacyjno-bojowym oraz możliwości ich zobrazowywania na urządzeniach wskaźnikowych środków zautomatyzowanego dowodzenia lub ich przekazywania w kanałach łączności radiowej lub przewodowej, zabezpieczających proces dowodzenia działaniami bojowymi dysponowanych środków walki.

b/ Powiadamianie, którego istota tkwi w terminowym przekazaniu danych o zagrożeniu powietrznym ze strony SNP nieprzyjaciela, uzyskanych i opracowanych od różnych źródeł informacji o sytuacji powietrznej. Główny cel powiadamiania sprowadza się do zapewnienia wydzielenia odpowiedniego limitu sił i środków, doprowadzonych do najwyższego stopnia gotowości bojowej dla odparcia pojawiającego się nalotu oraz zapewnienie terminowego uczestniczwa w walce współdziałających sił i środków innych rodzajów sił zbrojnych. Treść powiadamiania obejmuje:

- systematyczne przekazywanie z wymaganych lub możliwych rubieży bieżących współrzędnych o działalności poszczególnych grup celów powietrznych wraz z charakterystykami i danymi uzupełniającymi, charakteryzującymi ich działalność na poszczególnych odcinkach pokonywania strefy działań środków aktywnych, na urządzenia wskaźnikowe środków zautomatyzowanego dowodzenia, ewentualnie w kanałach łączności radiowej lub przewodowej;

- przekazywanie w miarę potrzeb współrzędnych bieżących o działalności własnych aparatów latających na urządzenia wskaźnikowe środków zautomatyzowanego dowodzenia, ewentualnie w kanałach łączności

radiowej lub przewodowej.

Wymienione względy sugerują, że nadrzędność idei powiadamiania tkwi w wytworzeniu zapasu informacyjnego uzdatniającego proces dowodzenia. Uzdatnienie to tkwi w jednoznaczności rozumienia sytuacji w relacji przełożony - kierujący oraz kierujący - podwładny. Dobrze zorganizowane powiadamianie eliminuje powstawanie nieoczekiwanych sytuacji zaskakujących. Dlatego też oprócz aspektu operacyjnego posiada również i psychologiczne, zwłaszcza w skomplikowanych warunkach sytuacji powietrznej.

c/ Bezpośrednie zabezpieczenie radiolokacyjne działań środków aktywnych OPK, którego istota tkwi w zbiorze, analizie i terminowym dostarczeniu najkrótszą drogą danych radiolokacyjnych o sytuacji powietrznej, charakteryzujących się najbardziej dysponowaną dokładnością zobrazowania współrzędnych bieżących obiektów powietrznych na wydzielonych planszetach, urządzeniach wskaźnikowych stacji radiolokacyjnych i środków zautomatyzowanego dowodzenia. Następnie zapewnienia napływu danych do urządzeń liczących, zabezpieczających zaprogramowane naprowadzanie samolotów myśliwskich i zaprogramowane użycie poszczególnych broni. Treść bezpośredniego zabezpieczenia radiolokacyjnego działań obejmuje:

- umożliwienie wykorzystania przez dywizjony ogniowe informacji radiolokacyjnej o aktualnej sytuacji powietrznej, ze szczególnym uwzględnieniem wyznaczonych do ostrzelania celów powietrznych według kryterium dokładności zobrazowania bieżących współrzędnych celów powietrznych, zgodnie z potrzebami uwarunkowanymi wymaganiami przeciwlotniczych zestawów rakietowych w zakresie prowadzenia efektywnych strzelań;

- umożliwienie wykorzystania na punktach naprowadzania samolotów myśliwskich informacji radiolokacyjnej o aktualnej sytuacji powietrznej, ze szcze-

gólnym uwzględnieniem wyznaczonych do zwalczania przez lotnictwo myśliwskie w danym rejonie celów powietrznych i przechwytujących ich myśliwców, według kryterium dokładności pomiaru bieżących współrzędnych wprowadzanych do urządzeń wyliczających lub ich zobrazowania na urządzeniach wskaźnikowych, zapewniających maksymalną wartość prawdopodobieństwa naprowadzania;

- wydzielenia zestawu urządzeń wskaźnikowych środków zautomatyzowanego dowodzenia i uzupełniających ich planszetów na połączonych stanowiskach dowodzenia szczebla taktycznego /PłSD/, dla składów osobowych kierujących działaniami płk OPK i związków taktycznych lub oddziałów wojsk rakietowych OPK z aktualną sytuacją powietrzną, niezbędną dla kierowania walką samolotów myśliwskich oraz wskazywania celów do ostrzelania przez doar.

Wykorzystywana informacja dla potrzeb bezpośredniego zabezpieczenia radiolokacyjnego działań ze względu na stopień dokładności pomiaru i zobrazowania bieżących współrzędnych obiektów powietrznych nosi nazwę "informacji dokładnej". Ponadto dysponując znajomością taktyki działań nieprzyjaciela powietrznego i praw walki, analiza dysponowanych danych "dokładnej informacji radiolokacyjnej" przedstawiająca sobą proces przemyśleń krytycznych, logicznego porównania i taktycznych uogólnień sprzyja:

- ustalenia faktu rozpoczęcia działań nieprzyjaciela powietrznego na konkretne obiekty oraz rozpoczęcia nowego etapu nalotu ŚNP nieprzyjaciela na konkretny zespół osłanianych obiektów;
- rozszyfrowania taktycznego zamiaru działań poszczególnych grup ŚNP nieprzyjaciela i prognozę ich dalszych działań.

W zakresie radiolokacyjnego dowodzenia podczas prowadzenia działań bojowych przez poszczególne

rodzaje wojsk OPK, tkwi w terminowym zapewnieniu napływu informacji o stanie sytuacyjno-bojowym na stanowiska dowodzenia szczebla operacyjno-taktycznego i operacyjnego. Jego treścią jest zbieranie, opracowywanie i analiza informacji radiolokacyjnej zapewniającej kierowanie działaniami bojowymi w skali operacyjno-taktycznej i operacyjnej, w ogólnym zarysie obejmującym:

- terminowe osiągnięcie gotowości bojowej przez dysponowane siły i środki;
- selekcję w kolejności zwalczania poszczególnych grup ŚNP nieprzyjaciela oraz ich podział w zwalczaniu między lotnictwo myśliwskie, wojska rakietowe i artylerię przeciwlotniczą;
- koncentrację wysiłku w czasie i przestrzeni lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych i artylerii przeciwlotniczej na najbardziej zagrożonych kierunkach i wyznaczonych na nich rubieżach.

Wykorzystywana informacja radiolokacyjna dla potrzeb dowodzenia wojskami OPK podczas prowadzenia przez nich działań bojowych w skali operacyjno-taktycznej i operacyjnej, ze względu na stopień zobrazowywania bieżących współrzędnych działających celów powietrznych i szczegółowość zawartych w niej danych nosi nazwę "ogólnej informacji radiolokacyjnej". Powadto dysponując znajomością działań nieprzyjaciela powietrznego w skali operacyjnej i praw walki, analiza dysponowanych danych "ogólnej informacji radiolokacyjnej", przedstawiająca sobą proces przemyśleń krytycznych, logicznego porównania i operacyjnych ogólnień sprzyja:

- ustaleniu momentu oraz rozmachu rozpoczęcia działań przez nieprzyjaciela powietrznego, ewentualnie momentu rozpoczęcia nowego etapu nalotu ŚNP nieprzyjaciela;
- rozszyfrowaniu operacyjnego zamiaru działań nieprzyjaciela powietrznego oraz prognozowania jego dalszych działań operacyjnych.

W oparciu o dane zawarte w "ogólnej informacji radiolokacyjnej" powstają koncepcyjne decyzje odparcia nalotu SNP nieprzyjaciela.
Jeżeli założyć, że proces powstawania decyzji koncepcyjnych jest procesem świadomego myślenia przebiegającego w ustalonej kolejności, obejmującej etapy następujące:

- faktoryzacji, polegający na wyłonieniu cech głównych określających rodzaj sytuacji;
- odróżniania, polegający na wyróżnieniu sytuacji i porównania faktów z danymi, które znane były wcześniej lub przetworzenie nowych faktów w postać dopuszczającą ich porównanie;
- wypracowania wariantów decyzji w oparciu o prognozowanie sytuacji lub przewidywaną zmianę biegu faktów /faktoryzowanej sytuacji/;
- wypracowania i oceny wariantów działań w oparciu o kryteria koncepcyjne, tj. sformułowano o zamiar, dysponowaną wiedzę i doświadczenie. Ponadto uwzględniające cel, obowiązek, ważność, zaufanie itd.;
- podjęcie decyzji /wybranie wariantu ze zbioru konkurencyjnych/.

W związku z tym, dysponowany promień "ogólnej informacji radiolokacyjnej" winien zapewnić właściwy przebieg procesu myślowego podczas wypracowywania decyzji, co najmniej w dwóch pierwszych kolejno wymienionych etapach. Dlatego też zbyt ograniczony zakres danych odnoszących się do "ogólnej informacji radiolokacyjnej" może stwarzać obiektywne przesłanki do wypracowania decyzji nie uzasadnionych.

c/ Zabezpieczenie radiolokacyjne przelotów własnego lotnictwa, którego istota tkwi w kontroli lotów i prowadzeniu samolotów własnych w oparciu o dostarczoną informację, dotyczącą faktycznego położenia

samolotów w przestrzeni powietrznej, zgodnie z ustaloną trasą, wysokością i czasem wykonywanego lotu.

Rozpatrywana w pięciu wymienionych podpunktach istota i treść zabezpieczenia radiolokacyjnego działań sugerują, że uzyskiwana informacja radiolokacyjna o sytuacji powietrznej wykorzystywana jest w każdym przypadku dla celów kierowania. Przy czym jako informacja kierowania wykorzystywana jest przez system nadrzędny - obronę powietrzną, co w konkretnym dowiązaniu oznacza organ dowodzenia szczebla operacyjno-taktycznego lub operacyjnego. Ponadto informacja kierowania wykorzystywana jest również w postaci uzupełniającej. Postać uzupełniająca tkwi w jej wykorzystaniu przez poszczególne podsystemy dla zwiększenia efektywności wykonywanych zadań ogniowych, a w przypadku podsystemu radiolokacyjnego zwiększenia możliwości informacyjnych przez sterowanie elementami umożliwiającymi uzyskanie maksymalnych wskaźników efektywności.

Podsystemowy charakter rozpoznania powietrznego oparty o środki radiolokacyjne, ze względu na funkcjonalne powiązania w ramach nadsystemu może posiadać trzy warianty rozwiązań, a mianowicie:

- bez kierowania ze strony użytkowników informacji radiolokacyjnej;
- z kierowaniem ze strony użytkowników informacji radiolokacyjnej;
- z oddziaływaniem na środowisko zewnętrzne.

Wyższą formę powiązań funkcjonalnych posiada rozwiązanie z oddziaływaniem na środowisko zewnętrzne. Jeżeli podsystem rozpoznania powietrznego, ze względów umownych rozpatrywać jako system wydzielony, to środowiskiem zewnętrznym w stosunku do niego występuje:

- sfera przestrzeni powietrznej, wykorzystywanej do działań przez SNP nieprzyjaciela;
- wydrębnione terytorium wraz z usytuowanymi w nim rejonami i obiektami, których osłona jest głównym

treścią zadań realizowanych przez obronę powietrzną;

- ugrupowanie własnych środków walki, przeznaczonych do działań z napadającymi ŚNP nieprzyjaciela zabezpieczających żywotność wyznaczonych do osłony obiektów i rejonów.

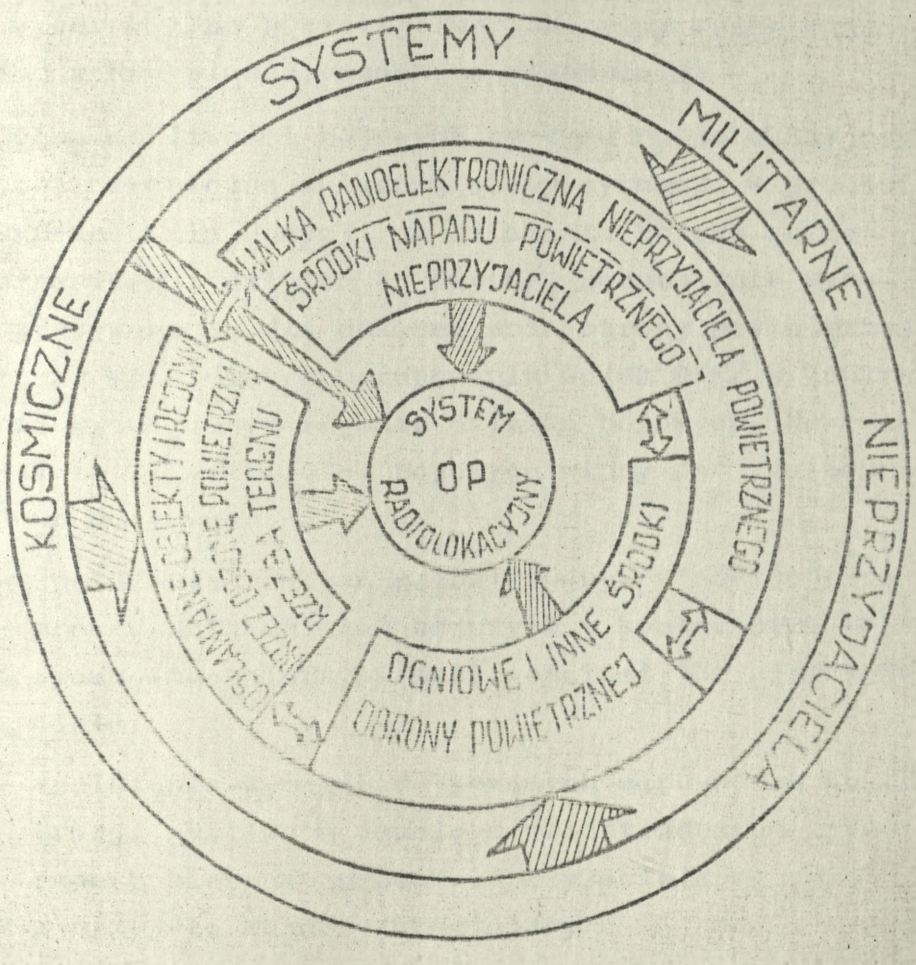
Zarysowujące się konkretne koncepcje militarne wykorzystania przestrzeni kosmicznej, które aktualnie mogą mieć zastosowanie sugerują, że część problemów konfliktowych z tej dziedziny bezpośrednio dotyczy obrony powietrznej. Wobec tego ma to również wpływ na jej podsystem radiolokacyjnego rozpoznania powietrznego. Chodzi głównie o rozpoznanie radioelektroniczne. Następnie systemów radionawigacyjnych, wykorzystywanych dla nawigowania samolotami podczas pokonywania w wyznaczonych pasach obrony powietrznej oraz zabezpieczenia efektywnego użycia rakiet klasy "powietrze - ziemia".

Wzajemne oddziaływanie i funkcjonalne powiązanie systemu rozpoznania powietrznego obrony powietrznej, nazwanego systemem radiolokacyjnym przedstawia rys. 39.

Warunki środowiskowe systemu radiolokacyjnego wskazują na trzy wzajemnie splatające się problemy, a mianowicie przestrzeni, czasu i szybkości. Ze względu jednak na zasadniczy cel istnienia obrony powietrznej problem przestrzeni, czasu i szybkości musi być rozpatrywany na płaszczyźnie kryterium zasadniczego - efektywności. Efektywność obrony powietrznej wyraża się stosunkiem wartości oczekiwanej liczby zniszczonych ŚNP nieprzyjaciela do ogólnej ich liczby działających. Przy czym rozpatrywaną efektywność powinno się rozważać w interesach osłanianych obiektów lub rejonów. Oznacza to, że należy uwzględniać odległości, z których ŚNP nieprzyjaciela mogą wykonywać uderzenia przenoszonymi środkami rażenia. Dlatego też efektywność powinna być określana i usta-

lana do konkretnych kierunków i wyznaczonych na nich rubieży. Właśnie za taką metodologią przemawiają wnioski wynikające z doświadczeń wojen lokalnych prowadzonych na Półwyspie Indochińskim i Bliskim Wschodzie.

Jeżeli działania bojowe obrony powietrznej kraju opierają się o zintegrowaną walkę lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych i artylerii przeciwlotniczej oraz wojsk walki radioelektronicznej i wojsk radiotechnicznych, wówczas nasuwa się do ustalenia problem następujący. Chodzi mianowicie o ustalenie wskaźników możliwości bojowych, których wartości proporcjonalnie wpływają na efektywność obrony powietrznej, dowiązanej do konkretnie osłanianych obiektów i rejonów.



Rys. 39. Środowiskowe warunki wzajemnych powiązań i oddziaływań na system radiolokacyjny obrony powietrznej typu przeciwrakietowej.

Rozwiązanie przedstawionego problemu może dać tylko zespół wskaźników określających kompleksowo możliwości bojowe systemu radiolokacyjnego w kontekście ze wskaźnikami możliwości bojowych środków aktywnych. Kompleksowość możliwości bojowych oznacza ich ujęcie systemowe. Potrzeba wykorzystania zespołu wskaźników nie jest przypadkowa. System radiolokacyjny, jako złożony i wielopoziomowy organ funkcjonuje na korzyść wielu użytkowników, wykonując jednocześnie samodzielne zadania nadrzędne. Stąd zespół wskaźników określa jego możliwości kompleksowo. Natomiast wskaźnik pojedyńczy uwzględnia tylko pewne aspekty jego działania.

Ze względu na użyteczny aspekt wykorzystania wskaźników możliwości bojowych systemu radiolokacyjnego, wyodrębnione poszczególne ich grupy można rozpatrywać w dwu płaszczyznach, a mianowicie:

a/ Ocena możliwości bojowych systemu radiolokacyjnego jest organiczną składową oceny sytuacji w procesie wypracowania decyzji na działania bojowe /okres organizacji działań bojowych/. Ewentualnie wykorzystywane są dla doskonalenia obrony powietrznej /przy rozwiniętym ugrupowaniu wojsk OPK/ w konkretnie wyznaczonym rejonie działań bojowych. Wówczas wskaźniki możliwości bojowych winny dać użyteczne dane dotyczące:

- spełnienia wymagań przewidywanym właściwościom prowadzenia działań bojowych z konkretnymi taktyczno-technicznymi możliwościami SNP nieprzyjaciela;
- spełnienia wymagań dotyczących zapewnienia koncentracji wysiłku w czasie i przestrzeni na wytworzonym kierunku przez nieprzyjaciela zgodnie z przyjętą koncepcją działań;
- ugrupowania sił i środków wojsk radiotechnicznych, dostosowanych do koncepcji prowadzenia działań bojowych, uwzględniających jednocześnie warunki terenowe, klimatyczne oraz stopnie zagrożenia

poszczególnych kierunków.

b/ Ocena możliwości bojowych systemu radiolokacyjnego jest składową oceny efektywności obrony powietrznej, rozpatrywanej w odniesieniu do wyznaczonych punktów lub rubieży. Wówczas wskaźniki możliwości bojowych winny dać użyteczne dane dotyczące:

- terminowości użycia dysponowanego lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych OPK i artylerii przeciwlotniczej na dowolnie wybranych kierunkach i wyznaczonych na nich rubieżach;
- terminowości koncentracji wysiłku przez lotnictwo myśliwskie, wojska rakietowe OPK i artylerię przeciwlotniczą na dowolnie wybranych kierunkach i wyznaczonych na nich rubieżach;
- realizacji maksymalnych możliwości ogniowych przez lotnictwo myśliwskie, wojska rakietowe OPK i artylerię przeciwlotniczą na dowolnie wybranych kierunkach i wyznaczonych na nich rubieżach.

Metodologicznie przedstawiona kolejność wykorzystania wskaźników możliwości bojowych systemu radiolokacyjnego sugeruje o uniwersalności ich zastosowania. W ujęciu pierwszym wskaźniki wykorzystywane mogą być na użytek wewnętrzny. Przy czym można się nimi posługiwać w dowolnie wybranej mikro i makro strukturze. W ujęciu drugim wskaźniki wykorzystuje się dla określenia efektywności obrony powietrznej dla dowolnie wybranego sektoru w wyznaczonym rejonie działań bojowych.

W warunkach współczesnych szczególnego znaczenia nabiera analiza jakościowa możliwości bojowych, ponieważ szybko postępująca modernizacja środków prowadzenia działań bojowych, zmusza do dokładnego określenia miarą porównawczą prawidłowo zestawionego o aktualnym stosunku sił. Dlatego też jakościowo-ilościowa analiza stosunku sił i ich możliwości oraz skrupulatna analiza sposobu ich użycia bojowego umożliwia wypracowanie przydatnych decyzji, uwzględniających

całokształt wariantów przewidywanych działań. Stąd właśnie wskaźniki możliwości bojowych systemu radiolokacyjnego można umownie podzielić na ilościowe, ilościowe z elementami jakościowymi i jakościowe. Wymieniony podział uwzględnia również możliwości wykonywania postawionych zadań bojowych w czasie oraz konkretnych warunkach sytuacyjnych. Tabelaryczny zestaw możliwości bojowych i kryteria efektywności systemu radiolokacyjnego OPK przedstawia załącznik 3.

Grupa wskaźników ilościowych charakteryzuje dane liczbowe potrzeb sił i środków wojsk radiotechnicznych, zapewniających utworzenie strefy informacji radiolokacyjnej, zwanej polem radiolokacyjnym z wymaganymi dolnej i górnej granicy oraz prawdopodobieństwa wykrywania. Przy czym ze względu na właściwości realizacji informacyjnych zadań bojowych wyróżnia się:

- siły i środki wydzielone do prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego;
- siły i środki wydzielone do bezpośredniego zabezpieczenia radiolokacyjnego działań lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych OPK i artylerii przeciwlotniczej.

Do grupy ilościowych wskaźników możliwości bojowych zalicza się:

- liczbę rozwiniętych stacji radiolokacyjnych lub wyspecjalizowanego zestawu stacji radiolokacyjnych, objęte w określone ramy organizacyjne i rozwinięte w ustalony sposób w wyznaczonym rejonie działań bojowych. Sposób rozwinięcia winien jednak przestrzegać zachowania zasady, ekonomii sił i środków, uwzględniać właściwości rejonu działań bojowych i zamiar prowadzenia działań bojowych z nieprzyjacielem powietrznym;
- dolne i górne granice pola radiolokacyjnego;
- wielkość strefy działań bojowych, uwarunkowanej wielkością wyznaczonego rejonu działań bojowych oraz

potrzebami ugrupowanych środków aktywnych, których działania bojowe wychodzą poza granice wyznaczonego rejonu działań. W związku z tym wynikają rozszerzone potrzeby rozpiętości posiadania pola radiolokacyjnego na poszczególnych wysokościach;

- możliwą liczbę jednocześnie prowadzonych obiektów powietrznych, odnoszących się do grupy obiektów celów powietrznych i własnych aparatów latających;
- możliwą liczbę zabezpieczonych jednoczesnych wskazań do ostrzelania celów powietrznych przez wojska rakietowe OPK i artylerię przeciwlotniczą;
- możliwą liczbę zabezpieczanych jednoczesnych naprowadzeń pod względem radiolokacyjnych samolotów /grup/ myśliwskich na cele powietrzne.

Przedstawiona grupa ilościowych wskaźników możliwości bojowych ze względu na charakter jest jednocześnie grupą przestrzennych wskaźników możliwości bojowych, zapewniających realizację przestrzennych wskaźników możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych OPK i artylerii przeciwlotniczej. Występują więc ścisłe powiązania i zależności bojowe.

Liczbę pozycji rozwinięcia stacji radiolokacyjnych lub zestawów specjalistycznych stacji radiolokacyjnych, ujętych w ramy struktur posterunków radiolokacyjnych, ustala się w wyznaczonym rejonie działań z uwzględnieniem:

- taktyczno-technicznych możliwości sprzętu radiolokacyjnego;
- potrzeb związanych z organizacją radiolokacyjnego pola jedno lub wielowarstwowego;
- ugrupowania lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych. Przy czym w odniesieniu do wojsk rakietowych OPK czynnikiem determinującym jest usytuowanie dywizjonów ogniowych wraz z posiadanymi przez nich taktyczno-technicznymi możliwościami przeciwlotni-
[illegible] rakietowych.

Jeżeli ugrupowanie lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych determinowane jest osłoną wyznaczonych obiektów i rejonów, to fakt ten determinuje podporządkowanie ugrupowania wojsk radiotechnicznych, ze względu na realizację przez nich informacyjnych zadań bojowych. Ale z kolei i nadrzędną funkcję elementy ugrupowania wojsk radiotechnicznych sprawują w odniesieniu do ugrupowania lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych. Nadrzędność tkwi w tym, że punkty zbioru i opracowywania danych o sytuacji powietrznej determinują rozmieszczenie stanowisk dowodzenia lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych.

Ugrupowanie wojsk radiotechnicznych na kierunku nadmorskim rozwija się z wyliczeniem utworzenia w sektorze morskim ciągłego pola radiolokacyjnego od najniższych, możliwych wysokości lotu SNP nieprzyjaciela. Wysokościami tymi rozpatrując lot od strony morza z uwzględnieniem rzeczywistej rzeźby terenu mogą być:

- 15-20 m nad morzem rozpoczynającemu się w odległości 50-70 km do lini brzegowej. Równa się to 4-5 min. prędkości lotu samolotów, które wykorzystywane będą do połowy lat dziewięćdziesiątych;
- 60 m wzdłuż dolin rzek bezpośredniego zlewiska Bałtyku na odległość przypuszczalnie do rubieży: Gryfino, Złotów, Chełmno. Następnie podniesienie wysokość do 120-150 m, aby znów w rejonie Doliny Noteckiej obniżyć lot do wysokości 60-80 m w stosunku do rzeczywistej rzeźby terenu;
- 120-150 m na kierunku Koszalin - Bydgoszcz i w rejonie Szwajcarii Kaszubskiej.

Wymienione warunki właściwości prowadzenia działań bojowych z nieprzyjacielem powietrznym narzucają przejście do trzywarstwowej organizacji struktury pola radiolokacyjnego, obejmującego następujący zakres wysokości, a mianowicie:

- pierwszą warstwa pola radiolokacyjnego sięgającą

możliwą najniższą wysokość pola do wysokości 800-1000 m, tworzona podstawową siecią uzupełniających RLP, organizowanych siłami i środkami kompanii radiotechnicznych;

- druga warstwa pola radiolokacyjnego rozpoczynająca się od wysokości 500 m do wysokości 30.000 m tworzona siłami i środkami batalionów radiotechnicznych. W oparciu o nich organizuje się taktyczne połączone stanowiska dowodzenia /PISD/. Ich uzupełnieniem mogą być siły i środki wzmocnionej kompanii radiotechnicznej, spełniających rolę posterunków uzupełniających;
- trzecia warstwa pola radiolokacyjnego, rozpoczynająca się od wysokości 1000-1200 m do wysokości 40.000-50.000 m organizowana siłami i środkami rozmieszczonymi w batalionach radiotechnicznych lub na posterunkach uzupełniających.

Za organizacją trzywarstwowego pola radiolokacyjnego przemawiają względy realizacji zintegrowanych zadań przez posterunki radiolokacyjne w zakresie rozpoznania powietrznego, bezpośredniego zabezpieczenia radiolokacyjnego działań, a także elastycznego ich podporządkowania w zakresie zabezpieczenia dowodzenia wojskami.

Ocenę przydatności proponowanej struktury trzywarstwowego pola radiolokacyjnego winno się rozpatrywać w dwu aspektach, do których należy podporządkować ugrupowanie sił i środków wojsk radiotechnicznych. Pierwszy to niezawodność wykrycia wszystkich typów działających ŚNP nieprzyjaciela. Drugi natomiast dotyczy możliwości sprawienia się z napływającym potokiem danych o sytuacji powietrznej, wynikającym ze skomplikowanej sytuacji powietrznej. Dlatego też na kierunku nadmorskim wymieniono względy wyróżniają dwa pasy, narzucające właściwości ugrupowania posterunków radiolokacyjnych, a mianowicie:

- przybrzeżny - charakteryzujący się stosunkowo dużym

nasyceniem posterunków radiolokacyjnych. Zapewniający odpowiednią rozpiętość pola w sektorze nadmorskim z jednoczesnym maksymalnym prawdopodobieństwem wykrycia wszystkich typów ŚNP nieprzyjaciela, wchodzących w zakres możliwości zwalczania przez obronę powietrzną typu przeciwsamolotowej. Ponadto zabezpieczający działania bezpośrednio środków aktywnych w najbardziej intensywnym etapie walki z nieprzyjacielem powietrznym;

- śródlądowy - przylegający do przybrzeżnego i rozpościerający się na pozostałym wyznaczonym rejonie działań bojowych na kierunku nadmorskim. Zapewniający ciągłe prowadzenie działających celów powietrznych, uprzednio wykrytych w pasie przybrzeżnym oraz bezpośrednie zabezpieczenie radiolokacyjne działań środków aktywnych zwalczające cele powietrzne w następnych rzutach.

Racjonalnym sposobem ugrupowania posterunków radiolokacyjnych w pasie przybrzeżnym, zapewniającym zoptymalizowane parametry pola radiolokacyjnego, głównie na małych wysokościach jest ich usytuowanie względem siebie na odległościach równych:

$$D = R_{w/\alpha/} \quad , \qquad /2.48/$$

gdzie: D - odległość rozmieszczenia między sobą posterunków radiolokacyjnych wzdłuż linii brzegowej;

$R_{w/\alpha/}$ - zasięg wykrywania celów powietrznych o założonych przez stację radiolokacyjną na zakładanej wysokości ciągłej dolnej granicy pola radiolokacyjnego wzdłuż linii brzegowej.

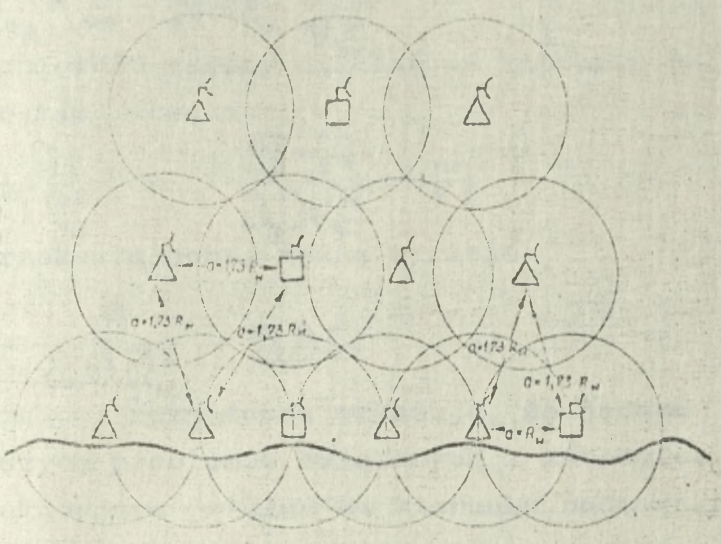
Powyższy sposób nie odpowiada zasadzie ekonomii sił i środków. Winien być jednak stosowany z przyczyn następujących:

- w przypadku uszkodzenia jednego z posterunków, dwa

sąsiednie zapewniają wykrywanie lecących w rejonie jego pozycji celów powietrznych;

- stosunkowo duży współczynnik przekrycia w granicach 0,9-1 zapewnia ciągłość wykrywania celów powietrznych w warunkach stosowania przez nieprzyjaciela intensywnej walki radioelektronicznej /wytworzenie dużej wartości współczynnika K_{ab}/;
- zapewnia maksymalne prawdopodobieństwo wykrywania obiektów powietrznych w wysuniętym sektorze morskim.

Sposób rozmieszczenia posterunków radiolokacyjnych w pasie przybrzeżnym oraz śródlądowym przedstawia rys. 40.



Rys. 40. Sposób rozmieszczenia RLP w pierwszej linii przybrzeżnej na $D = R_{w/cz}$, natomiast na pozostałym terytorium według wierzchołka trójkąta równobocznego na $D = 1{,}73\ R_{w/cz}$.

Wymaganą liczbę rozwiniętych posterunków radiolokacyjnych według sposobu przedstawionego na rys. 40 można określić według wzoru:

$$N_{og} = \frac{S_{og}}{2{,}6\,R_w^2} + M$$

gdzie: N_{og} - wymagana liczba posterunków radiolokacyjnych uczestniczących w utworzeniu pola radiolokacyjnego z nakazaną dolną granicą;

S_{og} - rozmiary rejonu działań bojowych, nad którym organizuje się pole radiolokacyjne;

R_w - zasięg wykrywania przez stacje radiolokacyjne celów powietrznych na wysokości założonej dolnej granicy;

$M=\frac{L}{R_w}$ - długość linii brzegowej otwartej granicy państwowej.

Ponieważ:

$$S_{og} = S - \pi \cdot R_w^2 \frac{M}{\sqrt{3}} ,$$

gdzie: S - rozpiętość strefy działań na kierunku nadmorskim, wówczas:

$$N = \frac{S}{2,6R_w^2} - \frac{\pi \cdot M}{2,6\sqrt{3}} + M ,$$

co w postaci przekształconej można wyrazić:

$$N = \frac{S}{2,6R_w^2} + 0,3M , \qquad /2.50/$$

Dotychczasowe rozważania wskazują, że jednym z najistotniejszych problemów związanych z zabezpieczeniem radiolokacyjnym działań na kierunku nadmorskim są bardzo małe i małe wysokości lotu nieprzyjaciela powietrznego. Stąd problem poprawy można rozpatrywać w dwóch płaszczyznach, a mianowicie:

- właściwy dobór taktyczno-technicznych możliwości sprzętu radiolokacyjnego przewidzianego do prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego na bardzo małych i małych wysokościach;
- właściwy wybór pozycji dla stacji radiolokacyjnych, przewidzianych do prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego na bardzo małych i małych wysokościach.

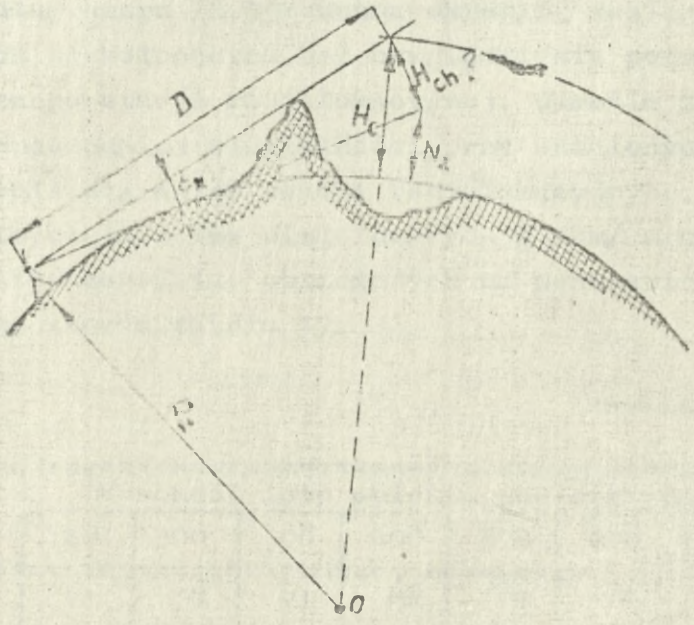
Ze względu na dysponowanie wymaganymi wskaźnikami możliwości bojowych [illegible]

przybrzeżnego należy przeanalizować właściwy wybór pozycji dla stacji radiolokacyjnych.

Wybór pozycji dla stacji radiolokacyjnych w pasie przybrzeżnym, zapewniających niezawodne wykrycie i ciągłe prowadzenie celów powietrznych na małych wysokościach winien uwzględniać:

- wielkości kątów zakrycia włącznie ze strefą dalszą, ostatecznie kształtującą charakterystykę promieniowania stacji radiolokacyjnych, przeznaczonych do wykrywania celów niskolecących;
- ukształtowania terenu wokół pozycji rozwinięcia sprzętu radiolokacyjnego, w przedziałach wymaganych dla konkretnego typu stacji radiolokacyjnej.

Już poprzednio wykazywano, że zasięg wykrywania obiektów powietrznych na bardzo małych i małych wysokościach uzależniony jest od kątów zakrycia dla anten stacji radiolokacyjnych, wywoływanych przez przedmioty terenowe. Poza przedmiotami terenowymi powstają "cienie radiowe", w obrębie których obiekty powietrzne są nie wykrywane. Zjawisko to ilustruje rys. 41.



Rys. 41. Wpływ kątów zakrycia anten stacji radiolokacyjnych na zasięg widzialności bezpośredniej.

Z rys. 41 wynika, że wartość kąta zakrycia dla anteny RLS można określić wzorem:

$$\varepsilon_z = \arcsin\frac{H_1}{D} = \arcsin\left(\frac{H_c}{D} - \frac{D}{2R_z}\right), \qquad /2.51/$$

gdzie: H_1 - wysokość lotu celu nad horyzontem;

H_c - wysokość lotu celu w /m/;

D - zasięg wykrywania RLS przy zadanej wartości kąta zakrycia w /km/;

R_z - ekwiwalentny promień Ziemi.

W wyniku przekształcenia wzoru /2.51/, otrzymamy:

$$D^2 + 2R_z D\sin\varepsilon_z - 2R_z H_c = 0 \quad , \qquad /2.52/$$

Rozwiązując równanie /2.52/ dla obliczenia zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnej /D/, otrzymamy:

$$D = \sqrt{(R_z\sin\varepsilon_z)^2 + 2R_z H_z} - R_z\sin\varepsilon_z, \qquad /2.53/$$

co jest analogiczne ze wzorem /2.53/.

Według wzoru /2.53/ można określić zasięg wykrywania celów niskolecących, bez uwzględnienia potencjału energetycznego stacji radiolokacyjnej. Określa zatem zasięg bezpośredniej widzialności przy ustalonych kątach zakrycia dla anten stacji radiolokacyjnych. Zasięg wykrywania celów niskolecących w /km/ z uwzględnieniem kątów zakrycia, obliczonych na podstawie wzoru /2.53/ przedstawia tabela 19.

TABELA 19

Kąt zakrycia '	Wysokość lotu obiektu powietrznego w /m/							
	100	200	300	400	600	800	1000	2000
0'	41	58	71	82	100	116	130	183
15'	18	32	43	52	70	84	98	150
30'	11	20	28	35	50	62	75	122
1°	6	11	17	21	32	40	49	90
2°	-	6	9	11	16	22	27	58
3°	-	-	6	8	13	16	19	38

Kąty zakrycia na wybranych pozycjach mierzy się bezpośrednio na pozycji rozwinięcia stacji radiolokacyjnych za pomocą busoli lub teodolitu.

Wykorzystując dane z mapy E_z oblicza się według wzoru:

$$\varepsilon_z = \left(\frac{h_z - h_{poz} - h_a}{D\,/\alpha/} - \frac{D\,/\alpha/}{2R_z} \right) 57{,}3 \,, \qquad /2.54/$$

gdzie: h_z - wysokość przedmiotu terenowego, powodującego kąt zakrycia nad poziomem morza;

h_{poz} - wysokość pozycji stacji radiolokacyjnej nad poziomem morza;

h_a - wysokość podwieszenia systemu antenowego względem ziemi;

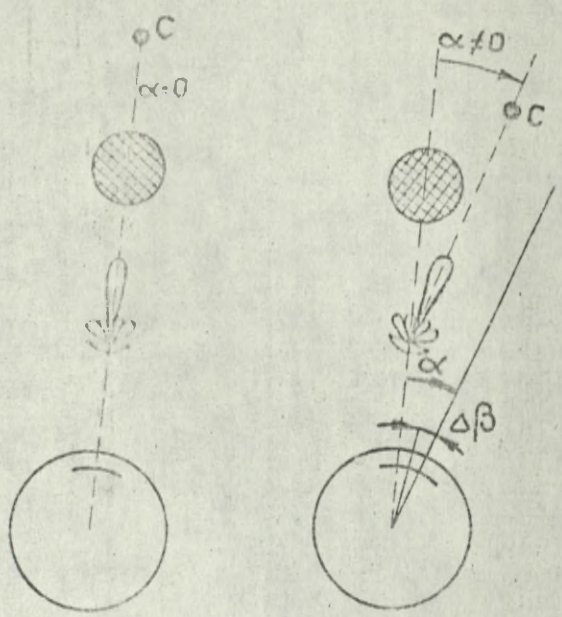
$D_{/\alpha/}$ - odległość przedmiotu terenowego, tworzącego kąt zakrycia do stacji radiolokacyjnej.

Przeszkody terenowe, tworzące kąty zakrycia usytuowane w pobliżu stacji radiolokacyjnych /duże drzewa, konstrukcje wysokościowe itp./ wywołują:

- systematyczne błędy określenia azymutu celów powietrznych;
- pojawienie się znaczników pozornych na urządzeniach wskaźnikowych stacji radiolokacyjnych.

Przyczyny powstawania błędów pomiaru współrzędnych kątowych przedstawia rys. 42.

Obwiednia impulsów na wskaźniku przedstawia jak gdyby lustrzane zobrazowanie charakterystyki kierunkowej systemu antenowego stacji radiolokacyjnej według mocy /rys. 42 b/. Przeszkoda wpłynie więc na powstanie zniekształcenia obwiedni odebranych impulsów, w wyniku czego pionowe odchylenie na wskaźniku, odpowiadające geometrycznej osi charakterystyki promieniowania systemu antenowego nie będzie zgodne z osią obwiedni odebranych impulsów /rys. 42 b/.



Rys. 42. Wpływ przeszkód terenowych na dokładność pomiaru azymutu celu powietrznego.

Ocenę błędu pomiaru azymutu przy występujących przeszkodach terenowych, można określić za pomocą wzoru:

$$\Delta\beta_{max} = -2{,}24 \cdot \frac{2a_2}{2a_1}\lambda \quad , \qquad /2.55/$$

gdzie: $\Delta\beta_{max}$ - maksymalny błąd pomiaru azymutu celu powietrznego w /stop/;

$2a_1$ - geometryczne rozmiary anteny w rzucie płaszczyźnie;

$2a_2$ - średnia wartość średnicy przeszkody terenowej.

Wartości a_1 i a_2 do obliczeń podstawia się w jednostkach jednolitych.

Wielkość pomiaru błędów w tym przypadku uzależniona jest od stosunku energii odebranej od przeszkody terenowej do energii odebranej od obiektu powietrznego oraz od stosunku fazowego zachodzącymi między nimi. Przy wymiarach przeszkód terenowych znacznie mniejszych od geometrycznych rozmiarów anteny w rzucie płaszczyźnie wartości błędów są niewielkie. Wynika stąd wniosek, że stanowią one niebezpieczeństwo z bardzo wyjątkiem

charakterystykami promieniowania w płaszczyźnie poziomej dysponują małymi błędami pomiaru azymutu, wynikającymi z wpływu przeszkód terenowych. Jednak dla celów praktycznych stacje radiolokacyjne, które są przeznaczone do bezpośredniego zabezpieczenia radiolokacyjnego działań /naprowadzanie, wskazywanie celów/ należy wymieniony błąd określić i sumować z instrumentalnym błędem pomiaru azymutu. Ze względów praktycznych w przypadku, kiedy kąt zawarty między kierunkiem na przeszkodę terenową a kierunkiem na cel odpowiada nierówności:

$$\alpha > \frac{\lambda}{a_2}\sqrt{\frac{\lambda}{L}}$$

gdzie: L - odległość między przeszkodą terenową a anteną stacji radiolokacyjnej,

wówczas błędu pomiaru azymutu można nie uwzględniać.

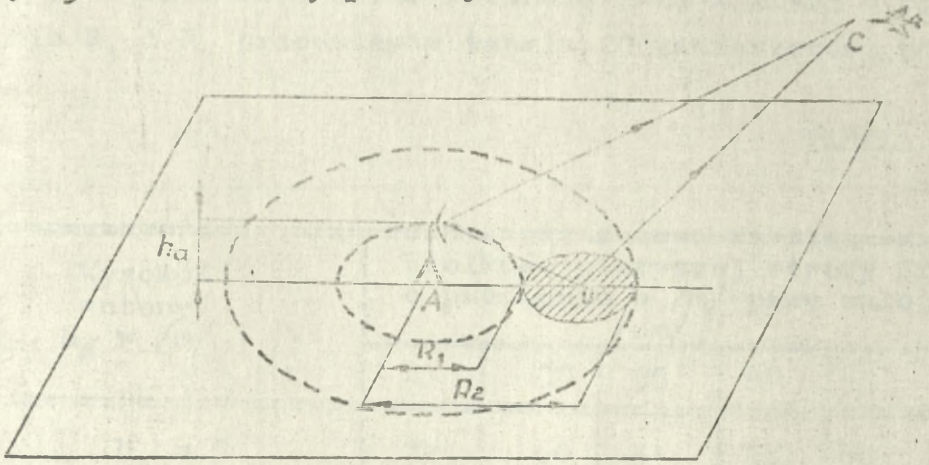
Znaczniki pozorne pochodzące od przeszkód terenowych powstają w wyniku odbioru od nich energii, odbitej przez listki boczne systemu antenowego. Zjawisko to występuje szczególnie w stacjach radiolokacyjnych dysponujących dużą mocą promieniowania. Jednak samo zjawisko jest negatywne w skomplikowanych warunkach sytuacji powietrznej.

Na kształt charakterystyki promieniowania wywiera wpływ również podkładowa płaszczyzna, na której rozwinięta jest stacja radiolokacyjna.

Wartość pola energii elektromagnetycznej fali odbitej zależy od fizycznych właściwości powierzchni podkładowej, rozmiarów jej płaszczyzny, odbijania się energii elektromagnetycznej i geometrycznych rozmiarów charakterystyki kierunkowej RLS w płaszczyźnie poziomej.

W zależności od kształtu terenu /wzgórza, masywy leśne, równiny itd./. Odbicie fal od ziemi może mieć charakter zwierciadłowy lub dyfuzyjny. Od równych powierzchni ziemi lub wody zapewnia się odbicie zwierciadłowo. Właśnie tylko odbicie zwierciadłowe ma zastosowanie w stacjach radiolokacyjnych wykrywania obiektów powietrznych.

W formowaniu charakterystyk anten stacji radiolokacyjnych pracujących szczególnie w zakresie od 3.10-3.10^3 MHz występujące płaszczyzny w kształcie pierścieni, wokół anteny wywierają szczególny wpływ na możliwości wykrywania, szczególnie obiektów powietrznych na małych wysokościach. Płaszczyzny te w kształcie pierścieni znane są pod nazwą stref Fresnela.x/ Szczególnie ważną jest strefa pierwsza. Rozkład stref Fresnela wokół stacji radiolokacyjnej przedstawia rys. 43 zamieszczony poniżej.



Rys. 43. Układ i kształt stref Fresnela usytuowanych wokół stacji radiolokacyjnej.

Pierwszą strefą Fresnela uczestniczącą w głównej mierze charakterystykę promieniowania stacji radiolokacyjnej, przedstawiającą pierścień o promieniu R_1 dla celów praktycznych można obliczyć według wzoru:

$$R_1 \approx 0{,}72 \frac{h a^2}{\lambda} \quad , \qquad /2.52/$$

---

x/ "Strefy Fresnela", odcinki powierzchni ziemi w kształcie pierścieni, usytuowane wokół anten stacji radiolokacyjnych, posiadające szczególne właściwości w tym, że faza fali elektromagnetycznej biegnąca od anteny przez początek strefy różni się od fazy fali biegnącej przy końcu strefy na 180°. Wobec tego fazy fal elektromagnetycznych na granicach stref sąsiednich różnią się o 180°.

gdzie: h_a - wysokość zawieszenia systemu antenowego nad powierzchnią ziemi;

λ - długość fali roboczej wykorzystywanej przez stację radiolokacyjną.

Natomiast rozmiary drugiej strefy Fresnela również dla celów praktycznych oblicza się według wzoru:

$$R_2 \sim 233 \frac{ha^2}{\lambda}$$

Wielkości stref Fresnela I-ej i II-ej o promieniu R_1 i R_2 przedstawia tabela 20 zamieszczona poniżej.

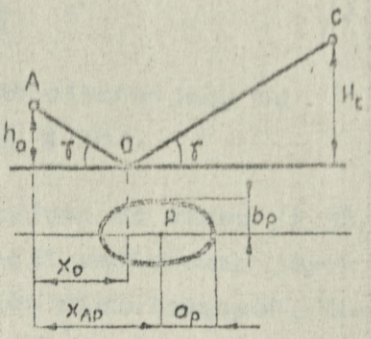
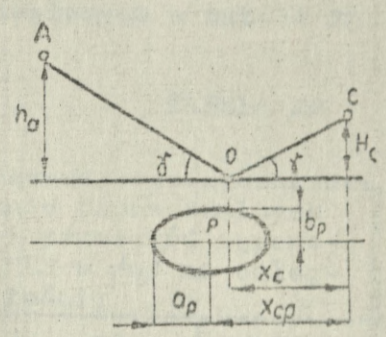
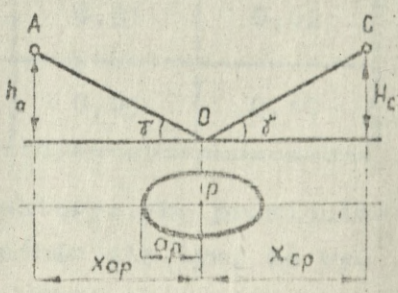
TABELA 20

Wysokość anteny h_a w /m/	Wielkość pierwszej strefy Fresnela o promieniu w /m/ przy założonej /cm/					
	25	30	35	40	45	50
h_a = 5	72	60	51	45	40	36
h_a = 30	2600	2160	1850	1620	1440	1300
dla drugiej strefy Fresnela o promieniu w /m/						
h_a = 5	2912	2330	1660	1450	1294	1165.
h_a = 30	83880	6900	59914	52425	46000	41940

Wzory dla określenia położenia i rozmiarów stref Fresnela w zależności od stosunku wysokości zawieszenia systemu antenowego stacji radiolokacyjnej oraz wysokości lotu celu powietrznego przedstawia tabela 21.

Odbicie fal od powierzchni ziemi zachodzi w odcinku ograniczonym, sprowadzającym się do kilku pierwszych stref Fresnela, posiadających formę elipsy.

TABELA 21

Stosunek h_a i H_c	Wzory określające położenie i rozmiary stref Fresnela	Usytuowanie odcinka odbicia na trasie wykrycia celu powietrznego
$h_a \ll H_c$	$x_{Ap} = x_0\left(1 + \frac{n\lambda}{2h_a \sin\gamma}\right)$ $a_p = \frac{1}{\sin\gamma}\sqrt{\frac{n\lambda h_a}{\sin\gamma}\left(1 + \frac{n\lambda}{4h_a \sin\gamma}\right)}$ $b_p = a_p \cdot \sin\gamma$ n - numer strefy Fresnela	
$h_a \gg H_c$	$x_{cp} = x_0\left(1 + \frac{n\lambda}{2h_c \cdot \sin\gamma}\right)$ $a_p = \frac{1}{\sin\gamma}\sqrt{\frac{n\lambda h_c}{\sin\gamma}\left(1 + \frac{n\lambda}{4h_c \sin\gamma}\right)}$ $b_p = a_p \cdot \sin\gamma$	
$h_a \approx H_c$	$x_{ap} \approx x_{cp}$ $a_p = \frac{1}{\sin\gamma}\sqrt{\frac{n\lambda h_a H_c}{(h_a + H_c)\sin\gamma}}$ $b_p = a_p \cdot \sin\alpha$	

Jeżeli powierzchnia podkładowa jest równa i jednorodna w obrębie kilku pierwszych stref Fresnela jest równa i jednorodna, wówczas całą trasę wykrywania przez RLS można uważać za jednorodną i równą. Bardziej odległy odcinek odbicia od anteny podlega mniejszemu kątowi

odbicia fali i tym większe dopuszczalne są wysokości nierówności.

Dla celów praktycznych przybliżone dopuszczalne nierówności można obliczać za pomocą następującego wzoru:

$$h_p \approx \frac{\lambda}{16 h_a} d_p \quad , \qquad /2.58/$$

gdzie: d_p - odległość stacji radiolokacyjnej od przeszkody terenowej w /m/.

Podstawiając wartości przyjęte do wzoru /2.58/ otrzymamy, że dla większości stacji radiolokacyjnych przeznaczonych do wykrywania celów niskolecących, dopuszczalne przeszkody w obrębie ich usytuowania są dopuszczalne w granicach przedstawionych w tabeli 22.

TABELA 22

Wysokości zawieszenia systemu antenowego w /m/	Usytuowanie dopuszczalnych wysokości przeszkód terenowych od RLS w /m/ na odległości:		
	20	50	100
$h_a = 5$	0,124	0,31	0,62
$h_a = 30$	0,02	0,05	0,10

Wpływ nierówności na charakterystykę promieniowania stacji radiolokacyjnej objaśnia się tym, że wywołują zmianę długości promienia odbitego w stosunku do powierzchni równej. Zmienia się faza każdego promienia w rezultacie czego sygnał odbity od ziemi może znacząco zmniejszać się w amplitudzie i zmieniać się w fazie. Zmniejszenie amplitudy sygnału wypadkowego jest równoważne ze zmniejszeniem się modułu współczynnika ρ a zmiana fazy φ_{odb} podczas odbicia się sygnału istotnie wpływa na mnożnik osłabienia F. Zależności te przedstawia wzór zamieszczony poniżej:

$$\frac{E_{rzecz}}{E_{bezp}} = \sqrt{1 + \rho^2 + 2\rho\cos(\varphi_{AB} + \varphi_{odb})} \cdot F$$

gdzie: ρ - współczynnik odbicia fali w punkcie O /równy stosunkowi amplitud napięcia pola fali odbitej i bezpośredniej/;

$\varphi_{\Delta D}$ - przesunięcie fazowe wynikające z różnicy przebiegu /ΔD/ fali odbitej od powierzchni ziemi;

φ_{odb} - przesunięcie fazowe wynikające z odbicia się fali w punkcie O.

Zmniejszenie modułu współczynnika odbicia zmniejsza zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej, co dla bardzo małych i małych wysokości jest niezwykle istotne. Natomiast zmiana fazy φ_{odb} wywołuje przesunięcie listków strefy wykrywania w dół lub w górę zgodnie ze zmniejszeniem się lub zwiększeniem φ_{odb}. Dlatego też w pasie przybrzeżnym przy wyborze pozycji dla stacji radiolokacyjnych winno przestrzegać się dwóch podstawowych zasad, a mianowicie:

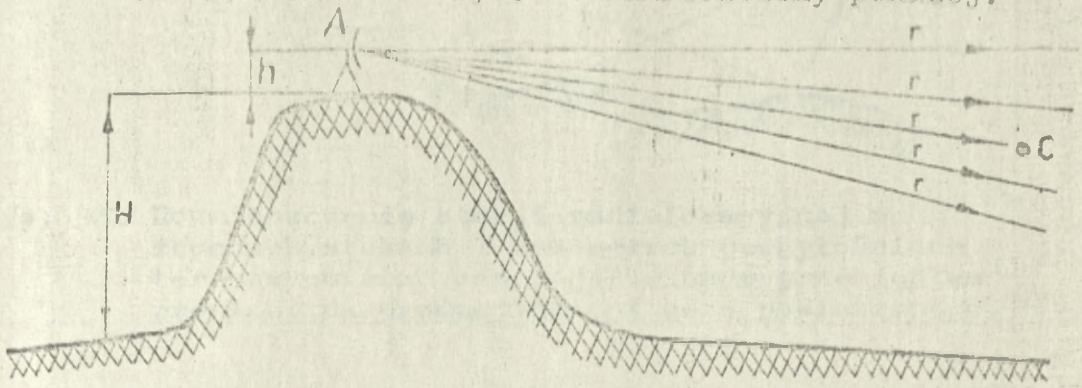
- w kierunku na morze sektory winny posiadać równe płaszczyzny, których wymagania zawarte są w tabelach Nr 20, 21 i 22;
- w kierunku na morze kąty zakrycia winny posiadać wartości zerowe lub ujemne.

Dla przypadku pierwszego jest to szczególnie istotne dla stacji radiolokacyjnych posiadających szerokie charakterystyki promieniowania w płaszczyźnie poziomej. Natomiast w drugim dla stacji radiolokacyjnych posiadających wąskie charakterystyki promieniowania.

W związku z tym w pasie przybrzeżnym, ze względu na współcześnie eksploatowany sprzęt radiolokacyjny oraz perspektywy rozwiązań konstrukcyjnych wskazują, że pozycje muszą być wybierane z uwzględnieniem rzeźby terenu następująco:

- na pamujących wyniosłościach terenowych;
- na stokach, zboczach lub rozległych pochyłościach terenowych.

Rozmieszczenie stacji posterunku radiolokacyjnego na wyniosłości terenowej zapewnia nachylenie charakterystyki promieniowania stacji radiolokacyjnej w dół, co przedstawia rys. 44 zamieszczony poniżej.



Rys. 44. Nachylenie charakterystyki promieniowania stacji radiolokacyjnej usytuowanej na wzniesieniu terenowym.

Nachylenie dolnego listka charakterystyki promieniowania stacji radiolokacyjnej, uwzględniającej wysokość zawieszenia systemu antenowego oraz wysokość wyniosłości terenowej określa się według wzoru:

$$\varepsilon_1 = \frac{\lambda}{4(h_a + H_{wt})}, \qquad /2.59/$$

gdzie: h_a - wysokość zawieszenia systemu antenowego nad powierzchnią ziemi;

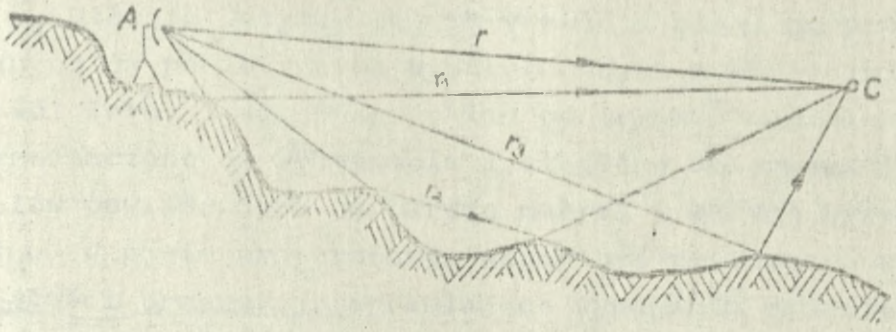
H_{wt} - wysokość wyniosłości terenowej.

Wpływ wyniosłości terenowej na obniżenie się pierwszego dolnego listka stacji radiolokacyjnej przedstawia tabela 23.

TABELA 23

Wysokość zawieszenia systemu antenowego RLS h_a /m/	Wysokość wyniosłości terenowych w /m/					
	5	10	15	20	30	50
h_a = 5	4′	28′	21′	17′	12′	8′
h_a = 30	12′	11′	9′	8′	7′	5′

Rozmieszczenie stacji posterunków radiolokacyjnych na zboczach, stokach lub rozległych pochyłościach przedstawia rys. 45 zamieszczony poniżej.



Rys. 45. Rozmieszczenie stacji radiolokacyjnej na zboczach, stokach i rozległych pochyłościach terenowych wraz z przedstawionym przebiegiem promieni na drodze lokacji celu powietrznego.

Jeżeli kąty wzniosienia systemu antenowego są małe, wówczas w punkt położenia celu powietrznego przychodzą wespół z promieniem bezpośrednim r_1 również promienie odbite od powierzchni ziemi r_1, r_2 i r_3. Przy określonych stosunkach współczynników odbicia i faz sygnałów odbitych zasięg wykrywania w pewnych kierunkach może się znacznie zwiększyć. Wynika to z sumarycznego natężenia pola w punkcie C, którego można wyrazić wzorem:

$$E = E_m\left[e^{-jkr} + \rho_1 e^{-jkr_1} + \rho_2\rho_2 e^{-jkr_2} + \rho_3 e^{-jkr_3}\right]$$

gdzie: E_m - amplituda natężenia pola w przestrzeni swobodnej;

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ - liczba falowa;

ρ_1, ρ_2, ρ_3 - współczynniki odbicia, które przy małych kątach nachylenia równają się jedności.

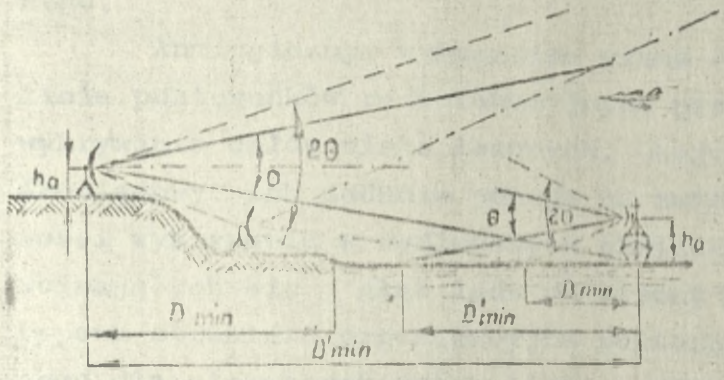
W tym przypadku zwiększa się liczba listków promieniowania systemu antenowego oraz wyrównanie charakterystyki promieniowania w jej dolnych partiach w porównaniu z płaską płaszczyzną usytuowania stacji radiolokacyjnej.

Dotychczasowe rozważania sugerują, że pozycje stacji radiolokacyjnych w pasie przybrzeżnym winno się rozmieszczać z uwzględnieniem ich przeznaczenia i zadań. Głównie dotyczy to wykrywania i ciągłego prowadzenia celów powietrznych wyodrębnionych w zakresie wysokości lotu. I tak na przykład posterunki radiolokacyjne przeznaczone do wykrywania i ciągłego obserwowania celów powietrznych na bardzo małych i małych wysokościach w pasie przybrzeżnym winny być usytuowane w odległości brzegowej, spełniające wymagania zawarte w tabeli nr 21. Jednak jak sugeruje tabela 23 usytuowanie ich na pamujących wzniesieniach nie prowadzi do zbytnich korzyści w zakresie obniżenia charakterystyki promieniowania.

Umożliwiając jednocześnie dogodne warunki przenikania SNP nieprzyjaciela na bardzo małych i małych wysokościach.

Usytuowanie wzdłuż linii brzegowej stacji radiolokacyjnych ze zwiększoną wysokością zawieszenia systemu antenowego poszczególnych posterunków radiolokacyjnych na wyniesieniach terenowych zwiększa zasięg wykrywania celów powietrznych w kierunku morza. Jednak zwiększenie wysokości usytuowania stacji radiolokacyjnej względem lustra wody morza zwiększa również i minimalny zasięg wykrywania $R_{w\,min}$. Powoduje to występowanie strefy niewykrywalności, na pewnym odcinku trasy lotu celu powietrznego, co umożliwia wykonanie manewru i pojawienie się jego w nieoczekiwanym punkcie przestrzeni powietrznej. Istotę powstawania stref niewykrywalności ilustruje rys. 46 zamieszczony poniżej.

Zjawisko powstawania strefy niewykrywalności wynika z przyczyn występujących ograniczeń w charakterystyce promieniowania systemu antenowego w płaszczyźnie płonowej. Wymienione ograniczenia umożliwiają oświetlanie celów powietrznych znajdujących się w znacznej odległości od stacji radiolokacyjnej. Jeżeli więc pozycje strefy niewykrywalności znajdą się



Rys. 46. Powstawanie strefy niewykrywalności przy rozmieszczeniu stacji radiolokacyjnej na wyniosłości terenowej.

szerokości charakterystyki promieniowania systemu antenowego w płaszczyźnie pionowej, na co wskazuje rys. 46, to jej rozmiary można określić wzorem:

$$R_{W\,min} = h_a \cdot \operatorname{ctg} \frac{\theta}{2}$$

$$R_{W\,min} = h_a \cdot \operatorname{ctg} \theta$$

Dlatego też w konkretnym przypadku należy uwzględniać stopień potrzeb. Albo zwiększony zasięg wykrywania, bądź większa strefa niewykrywalności.

Potrzeby kierunku nadmorskiego determinują zwiększony zasięg wykrycia. Stąd rozwiązanie problemu jest następujące. Stacje radiolokacyjne wydzielone do wykrywania celów nisko lecących rozmieszczać należy w obrębie linii brzegowej na najwyższych wzniesieniach terenowych. Sugeruje to wykorzystanie wysuniętych stacji radiolokacyjnych w odniesieniu do pozycji zasadniczych posterunku radiolokacyjnego. Jednak odległość winna gwarantować utrzymanie sprawnej łączności radiowej i przewodowej. Stacja na pozycji zasadniczej winny

wyruwanie → 2750

przekrywać strefę niewykrywalności. Predystynowane do tego celu są stacje radiolokacyjne zakresu centymetrowego.

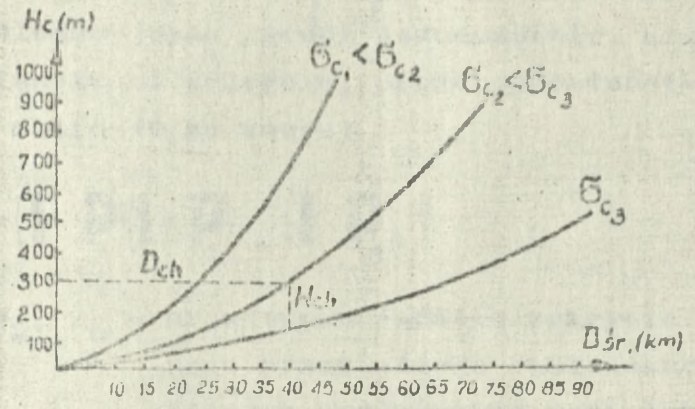
Analogicznym wymaganiom winna odpowiadać II-ga linia posterunków radiolokacyjnych przeznaczonych do wykrywania celów nisko lecących. Obejmująca już pas śródlądowy. Ich zadanie polega na zwiększeniu możliwości wykrywania w wydłużonych obniżeniach teronowych, wcinających się w głąb lądu od strony morza. Stąd też typowa struktura organizacyjna posterunku radiolokacyjnego dla pierwszych dwóch linii posterunków radiolokacyjnych przeznaczonych do wykrywania celów nisko lecących winna przewidywać: 2 RLS zakresu decymetrowego /w tym jedna z podwyższonym systemem antenowym/. Jedna RLS zakresu centymetrowego. Dwa wysokościomierze. Wskazane jest również stacje radiolokacyjne rozmieszczać na zboczach, stokach i rozległych ujemnych pochyłościach terenowych.

Utworzenie ciągłego pola radiolokacyjnego z zadanymi wysokościami dolnej ciągłej granicy, związane jest z określonym ich usytuowaniem względem siebie. Ciągła dolna granica pola radiolokacyjnego uzależniona jest również od zasięgu wykrywania stacji radiolokacyjnych. Dla celów praktycznych, w przypadku występowania stacji radiolokacyjnych o różnych taktyczno-technicznych możliwościach w zakresie zasięgu wykrywania dolną granicę pola można określić, jeśli znany jest uśredniony zasięg wykrycia rozwiniętych /lub przewidzianych do rozwinięcia/ stacji radiolokacyjnych /$D_{śr}$/ według wzoru:

$$D_{śr} = \frac{\omega_1 D_1 + \omega_2 D_2 + \ldots + \omega_m D_m}{\omega_1 + \omega_2 + \ldots + \omega_m}$$

gdzie: $n_1, n_2 \ldots n_m$ - stacje radiolokacyjne posiadające odpowiednie zasięgi wykrywania dla wysokości dolnej granicy pola radiolokacyjnego $D_1, D_2 \ldots D_m$.

Znając wartość $D_{śr}$ odpowiadającą dolnej granicy pola radiolokacyjnego według wykresu przedstawionego na rys. 47 można określić dolną granicę z uwzględnieniem powierzchni skutecznej odbicia /σ_{sk}/.



Rys. 47. Wykres zależności zasięgu wykrycia celów powietrznych od wysokości lotu i powierzchni skutecznej odbicia /σ_{sk}/.

Dalsza czynność obliczenia dolnej granicy pola radiolokacyjnego według wzoru /2.29a/.

Odległość usytuowania pozycji stacji radiolokacyjnych poszczególnych posterunków radiolokacyjnych, wiąże się ściśle z zapewnieniem wymaganego prawdopodobieństwa wykrywania celów powietrznych.

Prawdopodobieństwo wykrycia celu powietrznego /p/ rozpatruje się jako stosunek liczby zdarzeń sprzyjających wykryciu celu powietrznego na tle szumów do ogólnej liczby dokonanych namiarów /lokacji/. Stąd ustalenie jego wartości można dokonać za pomocą wzoru:

$$p = \frac{r}{n} \quad , \qquad /2.61/$$

gdzie: r - liczba zdarzeń sprzyjających wykryciu obiektu powietrznego na tle szumów;

n - liczba wszystkich dokonanych namiarów.

Wartość prawdopodobieństwa wykrycia celu powietrznego przez stację radiolokacyjną /ze wzoru 2.61/ zależeć będzie od: odległości położenia celu, jego składu, skutecznej powierzchni odbicia każdego ze ŚNP nieprzyjaciela, wysokości lotu, szybkości obrotu systemu antenowego oraz jego szerokości charakterystyki promieniowania w płaszczyźnie pionowej i poziomej, a także od wartości oddziaływującej spektralnej gęstości mocy sygnałów zakłócających.

W przypadku oprómieniowania celu powietrznego przez kilka stacji radiolokacyjnych /grup/ jednocześnie, ale z różnymi prawdopodobieństwami wykrycia, prawdopodobieństwo wykrycia grupy p^{g}_{wyk} można obliczyć ze wzoru:

$$P^{g)}_{wyp} = 1-(1-P_1)(1-P_2)\ldots(1-P_n) \qquad /2.62/$$

gdzie: p_1, p_2, p_n - prawdopodobieństwo wykrycia celu powietrznego przez stacje radiolokacyjne poszczególnych posterunków radiolokacyjnych w wybranym punkcie przestrzeni powietrznej.

Przy równych prawdopodobieństwach wykrycia celu powietrznego przez stacje radiolokacyjne systemu wzór /2.62/ można zapisać w postaci:

$$P^{g)}_{wyp} = 1-(1-P)^{n} \qquad /2.63/$$

gdzie: n - liczba RLS grupy /posterunków radiolokacyjnych/ wykrywającej cele powietrzne w wybranym obszarze przestrzeni powietrznej.

Analiza wzorów /2.62 i 2.63/ pozwala wnioskować, że prawdopodobieństwo wykrycia p^{g}_{wyk} wzrasta wraz z liczbą stacji radiolokacyjnych w grupowym poszukiwaniu i wykrywaniu celów powietrznych. Jest ono tym większe im wyższy jest współczynnik "przekrycia" pól wykrywania stacji radiolokacyjnych grupy. Spełnienia tego warunku można oczekiwać na wysokościach średnich, dużych i stratosferycznych. Natomiast na bardzo małych i małych wysokościach warunek ten może być spełniony przy rozmieszczeniu stacji w odległości od siebie na 30-35 km. Przy czym warunek ten dotyczy tylko wartości rozpoczynających się od wysokości ciągłej dolnej granicy pola radiolokacyjnego

wzwyż. Poniżej tej wysokości cele powietrzne są wykrywane przez stacje radiolokacyjne poszczególnych posterunków lub przez wysunięte z posterunków stacje. Ale w przypadku oddziaływania sygnałów zakłócających, w wyniku zmniejszenia się realnych stref wykrywania stacji radiolokacyjnych, dotyczy to również średnich a nawet w oddzielnych przypadkach również i wysokości dużych.

Omówione wyżej warunki i zależności analityczne sugerują, aby ilościową ocenę zdolności wykrywania celów powietrznych przez stacje radiolokacyjne poszczególnych posterunków radiolokacyjnych określać pojęciem, tzw. "chwilowego prawdopodobieństwa wykrywania". Pojęcie to byłoby wskaźnikiem wyjściowym dla oceny efektywności wykrywania.

Przez pojęcie "chwilowego prawdopodobieństwa wykrycia" q należy rozumieć bezwzględne wykrycie celu powietrznego w ciągu jednego cyklu obserwacji. Jest to więc elementarne prawdopodobieństwo, określające możliwość wykrycia celu w danym i-tym cyklu, bez związku z poprzednimi cyklami obserwacji.

Dla stacji radiolokacyjnych realizujących przeszukiwanie przestrzeni powietrznej przez obrót lub wahanie charakterystyki promieniowania, wartość q przedstawia sobą elementarne prawdopodobieństwo wykrycia w czasie, w którym cel powietrzny opromieniowany jest przez system antenowy.

Dla obserwacji dyskretnej /stacje radiolokacyjne przeszukiwanie przestrzeni powietrznej dokonują przez zmianę położenia charakterystyki promieniowania w płaszczyźnie poziomej, obrót dookoła osi , lub pionowej -wahanie/ prawdopodobieństwo wykrycia określa się według wzoru:

$$P_n = 1-(1-q)^n \qquad /2.64/$$

dla nie zmieniających się warunków obserwacji /q = const/ oraz

$$P_{/n/} = 1 - \prod_{i=1}^{n} (1-q_i) \qquad /2.65/$$

dla zmiennych warunków obserwacji /q = var/.

Dotychczasowa praktyka działań oraz doświadczenia z ćwiczeń wojsk radiotechnicznych dają wskazania, że wykrycia celu powietrznego na odpowiedniej odległości od rejonu działań, zwiększa

w skomplikowanych warunkach sytuacji powietrznej, zapewnia również jego nie zagubienie mimo występujących przerw. Natomiast wykrycie celu powietrznego w rejonie działań, zazwyczaj prowadzi do błędnej identyfikacji. Stąd właśnie problem zapewnienia wymaganego prawdopodobieństwa wykrycia jest tak niezwykle ważny dla nadmorskiego kierunku OPK.

Rozpiętość pola radiolokacyjnego w płaszczyźnie poziomej, pionowej i prawdopodobieństwo wykrycia poszczególnych typów ŚNP nieprzyjaciela jest podstawowym warunkiem, spełniającym wymagania w zakresie pełnego zobrazowania dynamiki rozwijających się działań powietrznych.

Jeżeli informacyjne zadania bojowe realizowane przez system radiolokacyjny rozpatrywać z płaszczyzny zabezpieczenia dowodzenia, to miarą możliwości ilościowych w tym zakresie jest ozwarty ilościowy wskaźnik, wyrażający się liczbą jednocześnie obserwowanych celów powietrznych i działających własnych samolotów myśliwskich. Liczbo jednocześnie obserwowanych celów powietrznych i działających samolotów własnego lotnictwa myśliwskiego, oznacza stopień stawianych wymagań przez stanowiska dowodzenia środków aktywnych w zakresie objętości i jakości[x/] informacji radiolokacyjnej, zapewniającej bezwarunkowe wykonanie postawionych zadań bojowych w zakresie niszczenia nieprzyjaciela powietrznego. Przy czym wartość wskaźnika liczby jednocześnie obserwowanych obiektów powietrznych należy rozpatrywać w dostosowaniu do:

- właściwości rejonu działań bojowych i ważności usytuowanych w nim obiektów lub rejonów osłony;
- wielkości rejonu działań oraz hierarchii w nim rozmieszczonych stanowisk dowodzenia i ich kompetencji w zakresie użycia dysponowanych sił i środków.

Wskaźnik liczby jednocześnie obserwowanych celów powietrznych i działających własnych samolotów myśliwskich, uwzględniając strukturę i właściwości funkcjonowania systemu radiolokacyjnego, jest wypadkową możliwości:

- pola radiolokacyjnego oraz jego odporności na tłumienie ze strony ŚNP nieprzyjaciela w ramach realizowanych zabiegów z zakresu walki radioelektronicznej;
- sposobu opracowywania informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej;

---

x/ "Jakość informacji radiolokacyjnej" charakteryzuje się średniokwadratowym błędem określania współrzędnych obiektów powietrznych, dyskretnością oraz czasem opóźnienia napływających danych o sytuacji powietrznej.

- zdolności przepustowej poszczególnych stopni opracowywania informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej;
- ukompletowania, poziomu wyszkolenia i wydajności stanu osobowego pracującego na poszczególnych stopniach opracowywania informacji radiolokacyjnych;
- liczby dysponowanych kanałów łączności oraz niezawodności ich funkcjonowania.

Wskaźnik liczby jednocześnie obserwowanych celów powietrznych i własnych samolotów myśliwskich obejmuje wskaźniki ilościowe z elementami jakościowymi, mianowicie:

a/ wskaźniki ilościowe:

- liczba oraz taktyczno-techniczne możliwości środków zautomatyzowanego dowodzenia;
- liczba kanałów łączności i niezawodność funkcjonowania systemu łączności;
- stan ukompletowania i wyszkolenia stanu osobowego;

b/ wskaźniki jakościowe:

- zdolność przepustowa poszczególnych stopni opracowywania informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej;
- pełny zbiór przestrzennego zobrazowania działających celów powietrznych i własnych samolotów myśliwskich;
- wiarygodność zobrazowania liczby przestrzennej działalności celów powietrznych i własnych samolotów myśliwskich.

Metody ustalenia wielkości wskaźnika liczby jednocześnie obserwowanych celów powietrznych i własnych samolotów myśliwskich mogą być różne. Oto niektóre z nich.

Założenia ogólne dla poszczególnych metod:

1. Struktura systemu radiolokacyjnego obejmuje taktyczne i operacyjno-taktyczne punkty opracowywania informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej.
2. Sposób obiegu informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej - hierarchiczno-szeregowy /zasada "od dołu do góry"/.

Metoda I-sza

a. Określić:

1. Ekstremalną liczbę jednocześnie obserwowanych celów powietrznych dla taktycznego punktu opracowywania informacji radiolokacyjnej.

b. Rozwiązanie:

1. Dla dowolnie wybranego taktycznego punktu opracowywania informacji radiolokacyjnej, zabezpieczającego działania bojowe związku taktycznego wojsk rakietowych oraz pułku lotnictwa myśliwskiego, ustala się:

- liczbę podległych źródeł, z których odbierana jest informacja radiolokacyjna z uwzględnieniem wydajności w przyjętej jednostce czasu, gdzie wydajność określa:
  - dyskretność przekazywania informacji radiolokacyjnej, wyrażające przedział czasu /t_1/, po upływie którego informacja o położeniu każdego oddzielnie wziętego celu powietrznego /w tym własnego lotnictwa/ zostaje wznowiona;
  - czas obróbki i przekazania /t_2/ pojedynczej informacji radiolokacyjnej o nowym położeniu celu powietrznego /w tym własnego lotnictwa/;
- liczbę kanałów informacji radiolokacyjnej z podległych źródeł.

2. Możliwą liczbę jednocześnie zobrazowanych celów powietrznych /w tym własnego lotnictwa/ można określić wg wzoru:

$$M = \sum_{i=1}^{n} \frac{t_{1i}}{t_{2i}} \qquad /2.66/$$

gdzie: n - liczba kanałów odbioru informacji radiolokacyjnej z podległych źródeł.

3. Napływająca i opracowywana informacja radiolokacyjna punktu taktycznego przekazywana jest na punkt nadrzędny /operacyjno-taktyczny/. Występuje zatem potrzeba określenia zdolności przepustowej x/.

Kryterium podziałowym w zakresie potrzeb dowodzenia jest dysponowanie aktualnymi danymi o sytuacji powietrznej. W zależności od dysponowanego czasu, dąży się do spełnienia następującego warunku:

---

x/ "Zdolność przepustowa" - liczba danych radiolokacyjnych o ilości działających obiektów powietrznych, miejsca ich położenia w granicach dysponowanego pola radiolokacyjnego z ustaloną dokładnością na wejściu użytkownika /Chodzi w tym przypadku o czas odświeżania zobrazowania sytuacji/.

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{t_{1i}}{t_{2i}} = \sum_{j=1}^{m} \frac{t_{1j}}{t_{2j}} \qquad /2.67/$$

gdzie: m - liczba kanałów przekazywania informacji radiolokacyjnej na nadrzędny punkt zbioru informacji radiolokacyjnej.

Proces technologiczny opracowywania informacji radiolokacyjnych o sytuacji powietrznej w systemie zautomatyzowanym lub niezautomatyzowanym nie zawsze spełnia wymagania wzoru /2.67/. Na to miejsce w sytuacjach skomplikowanych, podczas których ilość informacji towarzysząca trasom problemowym[x/] wymaga zużycia określonego czasu na ich opracowanie. Stąd dla obliczeń zdolności przepustowej, zapewniającej ekstremalną liczbę jednocześnie obserwowanych obiektów powietrznych przez nadrzędny punkt zbioru danych o sytuacji powietrznej, znajduje zastosowanie metoda następna.

Metoda II-ga

Taktyczny punkt opracowywania informacji radiolokacyjnej funkcjonuje w reżimie optymalnym wówczas, kiedy napływająca ilość informacji na jego wejście o trasach lotu obiektów powietrznych równa się zdolnościom przepustowym na jego wyjściu.

Uwzględniając technologiczne właściwości opracowywania ilości napływających danych o trasach, wskazane jest wyrażać je w postaci tzw. tras umownych. Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że dla opracowania informacji tras lotu poszczególnych typów wymiar potrzeba zużycia określonego czasu, i tak, na przykład:

- dla nowo wykrytych tras zużycie czasu wynosi 40-45 s;
- dla tras ustalonych, dowiązanie nowych danych wymaga zużycia czasu 5 s.

Pojęcie "trasa umowna" oznacza czasochłonność w wymiarze 15 s. Stąd trasa nowo wykryta wymaga zużycia trzech jednostek tras umownych, ewentualnie trzy trasy ustalone równają się czasochłonności jednej trasy umownej. Doświadczenia wskazują, że przyjęte normy tego wymiaru powodują błędy w postaci tras przepuszczonych lub nieprawidłowo opracowanych, w których

---

x/ "Trasy problemowe" - trasy lotu celów powietrznych /w tym własnych myśliwców/, o których napływają dane są niepełne lub nawet wzajemnie sprzeczne, ewentualnie brak dokładności w zakresie ujęcia tras odcinkowych.

wielkość waha się w granicach 10-15% ogólnej liczby jednocześnie występujących tras.

Zdolność przepustową w zakresie opracowywania informacji radiolokacyjnej dla taktycznego punktu, korzystając z miary tras umownych, można wyrazić wzorem:

$$M = 4 \frac{\text{trasy umowne}}{\text{min}} \qquad /2.68/$$

Wyrażona wzorem /2.68/ zdolność przepustowa oznacza wydajność dla jednej grupy opracowywującej informację o poszczególnych trasach. W przypadku wydzielenia dwóch grup zdolność przepustowa podwaja się. Wobec tego dla optymalnego reżimu pracy grupy taktycznego punktu opracowywania informacji radiolokacyjnej powinien być spełniony warunek następujący:

$$N_t \leq M n_g t_c \qquad /2.69/$$

gdzie: N_t - liczba tras umownych napływających na wejście taktycznego punktu opracowywania informacji obejmującego czas cyklu wznowienia informacji t_c;

n_g - liczba grup opracowywania informacji radiolokacyjnej o trasach lotu obiektów powietrznych.

Liczba tras umownych zależy od stopnia złożoności sytuacji powietrznej, którą można wyselekcjonować przez wyodrębnienie etapów znamionujących rozwój nalotu nieprzyjaciela powietrznego.

Każdy nalot, w tym również i zmasowany, można podzielić na trzy etapy:

- początkowy, w którym wśród tras różnych typów trasy nowo wykryte będą przeważającymi z $t_{opr} = 45$ s;
- zasadniczy, w którym przeważającym typom tras będą ustalone, a trasy nowo wykryte stanowić będą niewielki procent;
- końcowy, w którym praktycznie wszystkie trasy będą ustalone, a liczba ich będzie systematycznie zmniejszać się.

Należy, w oparciu o zwariantowane modele nalotu ŚNP nieprzyjaciela dla danego rejonu działań, ustalić liczbę tras umownych oraz wydzielić wymaganą liczbę grup dla opracowywania informacji o trasach lotu obiektów powietrznych w ekwiwalentnych warunkach sytuacji powietrznej. W przypadku przekroczenia

przewidywanej liczby tras funkcje sterujące w tym zakresie przejmuje grupa dowodzenia. Chodzi głównie o ustalenie dyskretności przekazywania danych w zależności od rangi niebezpieczeństwa poszczególnych grup celów powietrznych.

Ponieważ problem przepustowości dotyczy opracowywania danych oraz ich przekazywania, stąd warunek optymalności w zakresie odczytywania i przekazywania informacji również należy wyrazić analitycznie.

Zdolność przepustowa dowolnie wziętego punktu zbioru informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej, wyrażana liczbą jednocześnie wykrytych i prowadzonych tras celów powietrznych M_j oraz przekazywanej o nich ilości danych g_j może być różna. Jest to spowodowane różnymi względami, np. wynikającymi ze stopnia automatyzacji procesu opracowywania i przekazywania informacji radiolokacyjnej, nieustannego rozwoju środków zautomatyzowanego dowodzenia, głównie w zakresie ich wydajności, a także stopnia ukompletowania i wyszkolenia stanu osobowego, jak również posiadanych przez nich aktualnych predyspozycji psycho-fizycznych. Stąd w przypadku niejednakowych możliwości przepustowych w zakresie opracowywania danych o liczbie tras M_j oraz przekazywania danych g_j, reżimy pracy grup pracujących na punkcie zbioru informacji radiolokacyjnej określa się wzorem:

$$\sum_{i=1}^{m} \frac{N_i}{t_{g_i}} \leqslant \sum_{j=1}^{l} M_j n_{mj} \qquad /2.70/$$

ewentualnie

$$\sum_{i=1}^{m} \frac{N_i}{t_{g_i}} \leqslant \sum_{j=1}^{p} g_j n_{mj} \qquad /2.71/$$

gdzie: N_i – liczby i-tych celów powietrznych z uwzględnieniem rangi ich niebezpieczeństwa;

t_{gi} – dyskretność przekazywania danych o i-tych celach powietrznych z uwzględnieniem rangi ich niebezpieczeństwa;

M_j – zdolność przepustowa j-tego punktu zbioru informacji wyrażona w $/\frac{meld}{min.}/$;

n_{mj}; n_{gj} – liczba funkcjonujących równolegle elementów /grup/ o jednakowych możliwościach;

g_j – zdolność przepustowa j-tego elementu /grupy/ przekazywania danych $/\frac{meld}{min.}/$;

m - liczba rang określająca stopień niebezpieczeństwa celów powietrznych.

Jeżeli występujący arsenał ŚNP nieprzyjaciela można rozdzielić tylko na dwie rangi niebezpieczeństwa, wówczas wzory przyjmują postać:

$$\frac{N_1}{t_{g_1}} \; \frac{N_2}{t_{g_2}} \leqslant \sum_{j=1}^{l} M_j n_{mj} \qquad /2.72/$$

ewentualnie

$$\frac{N_1}{t_{g_1}} \; \frac{N_3}{t_g} \leqslant \sum_{j=1}^{p} g n_{g_i} \qquad /2.73/$$

Przedstawione metody analityczno zobrazowywania liczby jednocześnie działających celów powietrznych /w tym lotnictwa własnego/ dla potrzeb dowodzenia siłami i środkami OPK, są podstawą do badania procesu informacyjnego w dowolnie wziętym punkcie systemu radiolokacyjnego. Użyteczność praktyczną wskaźnika zobrazowywania liczby jednocześnie działających obiektów powietrznych dla potrzeb optymalizacji struktury systemu radiolokacyjnego, najprzydatniej jest wyrażać w połączeniu z czasem krytycznym obiegu informacji o sytuacji powietrznej[x/]. Daje to rzeczywisty obraz terytorialnej możliwości spełnienia realizacji zadań wynikających z procesu dowodzenia działaniami bojowymi. Z tych względów wynikła potrzeby lat ostatnich, zapoczątkowały ścisłą integrację funkcjonowania taktycznych elementów systemu dowodzenia z taktycznymi elementami systemu radiolokacyjnego. Wymienione powiązania następowały głównie z uwzględnieniem:

- dysponowanego promienia informacji o sytuacji powietrznej na poszczególnych wysokościach zgodną z taktycznym promieniem działań oraz zasięgiem strefy startu dla przeciwlotniczych zestawów rakietowych;
- czasu opóźnienia zobrazowywania dynamiki działań poszczególnych grup celów powietrznych na podejściach oraz w rejonie oznaczonego taktycznego rejonu działań;

---

x/ "Krytyczny czas obiegu informacji o sytuacji powietrznej", maksymalny czas dopływu danych o działalności poszczególnych grup celów powietrznych, zapewniający, zgodnie z przydzielonymi kompetencjami, terminowe przeciwdziałanie dysponowanymi siłami i środkami z założoną efektywnością wykonania zadania bojowego.

- dokładności zobrazowywania danych o celach powietrznych i własnych samolotach myśliwskich w przedziale wykluczającym mylną identyfikację celów powietrznych i własnych samolotów myśliwskich;
- przyjętych zasad dowodzenia oraz kompetencji użycia dysponowanych sił i środków w ramach obowiązującego stopnia centralizacji dowodzenia zamykającego się w relacji korpus OPK - PłSD.

Czasowo występują zahamowania dalszej integracji z systemem radiolokacyjnym elementów systemu dowodzenia szczebla operacyjno-taktycznego i operacyjnego. Powiązania informacyjne następują tylko przez usytuowane przy nich Centra Informacyjno-Rozpoznawcze, występujące przy nich na zmiennych prawach autonomicznych. Zjawisko to jest wynikiem:

- dowolnej interpretacji zasad operacyjnego wykorzystania sił i środków OPK w czasie odpierania nalotów nieprzyjaciela powietrznego;
- niedoskonałości taktyczno-technicznych możliwości środków walki;
- ograniczonego wykorzystania środków zautomatyzowanego dowodzenia.

Wydaje się, że wnikliwa analiza wskaźnika liczby jednocześnie obserwowanych celów powietrznych /w tym własnego lotnictwa/, wespół z krytycznym czasem obiegu danych o sytuacji powietrznej i stawianymi wymaganiami zawartymi we wzorze /2.36/, rozszerza możliwości poznawcze w zakresie doskonalenia powiązań między elementami systemów dowodzenia i radiolokacyjnego wszystkich szczebli. Wskazuje również na kierunki łagodzenia dysproporcji uwarunkowanych ekonomicznymi możliwościami w zakresie nakładów finansowych.

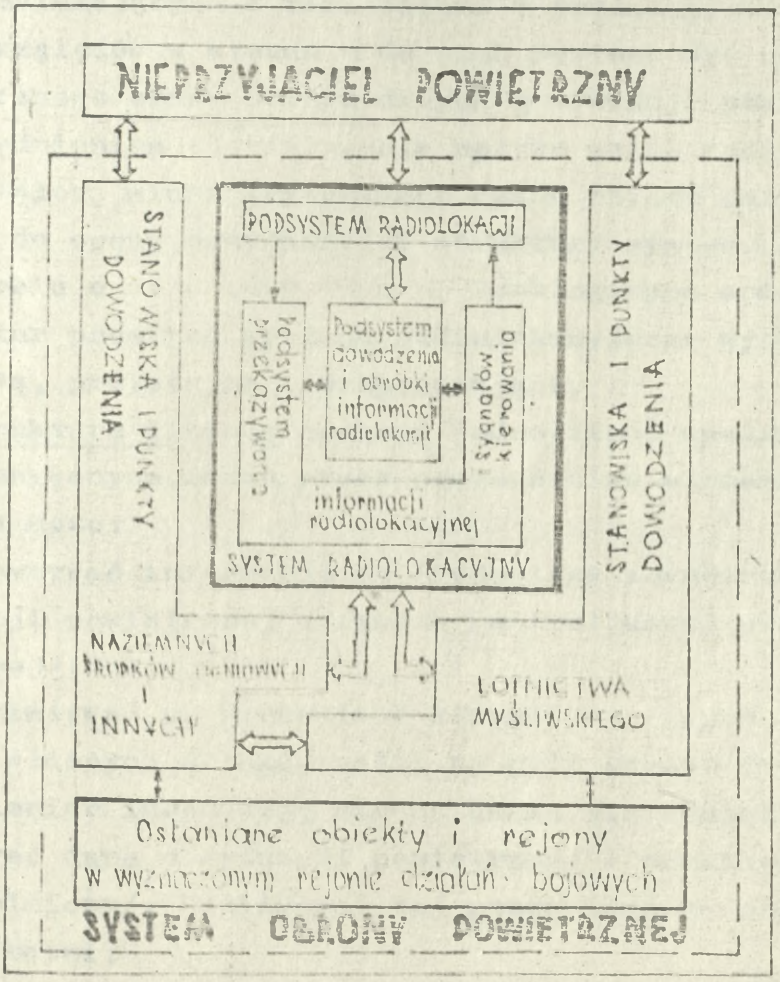
Pozwala to na skokową rotację poszczególnych grup sprzętu bojowego, głównie w tym przypadku stacji radiolokacyjnych oraz niektórych zestawów środków zautomatyzowanego dowodzenia, zachowując wymaganą efektywność zabezpieczenia radiolokacyjnego działań.

Ustalenie przydatności istniejącego lub proponowanego do wykorzystania powiązania elementów systemu radiolokacyjnego z elementami systemu dowodzenia wszystkich szczebli oprócz już wymienionych czynników, ocenia się jeszcze z uwzględnieniem:

- topologicznych właściwości systemu radiolokacyjnego;
- czasem obiegu informacji o sytuacji powietrznej między poszczególnymi elementami systemu radiolokacyjnego;

- niezawodnością funkcjonowania procesu dowodzenia i obiegu danych o sytuacji powietrznej podczas naruszania całości strukturowej systemu radiolokacyjnego;
- warunków środowiskowych elementów systemu radiolokacyjnego.

Wymienione właściwości topologiczne wyrażają przestrzenno-terytorialny charakter systemu radiolokacyjnego, obejmującego regularne rozmieszczenie posterunków radiolokacyjnych oraz punktów zbioru informacji o sytuacji powietrznej. Ponadto, powiązania uwarunkowane są dysponowanymi kanałami łączności, wyrażają możliwości nie tylko ilościowe, ale również i dokładności zobrazowania danych o trasach lotu. Przy czym, powiązania informacyjne rozpatrywane są w szerszym zakresie, obejmującym warunki środowiskowe /osłaniane obiekty i rejony, których zachowanie żywotności jest głównym warunkiem istnienia obrony powietrznej/. Powiązania informacyjne elementów systemu radiolokacyjnego z elementami systemu dowodzenia oraz środowiskiem przedstawia rys. 51.



Rys. 51. Ideowy schemat powiązań informacyjnych elementów systemu radiolokacyjnego z elementami systemu dowodzenia oraz środowiskiem

Z powyższych rozważań wynika, że topologia systemu radiolokacyjnego powinna być podporządkowana przewidywanemu obezwładniającemu oddziaływaniu nieprzyjaciela powietrznego na poszczególne jego elementy i zachowaniu w tych warunkach jego funkcjonalnej żywotności.

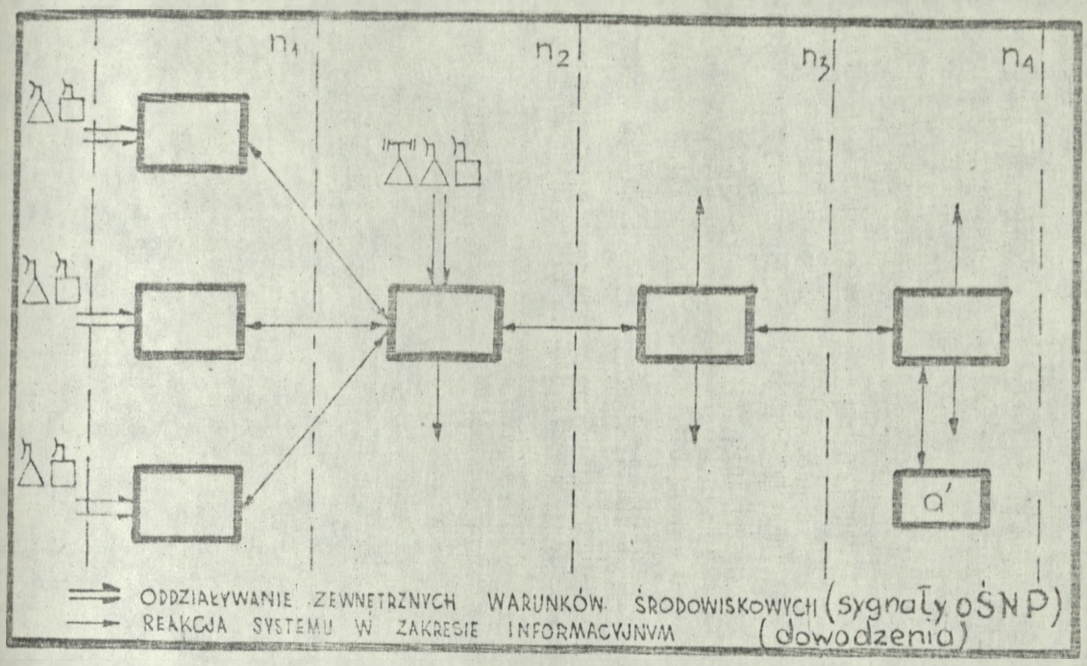
Podstawą oceny w tym zakresie będą systemowo uwzględniane radioelektroniczne możliwości rozpoznawcze nieprzyjaciela oraz dysponowany przez niego czas na wykonanie uderzeń posiadanymi środkami obezwładniającymi, wraz z ich taktyczno-technicznymi możliwościami. Następnie topologia systemu radiolokacyjnego powinna być podporządkowana właściwościom zabezpieczenia radiolokacyjnego działań hierarchicznych szczebli dowodzenia: taktycznego, operacyjno-taktycznego oraz operacyjnego. Przy czym dwa pierwsze determinują efektywność bojową OPK, ponieważ spowodowane jest to bezpośrednim użyciem bojowym na nieprzyjaciela powietrznego lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych oraz współdziałających z nimi siłami i środkami. Właśnie głównie z tych względów w stosunku do nich powinna być ustalona miara krytycznego czasu obiegu danych o sytuacji powietrznej z uwzględnieniem oddziaływania wpływu walki radioelektronicznej.

Ustalona miara krytycznego czasu obiegu danych może być podstawą do oceny przydatności struktury systemu radiolokacyjnego w oparciu o struktury typowe. Topologiczna analiza możliwych struktur prostych systemu radiolokacyjnego wyodrębnia strukturę liniową, przystępną i uzupełniającą.

Strukturę liniową cechuje jednolitość spełnianych funkcji i wykonywanych zadań przez poszczególne elementy. Każdy z elementów może:

- otrzymywać informację od środowiska zewnętrznego /dane o sytuacji powietrznej w ramach kontrolowanej przestrzeni powietrznej/;
- oddziaływać na środowisko zewnętrzne /zapewniać nakierowywanie własnych środków walki na cele powietrzne/;
- wymieniać informację między dwoma sąsiednimi elementami /odbierać dane o sytuacji powietrznej i przekazywać je w sposób uogólniony/. Możliwości tej pozbawione są elementy pierwszy i ostatni;
- element nadrzędny kieruje działalnością elementu położonego o jedną hierarchię niżej.

Schemat ideowy struktury liniowej przedstawia rys. 52 zamieszczony poniżej.



Rys. 52. Ideowy schemat liniowej struktury systemu radiolokacyjnego

Struktury liniowe można podzielić na proste i złożone. W prostych występują pojedyncze elementy na poszczególnych stopniach. Natomiast w złożonych może występować ich kilka, tworząc układ rozgałęziony. Jednak w każdym przypadku wystąpuje mniej lub więcej rozgałęziona torowość obiegu ogólnego potoku informacyjnego "z dołu do góry" lub odwrotnie.

W obronie powietrznej następuje w ustalonej hierarchii /z dołu do góry/, przepływ danych sytuacyjno-bojowych oraz meldunków lub sygnałów potwierdzających wykonywanie określonych czynności, lub też rezultatów działań. Problemem najistotniejszym, ze względu na tego informacji, jest przepływ danych o sytuacji powietrznej, które są podstawą do podejmowania decyzji na działania bojowe. W odwrotnym kierunku następuje obieg danych dotyczących powiadamiania oraz informacji dowodzenia[x/]. Czas

---

x/ "Informacja dowodzenia", sformułowane informacje obejmujące rozkazy, zarządzenia itp., których treść i częstotliwość dostosowana jest do reagowania na wytwarzający się stan sytuacyjno-bojowy.

obiegu danych o sytuacji powietrznej /w strukturze liniowej/ uzależniony jest od jego długości, wyrażający się liczbą poziomów hierarchicznych oraz możliwościami przepustowymi ilości informacji przez występujące w nich elementy, co można wyrazić wzorem:

$$M_{t_1} + M_{t_2} + \ldots\ldots + M_{t_n} = t_{og} \qquad /2.74/$$

gdzie: t_{og} - sumaryczny czas obiegu informacji dla założonej struktury liniowej;

$M_{t_1}, M_{t_2}, M_{t_u}$ - czasy przepływu informacji w poszczególnych poziomach hierarchicznych;

M - zdolności przepustowe informacji, współmierne z liczbą działających obiektów powietrznych w poszczególnych poziomach hierarchicznych.

Zabezpieczenie radiolokacyjne działań, w strukturze liniowej systemu radiolokacyjnego, nastąpi wówczas, kiedy zostanie spełniony warunek:

$$t_{og} \leq T_{kr}, \qquad /2.75/$$

gdzie: T_{kr} - minimalny bilans czasowy dysponowany na końcowym poziomie hierarchicznym struktury liniowej, zapewniający terminowe zwalczanie na wyznaczonych rubieżach SNP nieprzyjaciela przez lotnictwo myśliwskie i wojska rakietowe.

Konkretne potrzeby czasowe dysponowania informacją o sytuacji powietrznej w systemie OPK są zróżnicowane. Wynikają one, przede wszystkim, z terytorialnego rozmieszczenia elementów dowodzenia i ugrupowania dysponowanych przez nich środków walki, a także szczebla hierarchicznego,

Stąd wzór /2.75/ przyjmie postać:

$$T_{kr} = \xi_{kr_1} + \xi_{kr_2} + \ldots + \xi_{kr_n} \quad , \qquad /2.76/$$

Wzory /2.74/ i /2.75/ sugerują, że T_{kr} uwarunkowane jest przede wszystkim:

- dysponowanym promieniem informacji o sytuacji powietrznej w płaszczyźnie poziomej;
- prędkością lotu celów powietrznych;
- ustaloną rubieżą wprowadzenia do walki dysponowanych środków walki oraz posiadanymi przez nich czasowo-przestrzennymi wskaźnikami;
- czasochłonnością opracowywania danych o trasach lotu celów powietrznych i szybkością przekazywania o nich informacji;
- długością obiegu informacji, wynikającą z długości struktury liniowej do elementu, przy którym podejmowane są decyzje i następnie przekazywane do wykonawców o użyciu dysponowanych środków walki na wyznaczone do zniszczenia cele powietrzne.

Wobec tego T_{kr} oznacza nic innego, jak minimalny czas współmierny z terminową realizacją niszczenia celów powietrznych przy konkretnie istniejącej strukturze systemu radiolokacyjnego i strukturze dowodzenia opartej na systemie radiolokacyjnym.
Stąd w swej istocie określa przydatności informacji kierowania.

Jeżeli więc T_{kr} dotyczy informacji kierowania, to ustalenie jego wymiaru można rozpatrywać następująco.

Wymagany zasięg informacji, dla terminowego użycia lotnictwa myśliwskiego, uwzględniając, że stanowisko dowodzenia wypracowujące rozmieszczone decyzje jest przy n-tym elemencie hierarchicznym struktury liniowej określa się wzorem:

$$D = V_m \xi_\beta + V_c \left(\xi_{opo} + \xi_{oc} + \xi_{od} + \xi_{pos} + \xi_{po} \right) \quad , \qquad /2.77/$$

gdzie: V_m - prędkość lotu myśliwca w km/min.;

V_o - prędkość lotu celu powietrznego w km/min.;

t_p - czas przelotu myśliwca do rubieży przechwycenia wraz z naborem wysokości;

t_{opu} - czas opóźnienia napływu danych początkowych o trasie lotu celu powietrznego do n-tego poziomu hierarchicznego struktury liniowej systemu radiolokacyjnego;

t_{oc} - czas określenia parametrów lotu celu;

t_{od} - czas oceny sytuacji, ustalenia rangi niebezpieczeństwa celu, podjęcia decyzji i przekazania komendy do wykonawców;

t_{pas} - czas zapuszczenia silnika, wykołowania, start i lot myśliwca do WPT;

t_{pa} - czas zajęcia wyjściowego położenia myśliwca dla wykonania ataku.

Jeżeli obie strony równania /2.77/ podzielić przez V_o, a $V_m t_p$ zamienić na t_m, oznaczający czasochłonność myśliwca dla osiągnięcia rubieży przechwycenia, wówczas ostatecznie wzór przyjmie postać:

$$t = t_m + t_{opu} + t_{oc} + t_{od} + t_{pas} + t_{pa} , \qquad /2.78/$$

Jeżeli przy n-tym poziomie hierarchicznym systemu radiolokacyjnego zostanie spełniony warunek:

$$t \leq T_{kr} ,$$

gdzie: $T_c - t_{dol}$ celu powietrznego do wymaganej rubieży przechwycenia przez lotnictwo myśliwskie;

T_r - czasochłonność reakcji systemu OPK, którą dla celów praktycznych można określić wzorem:

$$T_r = t_{o_{inf}} + t_{wyd} + t_{wd} + \Delta t$$

gdzie: $t_{o_{inf}}$ - czas obiegu informacji do n-tego elementu hierarchicznego systemu radiolokacyjnego;

t_{wd} - średni czas wypracowania decyzji;

Δt - czas uruchomienia i wyprowadzenia do walki środków aktywnych.

Analogicznie przedstawia się problem w odniesieniu do wojsk rakietowych.

Wymagany zasięg informacji dla terminowego użycia wojsk rakietowych, uwzględniając n-ty element struktury liniowej systemu radiolokacyjnego, przy którym podejmowane są decyzje dotyczące podziału celów do zwalczania określa się wzorem:

$$D = V_c \left(t_{opn} + t_{ogb} + t_{pdc} + t_s + t_{lr} \right), \qquad /2.80/$$

gdzie: V_c - prędkość lotu celu powietrznego w km/min.;

t_{opn} - czas opóźnienia napływu danych początkowych o torze lotu celu powietrznego do n-tego poziomu hierarchicznego struktury liniowej systemu radiolokacyjnego, przy którym wypracowywane są decyzje dotyczące podziału celów powietrznych do zwalczania;

t_{ogb} - czas osiągnięcia gotowości bojowej przez dowódcę i postawienia zadań bojowych na

ostrzelanie celów powietrznych;

t_s - czas przygotowania i startu rakiety;

t_{lr} - czas lotu rakiety.

Jeżeli obie strony równania /2.80/ podzielić przez V_c i dokonać przekształcenia lewej części równania, wówczas wzór przyjmie ostateczną postać:

$$t = t_{opn} + t_{ogb} + t_{pds} + t_s + t_{lr} \quad , \qquad /2.81/$$

Jeżeli przy n-tym poziomie hierarchicznym systemu radiolokacyjnego zostanie spełniony warunek, że:

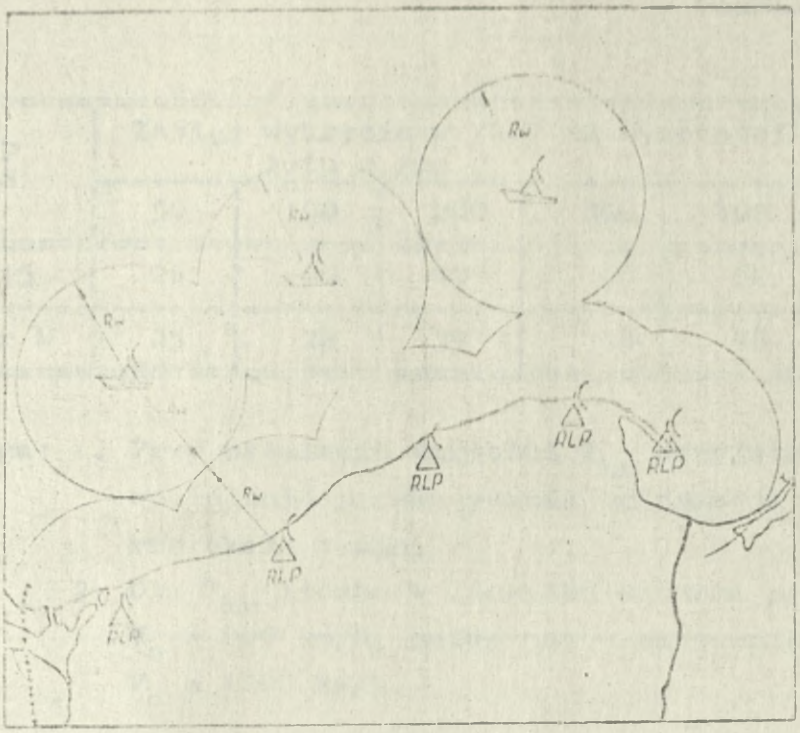
$$t \leq T_{kr}$$

wówczas istnieją warunki do rozmieszczenia elementu dowodzenia, zapewniające terminowe wykonanie strzelania przez doar.

W konkretnym przypadku T_{kr} dla nadmorskiego kierunku OPK wyraża różnicę czasochłonności między lotem celu powietrznego do rubieży startu rakiet a momentem jego wykrycia. Zależność tę również można wyrazić wzorem analogicznym, jak wzór /2.79/.

Współczesny zasięg pocisków klasy "powietrze - ziemia" przenoszonych przez samoloty taktyczne państw NATO wynosi 60 km. Stąd rubieże przechwycenia przez lotnictwo myśliwskie i strefa ognia wojsk rakietowych OPK winna przekrywać te rubieże wzdłuż całej linii brzegowej otwartych granic PRL.

Na nadmorskim kierunku OPK T_{kr} można zwiększyć przez wykorzystanie dozorów radiolokacyjnych, rozmieszczonych na nawodnych jednostkach pływających lub okrętach podwodnych. Najbardziej predysponowanymi do tych celów są stacje radiolokacyjne wykrywania celów nisko lecących. Ekonomiczne ich wykorzystanie uzyskuje się przy rozmieszczeniu ich od linii brzegowej na odległość podwójnego zasięgu wykrywania celów powietrznych lecących na małych wysokościach. Idealny schemat rozmieszczenia morskich dozorowców radiolokacyjnych przedstawia rys. 53 zamieszczony poniżej.



Rys. 53. Ideowy schemat rozmieszczenia morskich dozorowców radiolokacyjnych wzdłuż linii brzegowej nadmorskiego kierunku OPK.

Wykorzystanie morskich dozorowców radiolokacyjnych zwiększa zasięg wykrywania ŚNP nieprzyjaciela. Zwiększa się również wartość T_{kr}, którego można wyrazić wzorem:

$$T_{kr} = T_c' + T_c'' - T_r$$

gdzie: T_c' - czas lotu celu powietrznego w strefie wykrywania morskich dozorowców radiolokacyjnych;

T_c'' - czas lotu celu powietrznego w strefie wykrywania stacji radiolokacyjnych usytuowanych wzdłuż linii brzegowej.

I tak na przykład przy rozmieszczeniu morskich dozorowców radiolokacyjnych, wyposażonych we współczesne dyspozycyjne stacje radiolokacyjne typu P-15, lub Jawor M wartość przyrostu T_{kr} przedstawia tabela 24 zamieszczona poniżej.

TABELA 24

Typ RLS	Zasięg wykrycia w /km/ na wysokości lotu w /m/					T_{kr}/min/
	50	100	200	300	400	
P-15	26	30	40	50	60	5;5/4
Jawor M	25	28	39	44	48	4/3

Uwaga: 1. Przy ustalaniu wartości T_{kr} przyjęto czas opóźnienia przekazywania informacji w wymiarze około 1 min.

2. Dla T_{kr} liczba w liczniku oznacza przy V_o = 900 km/h, natomiast w mianowniku przy V_o = 1200 km/h.

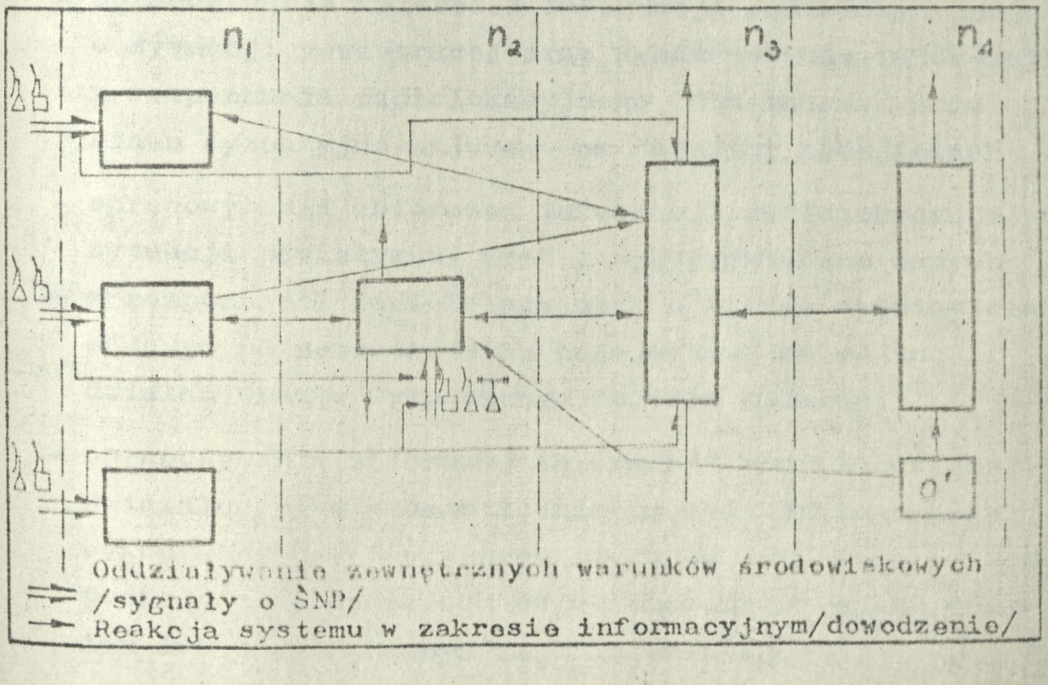
Dane zawarte w tabeli 24 wskazują, że w przypadku wykorzystania jednej linii morskich dozorowców radiolokacyjnych wydłużających ciągłe pole radiolokacyjne, zasadniczy przyrost T_{kr} uzyskuje się dopiero podczas lotu celów powietrznych od wysokości 300 m wzwyż. Natomiast podczas lotu ŚNP nieprzyjaciela na wysokości 100-150 m, gwarantujące pełne zaskoczenie przyrost jest nieznaczny.

Rubież ich usytuowania leży w przedziale włączenia nadajników zakłóceń pokładowych samolotów uderzeniowych nieprzyjaciela. Ponadto nawodne, morskie dozory radiolokacyjne ze względu na współczesne możliwości rozpoznania radioelektronicznego oraz wykonania uderzenia pociskami klasy "powietrze-woda" można uważać za okręty jednorazowego użytku.

Łagodzenie występujących sprzeczności w strukturze liniowej systemu radiolokacyjnego, dotyczące głównie zmniejszenia opóźnienia czasu obiegu danych o sytuacji powietrznej uzyskuje się w przestępnej strukturze systemu radiolokacyjnego.

Strukturę przestępną cechuje również jednolitość sprzętowych (tabela 1 wyposażanych zadań przez

poszczególne elementy. Właściwości funkcjonowania i powiązań informacyjnych są podobne do struktury liniowej. Występuje jednak częściowa wyspecjalizowana dwutorowość obiegu danych o sytuacji powietrznej. Polega ona na jednoczesnym odbiorze danych przez dwa lub więcej stopnie hierarchiczne. Przy czym przekazywane dane radiolokacyjne winny być już po obróbce pierwotnej i wtórnej. Zachodzi tylko zbiorcze opracowywanie danych o poszczególnych trasach lotu SNP nieprzyjaciela oraz ewentualnie własnych samolotach myśliwskich. Nie wyklucza się jednak procesu obróbki wtórnej. Ponadto różnica również tkwi w procesie dowodzenia /kierowania/. Wybrany element hierarchiczny w środkowej części struktury może kierować jednocześnie elementami o dwa stopnie hierarchiczne niżej. Schemat ideowy struktury przestępnej przedstawia rys. 54 zamieszczony poniżej.



Rys. 54. Ideowy schemat przestępnej struktury systemu radiolokacyjnego.

Struktury przestępne również można podzielić na proste i złożone. W prostych występują pojedyncze

elementy w poszczególnych stopniach. Natomiast w złożonych może ich występować kilka, tworząc układ rozgałęziony z różnym jednak powiązaniem hierarchicznym. Występuje więc nie tylko rozgałęziona torowość obiegu informacji o sytuacji powietrznej w poszczególnym stopniu hierarchicznym, ale również częściowo rozgałęzione powiązanie hierarchiczne.

Stopień rozgałęzienia hierarchicznego podporządkowany jest spełnieniu efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego wyrażony wzorami /2.74/ i /2.75/. Stąd na punkcie zbioru informacji radiolokacyjnej, zabezpieczającej jednocześnie element dowodzenia, w którym podejmowane są scentralizowane decyzje na użycie lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych mogą występować trzy zespolone grupy opracowywania informacji o sytuacji powietrznej niezależnie od sposobu opracowywania informacji radiolokacyjnej /zautomatyzowanie lub niezautomatyzowanie/, a mianowicie:

- opracowywania zbiorczej informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej oraz wykorzystanie informacji z rozpoznania radiolokacyjnego, dla zobrazowania stanu sytuacyjno-bojowego na dalekich podejściach;
- opracowywania zbiorczej informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej wraz z wykorzystaniem danych z rozpoznania radiolokacyjnego o stanie sytuacyjno-bojowym na bezpośrednich podejściach do rejonu działań oraz w wyznaczonym rejonie działań;
- opracowywania zbiorczej informacji radiolokacyjnej o działalności własnego lotnictwa myśliwskiego oraz wykonywanych lotów innych rodzajów lotnictwa na bezpośrednich podejściach do wyznaczonego rejonu działań lub w wyznaczonym rejonie działań.

Przyjęty obieg i opracowywanie informacji radiolokacyjnej w strukturze przestępnej częściowo odpowiada proponowanej trzywarstwowej strukturze pola radiolokacyjnego z następującą organizacją pododdziałów:

A/ I-szą warstwę dolną pola radiolokacyjnego tworzą wysunięte, pomocnicze posterunki radiolokacyjne. Rozwijane są siłami i środkami kompanii radiotechnicznych, organizacyjnie wchodzących w skład batalionu radiotechnicznego. Wyposażenie ich uwarunkowane jest terytorialnie zajmowanym miejscem w ugrupowaniu wojsk radiotechnicznych.

Wyodrębnia się dwa typy posterunków radiolokacyjnych dla utworzenia I-szej dolnej warstwy pola radiolokacyjnego, a mianowicie:

a/ Dla pasa przybrzeżnego:

1. Typ I - a posiadający wyposażenie następujące:

   - dwa dalmierze radiolokacyjne, których taktyczno-techniczne możliwości spełniają kryteria dla wykrywania celów lecących na bardzo małych i małych wysokościach;

   - jeden dalmierz radiolokacyjny o analogicznych taktyczno-technicznych możliwościach, przeznaczony do rozwinięcia wysuniętego punktu, zwiększając zasięg wykrywania celów lecących na bardzo małych i małych wysokościach, na kierunku najbardziej zagrożonym dla ewentualnego zwiększenia T_{kr};

   - dwa wysokościomierze radiolokacyjne przekrywające strefę wykrywania dalmierzy na bardzo małych i małych wysokościach;

   - zestaw środków zautomatyzowanego dowodzenia dla gromadzenia informacji ze stacji radiolokacyjnych, automatycznego jej przekazywania oraz odbioru i zobrazowania informacji wtórnej a także ewentualnie informacji zbiorczej.

2. Typ I - b posiadający wyposażenie następujące:

   - dwa dalmierze radiolokacyjne analogiczne, jak dla posterunku radiolokacyjnego typu I - a;

   - jeden dalmierz radiolokacyjny dalekiego zasięgu,

przeznaczony do tworzenia trzeciej warstwy pola radiolokacyjnego, którego taktyczno-techniczne możliwości spełniają kryteria do wykrywania celów powietrznych lecących na małych, średnich, dużych i stratosferycznych wysokościach. Przy czym w zależności od potrzeb istnieje możliwość wyłączenia napływu o celach nisko lecących. Ewentualnie zdejmowania tylko danych o celach lecących na małych wysokościach z możliwością uzupełniania z sąsiedniej stacji radiolokacyjnej również danych o celach lecących na bardzo małych wysokościach;

- dwa wysokościomierze radiolokacyjne. Jeden z nich przekrywa strefę wykrywania dalmierza dla bardzo małych i małych wysokości, drugi natomiast dla dalmierza dalekiego zasięgu;
- zestaw środków zautomatyzowanego dowodzenia analogiczny, jak dla posterunku radiolokacyjnego typu I - a, z rozszerzoną jednak skalą przekazywania danych o wysokości lotu.

b/ Dla pasa śródlądowego:

1. Typ I - c posiadający analogiczne wyposażenie jak typ I - a, w którym dodatkowy dalmierz radiolokacyjny występuje tylko wówczas, kiedy jest to uwarunkowane względami terenowymi oraz potrzebami elementu dowodzenia szczebla taktycznego /PISD/. Na przykład dla prowadzenia rozpoznania w rozległych niecknach lub obniżeniach terenowych /Dolina Toruńsko-Eberswaldzka, wydłużone kotliny rzek Nogi - Drawy, Parsęty - Gwdy/.

B/ II-gą warstwę pola radiolokacyjnego tworzą kompanie radiotechniczne rozwinięte przy punktach zbioru informacji radiolokacyjnej szczebla taktycznego /batalion radiotechniczny, w oparciu o jego siły i środki organizowane jest PISD/. Wyposażenie ich również uwarunkowane jest terytorialnie zajmowanym

miejscom w ugrupowaniu wojsk radiotechnicznych.

Wyodrębnia się dwa typy posterunków radiolokacyjnych dla utworzenia II-ej warstwy pola radiolokacyjnego, a mianowicie:

a/ Dla pasa przybrzeżnego:

1. Typ II - a posiadający wyposażenie następujące:

- jeden lub dwa dalmierze radiolokacyjne, których taktyczno-techniczne możliwości spełniają kryteria wykrywania celów powietrznych, lecących na średnich, dużych i stratosferycznych wysokościach a charakteryzujących się zmniejszoną dokładnością określania współrzędnych płaskich x, y obiektów powietrznych. Niemniej jednak zapewniający wypracowanie decyzji na naprowadzenie samolotów myśliwskich oraz wskazywania celów dla doar. Warunek jeden lub dwa przyjęty jest z wyliczeniem, że jeden z nich zmniejsza stożek martwy na wysokościach dużych w przedziale do 2-3 min. prędkości lotu ŚNP nieprzyjaciela. W przypadku dysponowania dalmierzem radiolokacyjnym spełniającym stawiane wymagania, zastosowanie drugiego eliminuje się;
- dwa lub trzy dalmierze radiolokacyjne, których taktyczno-techniczne możliwości spełniają kryteria wykrywania celów powietrznych, lecących na małych, średnich, dużych i stratosferycznych wysokościach. Charakteryzujących się zwiększonymi możliwościami w zakresie dokładności określania płaskich współrzędnych x, y obiektów powietrznych. Rozpatrywany dalmierz wespół z dalmierzem stosowanym na posterunkach radiolokacyjnych typu I - a winien zapewnić taktyczny promień działania samolotów myśliwskich. Ponieważ jego zastosowanie zapewnia przyrządowe naprowadzanie samolotów myśliwskich oraz zautomatyzowane wskazywanie celów dla ostrzelania przez doar;
- jeden lub dwa dalmierze radiolokacyjne, jak dla posterunku radiolokacyjnego typu I - a, uzgodni-

czących w tworzeniu I-szej warstwy pola radiolokacyjnego;

- trzy - cztery wysokościomierze radiolokacyjne, przekrywające strefy wykrywania dysponowanych dalmierzy;
- jeden taktyczny zestaw środków zautomatyzowanego dowodzenia zapewniający kompleksowo działalność batalionu radiotechnicznego, brygady wojsk rakietowych OPK oraz pułku lotnictwa myśliwskiego.

2. Typ II - b posiadający wyposażenie następujące:

- analogiczne jak typ II - a bez jednego lub dwu dalmierzy dysponujących mniejszą dokładnością określenia współrzędnych płaskich x, y celów powietrznych.

b/ Dla pasa śródlądowego:

1. Analogicznie jak typ II - a lub II - b wynikający z potrzeb radiolokacyjnego zabezpieczenia oraz terytorialnie zajmowanego miejsca w ramach ugrupowania wojsk radiotechnicznych. Zapewniających jednak zakładane parametry pola radiolokacyjnego.

Przykładowy schemat rozwiązań dostosowany do przestępnej struktury systemu radiolokacyjnego przedstawia załącznik 4.

Praktyczny wybór struktury systemu określa się obliczem technicznym elementów, podsystemów i ogólnie całego systemu. Właśnie jedna z zasadniczych właściwości systemu radiolokacyjnego tkwi w tym, że jego elementy usytuowane są względem siebie na znacznych odległościach.

Wymaga to rozwinięcia złożonego i kosztownego systemu łączności. W zasadzie ze względu na nakłady inwestycyjne rozbudowy, pracochłonność i czasochłonność oraz inne przyczyny, stawia system łączności w rzędzie najbardziej konserwatywnych podsystemów systemu radiolokacyjnego. Stąd przechodzenie systemu radiolokacyjnego na wyższe stadium organizacyjne i funkcjonalne, głównie uwarunkowane jest dysponowanym systemem łączności lub możliwościami i czasem jego rozbudowy.

Właśnie szeregowa struktura ze względu na dysponowaną rozbudowę łączności znalazła zastosowanie w rozwoju początkowym systemu radiolokacyjnego. Rozwiązanie takie było zadowalające ze względu na ówczesne taktyczno-techniczne możliwości ŚNP nieprzyjaciela oraz koncepcje ich wykorzystania, a także potrzeby dysponowanych własnych środków walki. Ponadto system radiolokacyjny mimo, że określano jego mianem "system" w sensie struktury przedstawiał sobą luźno powiązane elementy. To samo zresztą dotyczyło całej OPK. Na przykład funkcjonowały trzy luźno powiązane podsystemy: rozpoznania, lotnictwa myśliwskiego i naziemnych środków ogniowych.

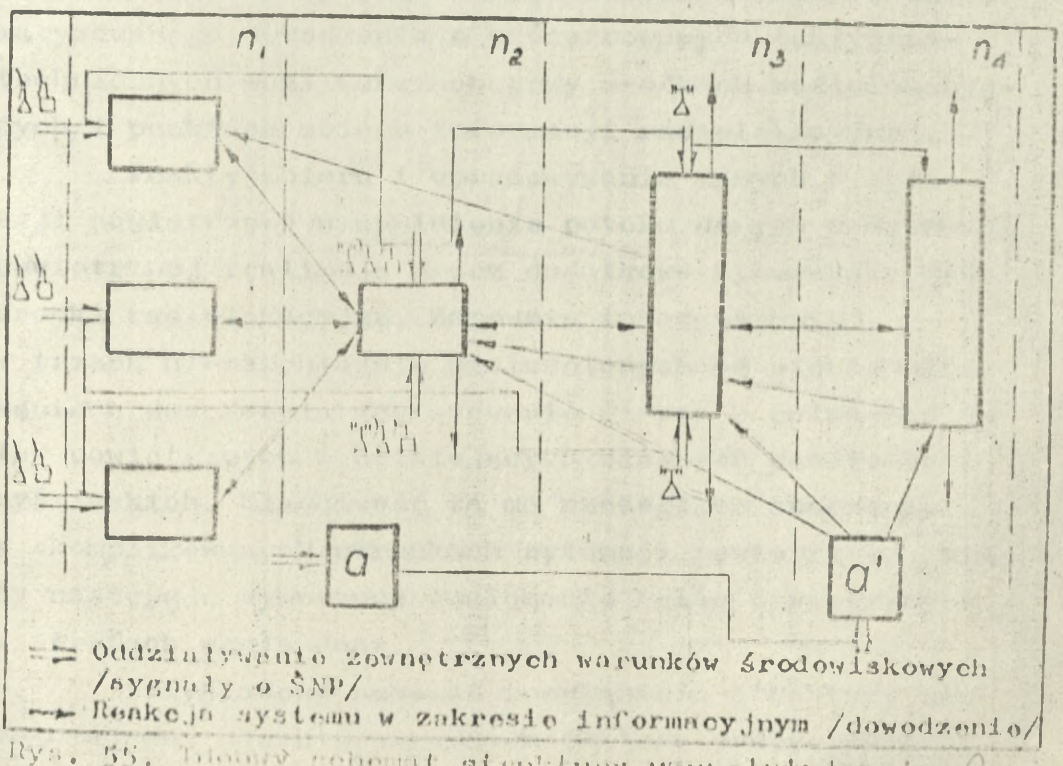
Wzrost prędkości lotu, duże możliwości manewrowe i szeroki zakres wykorzystywanych wysokości lotu przez lotnictwo uderzeniowe, a zwłaszcza możliwość wywołania przez niego skomplikowanych sytuacji powietrznych, nieustannie zmniejszały bilans czasu reakcji dla obrony powietrznej na nieprzyjaciela powietrznego. W tych warunkach wytworzyła się konieczność łączenia podsystemów obrony powietrznej. Ponieważ tylko proces powiadamiania zainteresowanych o sytuacji powietrznej nie wystarczał. Jednak niezmiennymi pozostawały: hierarchiczny obieg danych o sytuacji powietrznej oraz hierarchiczny sposób stawiania zadań bojowych w zakresie niszczenia ŚNP nieprzyjaciela. Sytuacja trwa nadal mimo nieustannego rozwoju środków zautomatyzowanego dowodzenia oraz taktyczno-technicznych możliwości środków łączności. W związku z tym wynika potrzeba racjonalnej reformy obiegu danych o sytuacji powietrznej jak również dowodzenia. Uzyskuje się to częściowo w strukturze przestępnej. W tym względzie strukturę przejściową winna być przestępna, a docelową struktura uzupełniająca.

Strukturę uzupełniającą cechuje podział funkcji i wykonywanych zadań na poszczególne elementy. Wyższość organizacyjna i funkcjonalna w stosunku do

poprzednich wyraża się specjalizacją w postaci:

- receptorowej, dotyczącej odbioru od środowiska zewnętrznego /danych o sytuacji powietrznej w ramach kontrolowanej przestrzeni powietrznej/;
- hierarchicznej, dotyczącej kierowania elementami w warunkach systematycznie zmieniającego się podporządkowania oraz odtwarzającej całkowitość naruszonej struktury, współmiernie do T_{kr};
- sprzężeniowej, zapewniającej ciągłość przekazywania informacji i jej cyrkulację wewnątrz systemu.

Wymienione cechy posiadają doniosłe znacznie dla ustalenia topologii struktury systemu radiolokacyjnego dla konkretnego rejonu działań bojowych, uwzględniając przewidywany charakter działań nieprzyjaciela powietrznego oraz własnych środków walki. Przy czym doniosłe znaczenie w tym względzie posiada skala skomplikowanych warunków sytuacji powietrznej. Ideowy schemat struktury uzupełniającej przedstawia rys. 55 zamieszczony poniżej.



Rys. 55. Ideowy schemat struktury uzupełniającej radiolokacyjnej

Przyjęty obieg i opracowywanie informacji radiolokacyjnej w strukturze uzupełniającej najbardziej odpowiada proponowanej trzywarstwowej strukturze pola radiolokacyjnego.

Zaleta zasadnicza struktury uzupełniającej tkwi w maksymalnej operatywności jej funkcjonowania. Zapewnia dla wyspecjalizowanych elementów dowodzenia w miarę potrzeb wymaganą ilość i jakość informacji radiolokacyjnej. Umożliwia maksymalnej efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań, wynikłej z taktyczno-technicznymi możliwościami dysponowanych stacji radiolokacyjnych i środków zautomatyzowanego dowodzenia.

Operatywność funkcjonowania powstaje przez wielosprzężeniowe powiązania między poszczególnymi elementami, zgodne z obowiązującym procesem dowodzenia i dysponowanym T_{kr}. Następnie umożliwia natychmiastową zmianę podległości elementów zachowując ciągłość funkcjonowania w przypadku wyeliminowania jednego z elementów, naruszających całościowe funkcjonowanie. Właściwość ta jest wynikiem dysponowania rozgałęzionym łącznością i elastycznym rozmieszczeniem środków zautomatyzowanego dowodzenia o zróżnicowanych taktyczno-technicznych możliwościach przy środkach radiolokacyjnych i punktach zbioru informacji radiolokacyjnej.

Punkty zbioru i opracowywania danych o sytuacji powietrznej uzupełnienie potoku danych o sytuacji powietrznej realizują przez dodatkowo wykorzystywane środki radiolokacyjne. Zapewnia to co najmniej w trzech hierarchicznie uzależnionych od siebie elementach dowodzenia obrazowanie danych o położeniu celów powietrznych i działających własnych samolotów myśliwskich. Właściwość ta ma szczególne znaczenie w skomplikowanych warunkach sytuacji powietrznej, kiedy następuje wymuszone zwalczanie celów powietrznych w strefach ognia dział.

Przykładowy schemat rozwiązania struktury uzupełniającej dla kierunku nadmorskiego przedstawia

załącznik 5.

Zapewnienie w strukturze uzupełniającej maksymalnej efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań środków aktywnych osiąga się przez:

- możliwość wyboru w minimalnym czasie potrzebnego źródła informacji radiolokacyjnej, zapewniającego uzyskanie wiarygodnych i pełnych danych o żądanych grupach ŚNP nieprzyjaciela oraz własnych działających samolotach myśliwskich;

- zobrazowywania informacji radiolokacyjnej, uwzględniającej wymaganą szczegółowość dla wypracowania decyzji na zwalczanie celów powietrznych z dowolnego wycinka rejonu działań, zgodnie z dysponowanym potencjałem energetycznym stacji radiolokacyjnych w konkretnie wytworzonej sytuacji powietrznej.

Wymieniona zależność ostatnia posiada szczególne znaczenie praktyczne. Wpływa na kształtowanie uogólnionego wskaźnika efektywności systemu dowodzenia, którego można określić wzorem:

$$E_{SD} = \frac{\Omega_r}{\Omega_{id}}$$

gdzie: E_{SD} - efektywność systemu dowodzenia wyrażona liczbą terminowo wykonanych oddziaływań ogniowych i informacyjnych przez oddziały i pododdziały w konkretnych warunkach sytuacji powietrznej na ŚNP nieprzyjaciela;

M_r - warunki funkcjonowania systemu dowodzenia, w których m.in. uwzględnia się niewspółmierność napływu danych o trasach wykonywanych lotów przez cele powietrzne i ich charakterystykach z liczbą tras lotów wykonywanych realnie na poszczególne elementy dowodzenia. Uniemożliwia to realizację dowodzenia podległymi siłami i środkami w zakresie niszczenia ŚNP nieprzyjaciela. Ponadto

występuje niedostateczna głębokość strefy informacji, błędy określania współrzędnych obiektów powietrznych przekraczają dopuszczalny przedział;

M_{id} - warunki funkcjonowania systemu dowodzenia, w których m.in. informacja o sytuacji powietrznej napływa terminowo na poszczególne elementy dowodzenia, obejmuje pełne dane o wszystkich ŚNP uczestniczących w zalocie.

Struktura przestępna częściowo a uzupełniająca najpełniej, dzięki rozszerzonym możliwościom kierowania wszystkimi elementami jako źródłami informacji o sytuacji powietrznej, wartość M_{id} w zakresie informacyjnym może zapewnić maksymalną.

Istota dowodzenia systemem radiolokacyjnym w czasie prowadzenia działań bojowych z nieprzyjacielem powietrznym, tkwi w racjonalnym podziale potencjału energetycznego stacji radiolokacyjnych oraz kierowaniu intensywnością przepływu potoku informacyjnego danych o sytuacji powietrznej przez poszczególne jego elementy. Stąd rozłożenie wysiłków między elementami systemu radiolokacyjnego musi być podporządkowane racjonalnemu podziałowi obiektów powietrznych między nimi. Podział ten warunkuje kolejność następujących zjawisk rozwojowi nalotu ŚNP nieprzyjaciela oraz kolejności rozwoju etapów walki własnych, aktywnych środków walki. Ze względu na kolejność występowania zjawisk związanych z nalotem nieprzyjacielskiego powietrznego na kierunku nadmorskim można wyodrębnić dwa etapy, a mianowicie:

- pierwszy, rozpoczynający się od momentu wykrycia celów powietrznych do rubieży rozpoczęcia z nimi walki przez własne aktywne środki walki;
- drugi, zachowujący ciągłość obserwacji wykrytych ŚNP nieprzyjaciela oraz działających własnych samolotów myśliwskich [illegible] do momentu

przekazania ich siłom i środkom systemu radiolokacyjnego najniższych związków operacyjno-taktycznych.

Wyodrębnione etapy w walce ŚNP nieprzyjaciela i uprzednio przedstawiona kolejność następujących etapów walki własnych środków aktywnych ze szczególną właściwością skomplikowanych warunków sytuacji powietrznej sugeruje, że podział obiektów powietrznych między poszczególnymi elementami systemu radiolokacyjnego odbywa się z uwzględnieniem:

- terytorialnie i hierarchicznie dysponowaną liczbą środków radiolokacyjnych z ich taktyczno-technicznymi możliwościami oraz sposobem opracowywania informacji radiolokacyjnej;
- wielkości wytworzonej strefy informacji przez elementy lub zbiór elementów obejmujących określoną liczbę poziomów hierarchicznych, w oparciu o które zachodzi zamknięty cykl dowodzenia określonego zespołu sił i środków;
- możliwych sposobów pokonywania obrony powietrznej przez ŚNP nieprzyjaciela i ich liczby z równoczesnym stosowaniem przez nich rodzajów manewru;
- eliminacji równoległego potoku napływających danych o jednych i tych samych obiektach powietrznych, w celu nie dopuszczenia do przekroczenia dysponowanego poziomu zdolności przepustowej przez poszczególne elementy systemu radiolokacyjnego.

Realizowany podział obiektów powietrznych zgodnie z wyszczególnionymi zależnościami dla źródeł informacji opiera się o zawczasu wydzielone strefy, z których przekazuje się informację radiolokacyjną pełną o poszczególnych obiektach powietrznych. Stąd wynika, że strefa wydzielona jest częścią dysponowanej strefy informacji. Spełniając jednak wymagania podstawowe, a mianowicie wykorzystanie maksymalnych możliwości informacyjnych, zgodnych z wydajnością opracowywania i przekazywania danych o trasach lotu obiektów po-

wietrznych. Ta właściwość skłania do refleksji o wydzieleniu wyspecjalizowanych kanałów dla informacji radiolokacyjnej wykorzystywanej wyłącznie dla celów dowodzenia. Obok niej występowanie kanałów równoległych, przeznaczonych wyłącznie do aktywnych środków walki.

Strefy wydzielone mogą posiadać kształt sektora wycinka lub pasa. Kształt i wielkość powierzchni obejmujący wydzieloną strefę jest uzależniony od wymaganego początku i końca rubieży przekazywania informacji radiolokacyjnej oraz prawdopodobnych modeli nalotu ŚNP nieprzyjaciela.

Uwzględniając właściwości prowadzenia działań bojowych z nieprzyjacielem powietrznym na kierunku nadmorskim, proponowane rozwiązanie w postaci stref wydzielonych, może mieć zastosowanie przede wszystkim dla posterunków radiolokacyjnych usytuowanych w pasie przybrzeżnym. Ewentualnie jeszcze dla I linii posterunków radiolokacyjnych, przylegającej do pasa przybrzeżnego. Warunkuje to ich ugrupowanie i parametry pola radiolokacyjnego.

Podstawą do ustalania oraz wykorzystania stref wydzielonych dla posterunków i ich stacji radiolokacyjnych w konkretnym nalocie ŚNP nieprzyjaciela są wnioski wynikające z analizy sytuacji powietrznej.

Analiza sytuacji powietrznej dla potrzeb systemu radiolokacyjnego obejmuje całokształt problemów związanych z określeniem:

- granic strefy nalotu ŚNP nieprzyjaciela i ich charakterystyk;
- czasu dolotu grup ŚNP nieprzyjaciela do poszczególnych rubieży;
- występowania ewentualnych dopuszczalnych błędów pomiaru współrzędnych poszczególnych grup celów powietrznych, ze szczególnym uwzględnieniem celów stosujących zakłócenia radiolokacyjne.

Analiza sytuacji powietrznej stwarza możliwość określania zależności przepustowej, która winna być

realizowana w konkretnej sytuacji i przedziale czasowym. W związku z tym analiza sytuacji powietrznej musi być prowadzona nieustannie w ciągu trwania nalotu, ponieważ liczba celów powietrznych i ich charakterystyki ulegają ciągłej zmianie. Zgodnie z tym winna się zmieniać również i zdolność przepustowa. Dlatego właśnie w czasie trwania nalotu nieustannie winno się oceniać przydatność stref wydzielonych i w zależności od potrzeb zmieniać i konfigurację.

Przy określaniu stref wydzielonych należy jednocześnie realizować dwa przeciwstawne zalecenia, a mianowicie:

- sumaryczna rozpiętość stref wydzielonych poszczególnych posterunków i ich stacji radiolokacyjnych obejmuje w pełni strefę nalotu ŚNP nieprzyjaciela;
- liczba celów działających w strefach wydzielonych nie powinna przekraczać zdolności przepustowej terytorialnie usytuowanych w nich elementów i poziomów hierarchicznych systemu radiolokacyjnego.

Praktyczne zabiegi w tym względzie mogą obejmować zmianę rozmiarów stref ustalonych, dyskretności przekazywania danych i liczbę równolegle pracujących elementów systemu radiolokacyjnego. Ponadto oprócz nich można stosować zmniejszenie liczby wykonywanych tras lotu, głównie celów powietrznych poprzez ich grupowanie.

Zakres zagadnień realizowanych przez system radiolokacyjny, a zmierzających do wytworzenia zoptymalizowanych warunków dla wypracowania uzasadnionych decyzji na użycie aktywnych środków walki, opierających się m.in. o potrzeby informacyjne sugeruje, że również i dowodzenie w systemie radiolokacyjnym winno odznaczać się wysokim wskaźnikiem operatywności.x/

---

x/ "Operatywność dowodzenia", zdolność szybkiego, efektywnego kierowania podczas prowadzenia działań bojowych z szybkością współmierną z zachodzącymi zmianami w sytuacji taktycznej.

Wskaźnik operatywności dowodzenia systemem radiolokacyjnym na kierunku nadmorskim, wynikający z wymagań zawartych we wzorach /2.35/ lub /2.36/ i /2.79/ można określić wzorem:

$$\Delta T_{op} = T_{dys} - T_{pot} \quad , \qquad /2.82/$$

gdzie: ΔT_{op} – czas zapewniający terminowe kierowanie elementami i podsystemami systemu radiolokacyjnego;

T_{dys} – czas dysponowany, wynikający z rozpiętości strefy informacji radiolokacyjnej, przyjętej struktury obiegu danych o sytuacji powietrznej i szybkości ich przekazywania oraz sposobu funkcjonowania struktury dowodzenia;

T_{pot} – czas potrzebny dla stawiania zadań w zakresie prowadzenia rozpoznania, opracowywania i przekazywania danych o sytuacji powietrznej lub wydzielenia środków radiolokacyjnych do bezpośredniego zabezpieczenia naprowadzania samolotów myśliwskich i wskazywania dla dowódców zgodnie z aktualnie wytworzoną sytuacją powietrzną.

Wartość ΔT_{op} może kształtować się różnie, ponieważ T_{dys} i T_{pot} uzależnione jest od wielu zmiennych. Zmienność ich podporządkowana jest prawu normalnego rozkładu. Wobec tego obiektywność kształtowania się operatywności dowodzenia można przedstawić wzorem:

$$P_{op} = \frac{1}{\sigma_{\Delta T_{op}} \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\Delta T_{op}} e^{-\left[\frac{(\Delta T_{op} - \overline{\Delta T_{op}})^2}{2\sigma^2_{\Delta T_{op}}}\right]} d(\Delta T) \quad , /2.83/$$

gdzie: ΔT_{op} – faktyczna wartość różnicy czasowej między dysponowanym, a potrzebnym czasem działania;

$\Delta \overline{T}_{op}$ - wartość oczekiwana liczby wyrażona różnicą dysponowanego i wymaganego czasu dowodzenia;

$\sigma_{\Delta T_{op}}$ - odchylenie standardowe faktycznej wartości różnicy między T_{op} a $\overline{T}_{op}$.

Wartości ΔT_{op} i $\sigma_{\Delta T_{op}}$ można określić wg wzorów:

$$\Delta \overline{T}_{op} = \overline{T}_{dys\,op} - \overline{T}_{pot\,op} \quad , \qquad /2.84/$$

dla którego wartość:

$$\overline{T}_{dys\,op} = \overline{t}_{dol} - \overline{T}_{opd} \quad ,$$

gdzie: $\overline{t}_{dol}$ - średnia wartość czasu dolotu ŚNP nieprzyjaciela do rubieży wykonywania zadań przez lotnictwo myśliwskie i wojska rakietowe;

$\overline{T}_{opd}$ - średni czas opracowania pełnych danych o trasach lotu celów powietrznych i postawienia zadań posterunkom zabezpieczającym działania lotnictwu myśliwskiemu i dowódcy.

Natomiast dla wartości $\sigma_{\Delta T_{op}}$ wzór przyjmuje postać:

$$\sigma_{\Delta T_{op}} = \sqrt{\sigma^2_{T_{dys\,op}} - \sigma^2_{pot_{op}}} \quad . \qquad /2.85/$$

Dotychczasowe doświadczenia wojsk radiotechnicznych wskazują, że przy formułowaniu pełnych zadań T_{op} kształtuje się następująco:

- dla posterunków radiolokacyjnych - 2-3 min.;
- dla taktycznego punktu zbioru danych np. brt - 2-4 min.;
- dla operacyjno-taktycznego punktu zbioru danych np. BRT - 2-4 min.

Stąd spełnienie warunku operatywności dowodzenia wymaga aby czas dysponowany przewyższał wymienione wartości przynajmniej o 1-2 min.

Wzór /2.83/ posiada niezwykle istotne znaczenie praktyczne. Określa przydatność wybranego sposobu dowodzenia systemem radiolokacyjnym w zależności od funkcjonującego rodzaju struktury. Uzyskane dane wynikowe sugerują miejsce w poziomie hierarchicznym, spełniającym warunki dowodzenia siłami i środkami scentralizowanego, zdecentralizowanego lub kombinowanego. A zatem wytworzone są obiektywne przesłanki podziału kompetencji dowodzenia siłami i środkami systemu radiolokacyjnego w zależności od stopnia skomplikowania sytuacji powietrznej, a nawet kierunku nalotu nieprzyjaciela powietrznego.

Chronologia wydarzeń w walce z nieprzyjacielem powietrznym sugeruje nieodzowność wyodrębnienia i ustalenia wymiaru trzeciej podgrupy wskaźników ilościowych. Obejmują one bezpośrednie zabezpieczenie działań lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych.

Wymieniona podgrupa wskaźników zawarta w załączniku 3 obejmuje liczbę zabezpieczonych naprowadzeń samolotów myśliwskich oraz liczbę zabezpieczonych wskazań dla doar i rozmieszczonych w rejonie działań naziemnych środków ogniowych stron współdziałających.

Dysponowanie współmiernymi wskaźnikami tego rodzaju z przewidywaną intensywnością działań, wyrażająca się liczbą ŚNP nieprzyjaciela uczestniczących w nalocie oraz liczbą wymaganych oddziaływań ogniowych przez własne środki walki, zapewnia systemowi radiolokacyjnemu kwalifikowanie wskaźnika efektywności bojowej dla konkretnie wybranego wycinka rejonu działań. Stwarza zatem podstawowe przesłanki do osiągnięcia nadrzędnego celu przez obronę powietrzną.

Cel nadrzędny obrony powietrznej tkwi w zniszczeniu ŚNP nieprzyjaciela podczas ich lotu do obiektów uderzeń na poszczególnych kierunkach i wyznaczonych na nich rubieżach. Oczywiście z uwzględnieniem zniszczenia ich przez ewentualną rubieżą zrzutu przenoszonego uzbrojenia ładunków obezwładniających. Wskaźniki pod-

grupy trzeciej w tym kontekście przedstawiają możliwy wynik konfrontacji ogniowej między nieprzyjacielem powietrznym a aktywnymi środkami walki, z uwzględnieniem dysponowanego ilościowego i jakościowego resursu informacyjnego systemu radiolokacyjnego.

Możliwy wynik konfrontacji ogniowej tkwi w liczbie zdarzeń dotyczących przechwyceń i wykonanych ataków przez samoloty myśliwskie oraz liczbę zdarzeń dotyczących wykonanych strzelań przez dowódcę i współdziałające naziemne środki ogniowe na liczbę ŚNP nieprzyjaciela. Przy czym liczbę zdarzeń uważa się za efektywną wówczas, kiedy zachodzą na z góry wyznaczonych rubieżach dla poszczególnych kierunków, rozpatrywaną w odniesieniu do osłanianych obiektów lub rejonów w wyznaczonym rejonie działań.

Liczbę możliwych zdarzeń naprowadzenia samolotów myśliwskich na cele powietrzne określa się w pierwszej kolejności na podstawie danych liczbowych wynikających z prawdopodobieństwa zabezpieczenia radiolokacyjnego. Za zdarzenie zaistniałe naprowadzania samolotu myśliwskiego uważa się wówczas, kiedy samolot zajmuje położenie, umożliwiające pilotowi obserwację celu powietrznego przez celownik radiolokacyjny. W związku z tym proces naprowadzania jest determinowany dokładnością informacji radiolokacyjnej, określająca kurs, wysokość i prędkość myśliwca do punktu spotkania się myśliwca z celem. Błąd dla określenia prawdopodobieństwa naprowadzania w sposób analityczny, niezbędne jest określenie:

- dopuszczalnego błędu kursu lotu /ΔQ/ samolotu myśliwskiego;
- dopuszczalnego błędu wysokości lotu /ΔH/ samolotu myśliwskiego.

Dopuszczalny błąd kursu lotu samolotu myśliwskiego można określić za pomocą wzoru:

$$\Delta Q_1 = \frac{Q_\beta}{2}, \qquad /2.86/$$

gdzie: Q_β - szerokość strefy obserwacji celownika radiolokacyjnego w płaszczyźnie poziomej.

Natomiast dopuszczalny błąd wysokości lotu samolotu myśliwskiego określa się wzorem:

$$\Delta H = \frac{Q_\varepsilon \cdot R_w}{2 \cdot 60}$$

gdzie: R_w - odległość wykrycia celu powietrznego przez celownik radiolokacyjny;

Q_ε - szerokość strefy obserwacji celownika radiolokacyjnego w płaszczyźnie pionowej.

Jeżeli uwzględnić możliwość wyeliminowania błędów naprowadzania manewrem samolotu wykonanym przez pilota, wówczas dopuszczalny błąd kursu lotu samolotu myśliwskiego można określić wzorem:

$$\Delta Q_{\gamma 2} = \frac{(R_w - d_o)(g \cdot \sin\beta)^2}{V_m (V_m \pm V_c)} \cdot 60 \quad , \qquad /2.87/$$

gdzie: $Q_{\gamma 2}$ - dopuszczalny błąd kursu lotu myśliwca, uwzględniający możliwości manewrowe myśliwca;

d_o - minimalna odległość odpalenia rakiet;

g - 9,81 m/sek.^{2};

β - maksymalnie dopuszczalny kąt przechyłu samolotu myśliwskiego;

V_m - prędkość lotu myśliwca;

V_c - prędkość lotu celu powietrznego;

"+" lub "-" - naprowadzanie myśliwca w przednią półsferę;
- naprowadzanie myśliwca w tylną półsferę.

Natomiast błąd wysokości lotu myśliwca z uwzględnieniem jego możliwości manewrowych w przypadkach, kiedy:

a/ $\Delta Q_2 < \Delta Q_1$, wówczas:

$$\Delta H_2 = \frac{V_m - V_H \cdot \Delta Q_2}{g \cdot tg\beta \cdot 60}$$

b/ $\Delta Q_1 < \Delta Q_2$, wówczas:

$$\Delta H_2 = \frac{(Q_w - Q_o) \cdot V_H}{V_m \pm V_c}$$

gdzie: V_H - prędkość naboru wysokości przez myśliwiec. $/\frac{m}{sek}/$

Jeżeli założyć, że błędy pilotażu i obliczeń nawigatorskich są wartościami stałymi, a zdarzenie naprowadzenia samolotu myśliwskiego wyłącznie uzależnione jest od dokładności informacji radiolokacyjnej, to liczbowe prawdopodobieństwo naprowadzenia można obliczyć ze wzoru:

$$D = F\left(\frac{\Delta Q_{min}}{\sigma_q}\right) \cdot F\left(\frac{\Delta H_{min}}{\sigma_H}\right), \qquad /2.88/$$

gdzie: F/x/ - całka prawdopodobieństwa funkcji Laplace'a

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t}{2}} dt$$

ΔQ_{min}, ΔH_{min} - dopuszczalne błędy podczas naprowadzania samolotu myśliwskiego według kursu i wysokości lotu;

σ_q, σ_H - standardowe odchylenie określania współrzędnych kursu i wysokości.

Wartości dopuszczalnych błędów dotyczących kursu i wysokości dla konkretnego typu samolotu i warunków naprowadzania są z reguły wiadome. Zazwyczaj zawarte są w instrukcji eksploatacyjnej samolotu oraz w dokumentacji technicznej SZD w części aparatura naprowadzania.

Natomiast obliczenie standardowego odchylenia współrzędnych kursu i wysokości, uwarunkowanych konkretnymi taktyczno-technicznymi możliwościami stacji

radiolokacyjnej wykorzystywanej podczas naprowadzania można określić wzorem:

$$\sigma_{q,H\,RLS} = \sqrt{\sigma'^{2}_{q,H} - \sum_{i=1}^{n} \sigma'^{2}_{i}} \quad , \qquad /2.89/$$

Ze wzoru /2.98/ dla przeliczenia wartości odchylenia standardowego kursu uzyskanego od stacji radiolokacyjnej w postać współrzędnych płaskich, należy dokonać obliczenia według wzoru:

$$\sigma_{x,y\,RLS} = \frac{V_m \cdot t \cdot R_w \cdot \sigma^{o}_{q\,RLS}}{60\sqrt{R_w^2 + V_c \cdot t \cdot R_w + V_c^2 + t^2}} \quad , \qquad /2.90/$$

gdzie: t - czas podania komendy naprowadzania i czas jej wykonania przez pilota.

Ponieważ wartość błędu kursu lotu samolotu uzależniona jest od odległości, stąd ostateczne określenie odchylenia standardowego informacji radiolokacyjnej przekształconą w postać współrzędnych płaskich można za pomocą wzoru:

$$\sigma_{x,y\,RLS} = \sqrt{\sigma^{2}_{D\,RLS} + \sigma^{2}_{\beta\,lin\,RLS}}$$

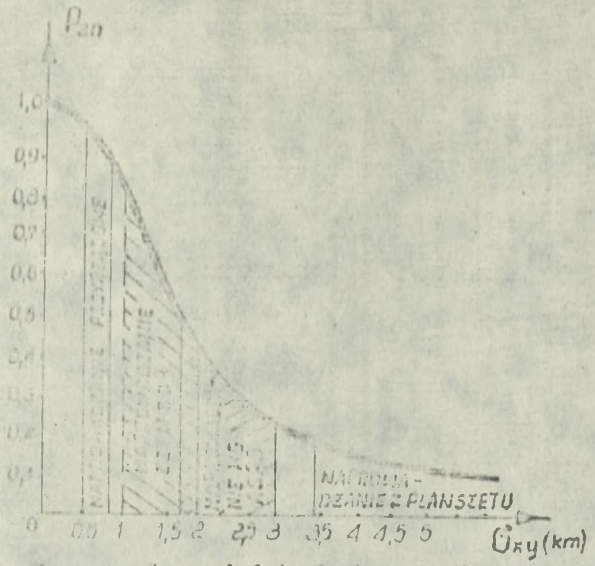
Wielkość liczbowa $\sigma_{D\,RLS} = 0{,}2 - 0{,}3\,\sigma_{\beta\,lin}$

Natomiast wartość liczbową $\sigma^{o}_{\beta\,RLS}$ można obliczyć posługując się wzorem:

$$\sigma^{o}_{\beta\,RLS} = \frac{\sigma_{\beta\,lin\,RLS}}{D_{napr}} \cdot 60$$

Współczesne możliwości prawdopodobieństwa zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania przedstawia wykres zamieszczony na rys. 56.

Prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania jest miarą jakości dysponowanego resursu informacyjnego systemu radiolokacyjnego. Wskazuje na sposób zabezpieczenia naprowadzania samolotów myśliwskich w zależności od ich położenia przestrzenno-czasowego względem ostrzeliwanych obiektów lub rejonów przez obronę powietrzną. Stąd kolejność realizacji naprowadzania w zależności od dysponowanego promienia



Rys. 56. Rozkład prawdopodobieństwa zabezpieczenia naprowadzania samolotów myśliwskich uzależniony od dokładności informacji radiolokacyjnej.

informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej, prędkości lotu własnych myśliwców i ich możliwości manewrowych, a także wymaganych rubieży zwalczania ŚNP nieprzyjaciela może opierać się o sposób planszetowy, wskaźnikowy i przyrządowy. Wykorzystanie wymienionych pierwszych dwóch sposobów może mieć zastosowanie w umownie wyodrębnionym pierwszym etapie walki myśliwca /grupy myśliwców/. Natomiast w wyodrębnionym drugim etapie walki - wykrycia i rozpoznania może mieć zastosowanie tylko sposób przyrządowy.

Wynik konfrontacji ogniowej w wymiarze ilościowym, uzależniony jest również od możliwej liczby naprowadzonych myśliwców na cele powietrzne. Możliwą liczbę jednocześnych naprowadzanych samolotów myśliwskich można określić wzorem:

$$N_{napr\,|M} = (1+\Lambda)\sum_{i=1}^{n} m_i M_i \,, \qquad /2.91/$$

gdzie: Λ - liczba wykonywanych przechwyceń na jeden cel powietrzny;

m_i - liczba punktów naprowadzania oraz ich wydolność w zakresie jednocześnie wykonywanych M_i naprowadzeń.

Wynik walki OPK na kierunku nadmorskim winien naruszyć zdecydowanie ugrupowanie ŚNP nieprzyjaciela. Stopień naruszenia powinien uniemożliwić osiągnięcie zamierzonego celu przez nieprzyjaciela w operacji powietrznej. Stąd uwzględniając wzór /2.91/ maksymalna liczba punktów naprowadzania winna występować w pasie przybrzeżnym oraz w 1-szej linii posterunków radiolokacyjnych pasa śródlądowego. Przy czym maksymalne ich skupienie winno występować w rejonach dogodnych pasów pokonywania obrony powietrznej. Dotyczy to zwłaszcza początkowego okresu wojny.

Analogiczny problem jakościowego i ilościowego resursu informacyjnego systemu radiolokacyjnego dotyczy wojsk rakietowych OPK. Liczbę możliwych zdarzeń wskazywania do ostrzelania przez doar celów powietrznych określa się w pierwszej kolejności na podstawie danych liczbowych, wynikających z prawdopodobieństwa zabezpieczenia radiolokacyjnego. Prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego wskazywania doar dla wykonania strzelania jest miarą możliwości zdarzenia, polegającego na wykryciu celu powietrznego przez ŚNP bez poszukiwania w oparciu o informację radiolokacyjną. Informacja radiolokacyjna pochodzi od źródeł informacji dysponowanych przez system radiolokacyjny. Stąd za zdarzenie zaistniałe wskazania celu powietrznego dla doar w oparciu o informację radiolokacyjną uważa się wówczas, kiedy SNR z tzw. "strumienia elektronowego" obserwuje cel powietrzny i natychmiast może być wykonane strzelanie zadaną liczbą rakiet. W związku z tym proces wskazywania celu powietrznego jest determinowany dokładnością źródła informacji radiolokacyjnej, określającej azymut, odległość i kąt nachylenia. Stąd dla określenia w sposób analityczny prawdopodobieństwa wskazywania celów powietrznych do ostrzelania niezbędne jest określenie:

- według znanych parametrów ŚNR określić prawdopodobieństwo wskazania celu powietrznego do ostrzelania przez doary;

- określić jakimi dopuszczalnymi błędami winno się charakteryzować wykorzystywane źródło informacji radiolokacyjnej dla zapewnienia nakazanego prawdopodobieństwa wskazywania celu powietrznego dla ostrzelania przez doar.

Prawdopodobieństwo wskazywania celu powietrznego dla SNR określa się za pomocą wzoru:

$$P_{z\,WC} = F\left(\frac{\Omega_D}{2\sigma_D}\right) F\left(\frac{\Omega_\beta}{2\sigma_\beta}\right) F\left(\frac{\Omega_\varepsilon}{2\sigma_\varepsilon}\right), \qquad /2.92/$$

gdzie: R_D, R_β, R_ε - wymiary przestrzeni obserwowane przez SNR w odległości, azymucie i kącie nachylenia przy ustalonym położeniu anteny i stałej skali odległości;

$\sigma_D, \sigma_\beta, \sigma_\varepsilon$ - standardowe odchylenie wskazywaniu celu w wybranych układach współrzędnych;

$F(x)$ - funkcja Laplace'a charakteryzująca prawdopodobieństwo trafienia wartości przypadkowej w przedziale odcinka o długości R. Wyrażenie to przyjmuje postać:

$$F\left(\frac{\Omega}{2\sigma}\right) = F(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t}{2}} \cdot dt$$

Wartości $\frac{R_D}{2}$, $\frac{R_\beta}{2}$ i $\frac{R_\varepsilon}{2}$ liczbowo są równe maksymalnie dopuszczalnym błędom przy wskazywaniu celów bez poszukiwania.

Dla zadanych parametrów SNR dopuszczalne błędy wskazywania celu powietrznego określa się według wzoru:

$$\sigma_{D,\beta,\varepsilon} = \sqrt{\sigma^2_{D,\beta,\varepsilon\,inf} + \sum_{i=1}^{n} \sigma_i^2}, \qquad /2.93/$$

gdzie: $\sigma_{D,\beta,\varepsilon\,inf}$ - odchylenie standardowe określenia współrzędnych zawartych w informacji radiolokacyjnej;

σ_i - odchylenie standardowe współrzędnych zawartych w informacji

radiolokacyjnej wywołane przez kolejne jej przekazywanie na poszczególnych elementach;

n - liczba ogniw, przez które przepływa informacja zawierająca dane dla wskazywania celów.

Wzór /2.93/ sugeruje, że wartość błędów $\sigma_D, \sigma_\beta, \sigma_\varepsilon$ oprócz błędów informacji radiolokacyjnej obejmuje błędy popełniane przez operatorów pracujących na SNR i błędy instrumentalowe wynikające z rozwiązań konstrukcyjnych SNR.

Błędy informacji radiolokacyjnej, dotyczące poszczególnych współrzędnych składają się z błędów pomiaru każdej ze współrzędnych przez stację radiolokacyjną oraz błędów dynamicznych, uwarunkowanych ruchem i manewrem celu powietrznego w przedziale czasu opóźnienia napływu tych danych. Stąd określenie dokładności informacji radiolokacyjnej można określić wzorem:

$$\sigma_{D,\beta,\varepsilon_{inf}} = \sqrt{\sigma^2_{D,\beta,\varepsilon_{inf_{RLS}}} + \sigma^2_{D,\beta,\varepsilon_{dyn}}}, \qquad /2.94/$$

gdzie: $\sigma_{D,\beta,\varepsilon_{dyn}}$ - błędy dynamiczne określenia współrzędnych odległości, azymutu i kąta nachylenia.

I tak na przykład dla obliczenia błędu dynamicznego określenia współrzędnej odległości można się posłużyć wzorem:

$$\sigma_{D_{dyn}} = \frac{V_c \cdot t_{op}}{3}$$

gdzie: t_{op} - czas opóźnienia uwarunkowany dyskretnością pomiaru lub zobrazowywania współrzędnej odległości.

Przyjmując, że błędy wskazywania celu dotyczące konkretnego przeciwlotniczego zestawu rakietowego w ciągu cyklu strzelania nie zmieniają się, wówczas wzór /2.93/

przyjmie ostateczną postać następującą:

$$\sigma_{D,\beta,\varepsilon} = \sqrt{\sigma^2_{D,\beta,\varepsilon_{inf}} + \sigma^2_{D,\beta,\varepsilon_{par}}} \quad , \qquad /2.95/$$

gdzie: $\sigma_{D,\beta,\varepsilon_{par}}$ - sumaryczne odchylenie standardowe wskazywania celu powietrznego do ostrzelania w dowr.

Jeżeli założyć, że wartość liczbowa prawdopodobieństwa zabezpieczenia radiolokacyjnego wskazywania celów uzależniona jest tylko od dokładności informacji radiolokacyjnej, wówczas powstaje problem ustalenia jej dokładności.

Problem ustalenia dopuszczalnych błędów określenia współrzędnych celu powietrznego przez źródło informacji radiolokacyjnej, w celu zapewnienia nakazanego prawdopodobieństwa wskazywania można rozpatrywać w dwu przypadkach, a mianowicie:

a/ Miara dokładności określania trzech współrzędnych winna być jednakowa. Wobec tego:

$$\frac{\sigma_D}{Q_D} = \frac{\sigma_\beta}{Q_\beta} = \frac{\sigma_\varepsilon}{Q_\varepsilon}$$

W związku z tym:

$$F = \left[\frac{Q_{D,\beta,\varepsilon}}{\sigma_{D,\beta,\varepsilon}} \right] = \sqrt[3]{Q_{WZC}}$$

Po obliczeniu funkcji określa się wartość liczbową argumentu X_o:

$$\Sigma_0 = \frac{Q_{D,\beta,\varepsilon}}{\sigma_{D,\beta,\varepsilon}} \quad , \quad \text{stąd} \quad \sigma_{D,\beta,\varepsilon} = \frac{Q_{D,\beta,\varepsilon}}{2\Sigma_0}$$

W przypadku jeżeli dla wskazywania celów źródłem informacji radiolokacyjnej służy wydzielona stacja radiolokacyjna z posterunku radiolokacyjnego, wówczas jej parametry dokładnościowe winny spełniać warunek aby:

$$\sigma_{D,\beta,\varepsilon} = \sqrt{\sigma^2_{D,\beta,\varepsilon_{inf}} - \sum_{i=1}^{n} \sigma_i^2}$$

b/ Jeżeli $\sigma_D \ll R_D$ wówczas:

$$F\left[\frac{R_D}{2\sigma_D}\right] = 1$$

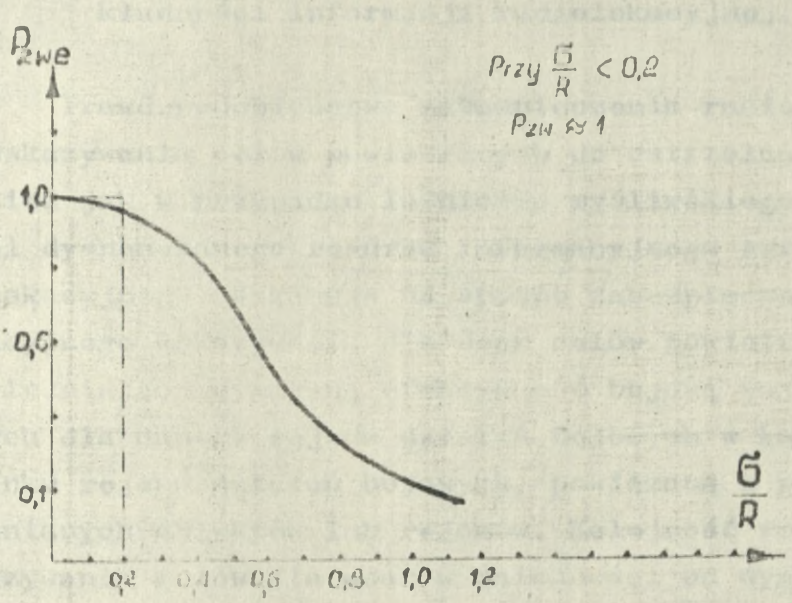
Wobec tego:

$$\frac{\sigma_\beta}{\sigma_{\beta\varepsilon}} = \frac{\sigma_\varepsilon}{\sigma_{\beta\varepsilon}}$$

co w tym przypadku uzyskuje się, że:

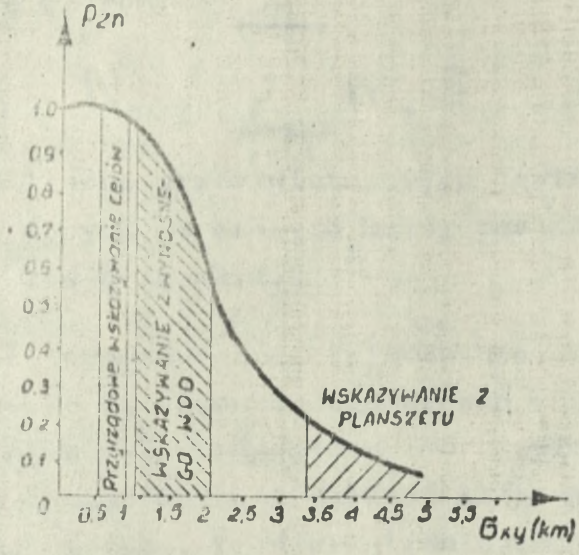
$$F\left[\frac{R_{\beta,\varepsilon}}{2\sigma_{\beta,\varepsilon}}\right] = \sqrt{D_{ZWC}} \quad , \qquad /2.96/$$

W oparciu o wzór /2.96/ można zestawić wykres, którego postać przedstawiono na rys. 57 zamieszczonym poniżej.



Współczesne możliwości prawdopodobieństwa zabezpieczenia radiolokacyjnego wskazywania celów powietrznych dla dobrze wyposażonych w przeciwlotnicze zestawy rakietowe "Dwina", "Wołchow" i "Newa" przedstawia wykres zamieszczony na rys. 58.

Prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego wskazywania celów powietrznych do ostrzelania jest również jak w przypadku lotnictwa myśliwskiego miarą dyspozycyjnego potencjału bojowego systemu radiolokacyjnego.



Rys. 58. Rozkład prawdopodobieństwa zabezpieczenia wskazywania celów dla dowr uzależniony od dokładności informacji radiolokacyjnej.

Prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego wskazywania celów powietrznych do ostrzeliwania jest również jak w przypadku lotnictwa myśliwskiego miarą jakości dysponowanego resursu informacyjnego systemu radiolokacyjnego. Wskazuje na sposób zabezpieczenia radiolokacyjnego wskazywania dla dowr celów powietrznych, uwzględniający wymaganą efektywność bojową wojsk rakietowych dla danego rejonu działań bojowych w konkretnym wycinku rejonu działań bojowych, powiązaną z potrzebami osłanianych obiektów lub rejonów. Kolejność realizacji wskazywania celów dla dowr w zależności od dysponowanego promienia informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej, prędkości lotu celów powietrznych i ich możliwości manewrowych może się opierać o sposób planszetowy, wskaźnikowy i przyrządowy. Właściwości działań kierunku radiotechnicznego jednak sugerują, że podstawowy sposób wskazywania celów winien być przyrządowy. Natomiast wskaźnikowy sposobem pomocniczym.

Wynik konfrontacji ogniowej w wymiarze ilościowym, uzależniony jest również od możliwej liczby jednocześnie wskazanych celów powietrznych dla dowr, którą

można określić wzorem:

$$N_{RWZ} = \sum_{i=1}^{m} m_i S_i \quad \ldots \quad /2.97/$$

gdzie: m_i - liczba przeciwlotniczych zestawów rakietowych, z których każdy posiada S_i kanałów celowania.

W świetle postawionego twierdzenia, wynik walki wojsk rakietowych na kierunku nadmorskim winien również zdecydowanie naruszyć ugrupowanie ŚNP nieprzyjaciela. Przekreśla to zamierzony cel działań nieprzyjaciela w operacji powietrznej. Stąd uwzględniając wzór /2.97/ dla każdego doar I linii rozmieszczonych wzdłuż linii brzegowej oraz dla doar II linii usytuowanych za nimi, zabezpieczenie radiolokacyjne wskazywania celów winno się odbywać w oparciu o informację uzyskiwaną z dwu lub nawet trzech posterunków radiolokacyjnych.

Za proponowanym rozwiązaniem przemawia uzyskana wielkość strefy informacji dla potrzeb wskazywania celów powietrznych doar, zawarta w tabeli 25.

Dane w tabeli 25 sugerują, że w przypadku usytuowania doar na rubieży rozpoczynającej się strefy informacji radiolokacyjnej uzyskanej od dwóch RLP istnieje możliwość przekrycia strefy startu dla celów powietrznych działających od wysokości 100 m.

Dotychczasowa analiza liczby jednocześnie zabezpieczonych naprowadzeń samolotów myśliwskich /lub grup/ na cele powietrzne oraz liczby zabezpieczonych wskazań doar dla ostrzelania celów powietrznych, uwzględniając wzory /2.88/, /2.91/, /2.92/ i /2.97/ wskazuje na ścisłe powiązanie z grupami wskaźników:

- ilościowych z elementami jakościowymi, dotyczących głównie wydzielonej liczby stacji radiolokacyjnych na poszczególnych posterunkach radiolokacyjnych, zapewniających bezpośrednią walkę środków aktywnych wzdłuż trasy przelotu ŚNP nieprzyjaciela do obiektów uderzeń;

TABELA 25

Zasięg wykrycia celu powietrznego w /km/ przy :		Wysokość lotu celu powietrznego w /m/ 50	100	200	500	Uwagi
Przy antenie otatowej	0,3 m^2	-	24	32	55	
	1 m^2	26	30	46	70	
Przy antenie podwyższonej	1 m^2	35	50	65	90	
Rozmiary strefy informacji radiolokacyjnej w płaszczyźnie poziomej w /km^2/		3074 + 3515	3766 + 5040	4420 + 8644	10258 + 33903	dla pasa przybrzeżnego
		4370 + 6053	5300 + 14000	7644 + 11830	26640 + 45360	dla pasa śródlądowego
Rozmiary strefy informacji radiolokacyjnej w płaszczyźnie poziomej w /km/		54x60	60x70	66x92	100x180	dla pasa przybrzeżnego
		70x85	72x118	87-94	163-212	dla pasa śródlądowego

Uwaga: przy zestawianiu tabeli zasięgi wykrywania celów powietrznych przyjęto jak dla RLS P-15 oraz P-15 z ANU-15 i P-19.

- jakościowymi, dotyczącymi dokładności pomiaru współrzędnych i toru obrazowania o przestrzennej liczbie działających celów powietrznych. Następnie żywotności elementów wchodzących w skład systemu radiolokacyjnego, a zapewniających naprowadzanie bądź wskazywanie. Przy czym przez pojęcie "żywotność" w danym przypadku należy rozumieć odporność na czynne i bierne zakłócenia radiolokacyjne oraz odporność na obezwładnienie ogniowe.

Liczba wydzielonych stacji radiolokacyjnych z poszczególnych posterunków radiolokacyjnych, w oparciu o które organizuje się punkty naprowadzania /PN/ samolotów myśliwskich, ewentualnie mogą być przewidziane jako PN, wynika przede wszystkich z przyjętej koncepcji prowadzenia działań z nieprzyjacielem powietrznym. Uwarunkowana jest również możliwymi wariantami pokonywania obrony powietrznej przez ŚNP nieprzyjaciela i usytuowaniem obiektów lub rejonów, będących główną treścią działań w wyznaczonym rejonie. Stąd uwzględniając właściwości prowadzenia działań bojowych z nieprzyjacielem powietrznym na kierunku nadmorskim, zwłaszcza w skomplikowanych warunkach sytuacji powietrznej, maksymalna liczba wydzielonych stacji radiolokacyjnych dla potrzeb naprowadzania winna być wydzielona w pasie przybrzeżnym oraz wzdłuż pasów dogodnego pokonywania obrony powietrznej przez ŚNP nieprzyjaciela.

Jeżeli proces naprowadzania samolotów myśliwskich rozpatrywać jako zdarzenie zaistniałe w ruchu, wówczas powstaje problem umownego wyodrębnienia pasów strefy informacji radiolokacyjnej o ustalonych wskaźnikach jej dokładności. Przy czym pojęcie "pas" oznacza rzut strefy informacji radiolokacyjnej w płaszczyźnie poziomej na poszczególnych wysokościach. Jest prostopadle usytuowany do kierunku ewentualnego nalotu ŚNP nieprzyjaciela, w którym elementy systemu radiolokacyjnego zapewniają prawdopodobieństwo radiolokacyjnego zabezpieczenia naprowadzania samolotów myśliwskich na poszczególnych wysokościach z nakazaną wartością.

Problem wyodrębniania umownych pasów zabezpieczenia naprowadzania samolotów myśliwskich dotyczy głównie zwalczania celów powietrznych działających na bardzo małych i małych wysokościach. Uwarunkowane to jest względami następującymi:

- ograniczonym zasięgiem wykrywania celów powietrznych, lecących na bardzo małych i małych wysokościach;

- zmniejszeniem się zasięgu wykrywania w wyniku efektów, wywołanych czynnymi i biernymi zakłóceniami radiolokacyjnymi;
- prędkością lotu celów powietrznych;
- długotrwałością cyklu naprowadzania samolotu myśliwskiego /lub grupy/ na cel powietrzny.

Ustalenie szerokości pasa zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania samolotów myśliwskich, obejmującego zbiór rozmieszczonych w nim stacji radiolokacyjnych z poszczególnych posterunków radiolokacyjnych, można o technologiczne czynności nawigatora naprowadzania.

Pierwszą czynnością nawigatora naprowadzania pracującego przy wskaźniku obserwacji okrężnej stacji radiolokacyjnej lub przy urządzeniu wskaźnikowym /UD/ aparatury przyrządowego naprowadzania /APN/ jest ustalenie położenia wskazanego do zniszczenia celu powietrznego i przechwytującego myśliwca. Następna czynność to korygowanie kursem myśliwca w celu zajęcia punktu, obliczonego jako początkowy moment manewru dla zajęcia pozycji wyjściowej do ataku. Wymienione czynności w świetle doświadczeń dotychczasowych pochłaniają 3 min. /t_{SK} = 3 min./.
Tak więc, od momentu wykrycia celu przez nawigatora do momentu wydania komendy na manewr myśliwca, cel powietrzny przeleci odległość równą:

$$S_C = V_C \cdot t_{sk} \quad , \qquad /2.98/$$

Aby samolot myśliwski znalazł się w dogodnym punkcie do ataku celu powietrznego musi wykonać wyjście w tylną półsferę i znaleźć się w odległości zapewniającej samodzielne jego wykrycie. Uwzględniając wzór /2.18/ na czynność tą pilot samolotu myśliwskiego traci średnio około 2 min.
Stąd średnia cykl naprowadzania wyrażony drogą przelotu celu powietrznego można wyrazić wzorem:

$$S_{...} = V_{...} \left(t_{...} + t_{...} \right) \quad , \qquad /2.99/$$

gdzie: t_{man} - czas manewru samolotu myśliwskiego.

Jeżeli przyjąć, że średni czas cyklu naprowadzania obejmuje przedział czasowy w wymiarze 4-6 min., wówczas interpretując zachodzące zjawisko w jednostkach liniowych, wynosi:

- przy prędkościach dodźwiękowych /900 km/h/ - 60-90 km;
- przy prędkościach naddźwiękowych /1200 km/h/ - 80-120 km.

Są to wielkości przekraczające możliwości współcześnie dysponowanych stacji radiolokacyjnych naprowadzania typu P-35. Udowodnieniem twierdzenia są dane zawarte w tabeli 26.

TABELA 26

Wysokość lotu w /m/	50	100	200	300	400	500
Zasięg wykrywania przy σ_{sk} = 1-3 m^2	23	26	36	45	50	600

Pewne poprawienie warunków naprowadzania można uzyskać przez wykorzystanie zestawu radiolokacyjnego P-40 wespół z wysokościomierzem PRW-9, który dane zawiera tabela 27 zamieszczona poniżej.

TABELA 27

Typ stacji radiolokacyjnej	Skuteczna powierzchnia odbicia σ w /m^2/	Zasięg wykrywania w /km/ przy wysokości lotu w /m/					
		50	100	200	300	400	500
P-40	1	32	47	49	50	59	65
PRW-9	1	30	40	60	70	80	85

Dane w tabeli 26 i 27 sugerują, że w oparciu o pojedyńczy zestaw radiolokacyjny można naprowadzać samoloty myśliwskie na cele nisko lecące w zasięgu od

wysokości 200 m. W związku z tym minimalna szerokość pasa /lub wycinka rejonu/ zabezpieczenia naprowadzania, przegradzającego trasy lotów celów powietrznych, winna obejmować co najmniej dwie linie posterunków radiolokacyjnych.

Na kierunku nadmorskim występują dwa wzajemnie przeciwstawne do rozwiązania problemy. W przypadku zorganizowanej ciągłej strefy ognia wojsk rakietowych wzdłuż linii brzegowej przez dwie linie doar, lotnictwo myśliwskie jako manewrowy, aktywny środek walki winno zwalczać cele powietrzne przed i za strefą ognia wojsk rakietowych. Środki radiolokacyjne poszczególnych posterunków radiolokacyjnych, rozwiniętych wzdłuż linii brzegowej znajdują się na tej samej rubieży, co doar. W związku z tym zabezpieczają jednocześnie proces naprowadzania oraz wskazywania. Możliwości naprowadzania samolotów myśliwskich na bardzo małych i małych wysokościach nie wybiegają poza strefę ognia doar. W przypadku pokonywania obrony powietrznej przez ŚNP nieprzyjaciela z kierunku morza w ugrupowaniu kolumnowym na różnych wysokościach, co miało miejsce w działaniach bliskowschodnich w 1973 r., dla naruszenia ich ugrupowania zachodzi konieczność jednoczesnego zwalczania przez lotnictwo myśliwskie i wojska rakietowe w strefie ognia doar. Urzutowanie celów powietrznych według wysokości, wywołuje konieczność właściwego podziału rozmiaru informacyjnego dla potrzeb naprowadzania i wskazywania. Manewr resursem informacyjnym uwarunkowany jest położeniem systemu antenowego stacji radiolokacyjnej w kącie elewacji. W tych warunkach proponowane rozwiązania oparcia wskazywania celów o stacje radiolokacyjne z dwóch sąsiednich posterunków radiolokacyjnych wydaje się, że jest rozwiązaniem zoptymalizowanym.

Dotychczasowa analiza wskaźników możliwości bojowych w odniesieniu do podstawowej sfery działalności bojowej wojsk radiotechnicznych OPK sugeruje,

że przedstawiony ich układ może być wykorzystywany dla oceny efektywności systemu radiolokacyjnego.

Przez pojęcie "efektywność systemu radiolokacyjnego" należy rozumieć wpływ elementów, podsystemów i systemu radiolokacyjnego na efektywność obrony powietrznej, rozpatrywanej dla dowolnie wziętego kierunku działań nieprzyjaciela powietrznego i wyznaczonych na nim rubieżach, uwzględniających osłonę wyznaczonych obiektów lub zespołu obiektów obejmujących obszar w wyznaczonym rejonie działań bojowych.

Podstawą oceny efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań środków aktywnych jest dostarczona do ich dyspozycji oraz ich organów dowodzenia informacja radiolokacyjna, dotycząca wiarygodnej liczby działających celów powietrznych w przewidywanym modelu nalotu nieprzyjaciela powietrznego oraz własnych samolotów myśliwskich, a także zapewniająca terminowe uczestnictwo w walce dysponowanych środków z wymaganą efektywnością niszczenia SNP nieprzyjaciela na dowolnie wybranych kierunkach jego działań i wyznaczonych na nich rubieżach.

Miarą efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań winna być liczba, która określa ilościowe możliwości terminowego oddziaływania lotnictwa myśliwskiego i naziemnych środków ogniowych na cele /pojedyńcze lub grupowe/ powietrzne. Uwzględniając przy tym założone prędkości i wysokości lotu do wyznaczonych rubieży, na których ich zniszczenie lub zaniechanie przez nich wykonywania zadań bojowych gwarantuje żywotność obiektów lub zespołu obiektów obejmujących obszar w wyznaczonym rejonie działań.

Pojęcie "efektywność systemu radiolokacyjnego" i jego miara oznacza nic innego, jak tylko jego zintegrowaną sprawność, zapewniającą środkom aktywnym uzyskanie maksymalnej efektywności bojowej, zgodnej z dysponowanymi przez nich taktyczno-technicznymi możliwościami w odniesieniu do konkretnych kierunków działań nieprzyjaciela powietrznego i wyznaczonych na nich

rubieżach. W tym kontekście rozpatrywany problem efektywności systemu radiolokacyjnego posiada niezwykle wysoką rangę. Jest on częścią składową obliczeń sumaryoznych obrony powietrznej, który można określić wzorem:

$$E_{OP} = \left[\left(E_{LM} K_{D_{LM}}\right) + \left(E_{ŚN} \cdot K_{D_{ŚN}}\right)\right] \cdot E_{ZRD} \quad , \qquad /2.100/$$

gdzie: E_{OP} - efektywność obrony powietrznej w wyznaczonym rejonie działań;

E_{LM} - efektywność bojowa lotnictwa myśliwskiego;

$E_{ŚN}$ - efektywność bojowa naziemnych środków ogniowych;

K_D - współczynnik uwzględniający zniszczenie celów powietrznych podczas działań samodzielnych lotnictwa myśliwskiego i naziemnych środków ogniowych;

E_{ZRD} - wskaźnik efektywności wynikający z możliwości zabezpieczenia radiolokacyjnego działań.

Wzór /2.100/ wymaga ustalenia kryteriów obliczania efektywności systemu radiolokacyjnego. W oparciu o uzyskane z obliczeń dane wynikowe stwarzane są warunki oceny porównawczej dla konkretnych sytuacji bojowych. Przy czym w tym przypadku przez pojęcie "sytuacje bojowe" należy rozumieć konkretny model ŚNP nieprzyjaciela, dowiązany do punktów terenowych.

Logiczna kolejność powstawania i rozwijania się zjawisk występujących od początkowego momentu nalotu nieprzyjaciela powietrznego do momentu jego zakończenia sugeruje, że kryteria efektywności systemu radiolokacyjnego dla potrzeb taktycznych i operacyjno-taktycznych winny wynikać z umownego położenia ŚNP nieprzyjaciela względem konkretnie rozpatrywanego rejonu działań oraz realizowanych zadań przez obronę powietrzną. W umownym podziale położenia ŚNP nieprzyjaciela na kierunku nadmorskim OPK można wyodrębnić cztery zasadnicze etapy,

a mianowicie:

- stan sytuacyjno-bojowy, uwarunkowany położeniem ŚNP nieprzyjaciela do wyznaczonego rejonu działań na dalekich podejściach;
- stan sytuacyjno-bojowy uwarunkowany położeniem ŚNP nieprzyjaciela na bezpośrednich podejściach do wyznaczonego rejonu działań;
- stan sytuacyjno-bojowy wynikający z działań ŚNP nieprzyjaciela w wyznaczonym rejonie działań;
- stan sytuacyjno-bojowy podczas opuszczania wyznaczonego rejonu działań przez ŚNP nieprzyjaciela.

Skuteczne zwalczanie ŚNP nieprzyjaciela przez aktywne środki walki może nastąpić tylko wówczas, kiedy znajdują się w obrębie pola radiolokacyjnego. Stąd efektywne zabezpieczenie radiolokacyjne działań następuje w przypadku wykrycia i ciągłego śledzenia wszystkich obiektów powietrznych tzn. ŚNP nieprzyjaciela oraz własnych samolotów. Jest to jeden z podstawowych i nieodzownych warunków działań bezpiecznych dla własnych sił powietrznych.

Dotychczasowa analiza wskazuje, że informacja o stanie sytuacyjno-bojowym na dalekich podejściach do wyznaczonego rejonu działań bojowych stawia zasadnicze wymagania w zakresie posiadania konkretnej rubieży informacji radiolokacyjnej. Jest to podstawowy warunek przeciwdziałania zaskakującym nalotom nieprzyjaciela powietrznego w skali operacyjnej i taktycznej. Wymagania te szczegółowo określają wzory /2.35/ i /2.36/.

Uzyskana informacja o stanie sytuacyjno-bojowym z dalekich podejść, musi bezwarunkowo zapewnić terminowe postawienie wydzielonej części lub całości dysponowanych środków aktywnych w stan gotowości bojowej, zapewniającej zwalczanie ŚNP nieprzyjaciela na wymaganych rubieżach ich zwalczania. Dlatego też takie wskaźniki możliwości bojowych jak:

- rozpiętość radiolokacyjnej strefy informacji w płasz-

czyźnie poziomej na poszczególnych wysokościach;

- pełny zbiór przestrzennego zobrazowania liczby działających celów powietrznych;
- ogólne i dokładne zobrazowanie przestrzennej działalności liczby celów powietrznych,

należące do jakościowych wskaźników możliwości bojowych systemu radiolokacyjnego oraz potencjał energetyczny dysponowanego sprzętu radiolokacyjnego, charakteryzujący jego odporność na zakłócenia radiolokacyjne, a należący do ilościowych wskaźników możliwości bojowych z elementami jakościowymi, stawiają ich w rzędzie wiodącym, w wyodrębnionym I-szym kryterium oceny efektywności systemu radiolokacyjnego. Wymienione krytorium jest warunkiem terminowego uczestnictwa w walce środków aktywnych, co zwiększa dla kierunku nadmorskiego OPK ma znaczenie priorytetowe.

Warunek terminowego wprowadzenia do działań dysponowanych przez OPK sił i środków można ocenić na podstawie przestrzennej efektywności radiolokacyjnego zabezpieczenia działań, który można określić wzorem:

$$E_1 = \frac{R_p}{R_w}, \qquad /2.101/$$

gdzie: R_p - posiadana rubież informacji radiolokacyjnej o nieprzyjacielu powietrznym;

R_w - wymagana rubież informacji radiolokacyjnej o nieprzyjacielu powietrznym, determinująca terminowe użycie do działań lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych oraz innych współdziałających środków ogniowych.

Wartość R_p uwarunkowana jest taktyczno-technicznymi możliwościami stacji radiolokacyjnych, rozwiniętych na poszczególnych posterunkach radiolokacyjnych. Przy czym w przypadku kierunku nadmorskiego, stacjami determinującymi wysunięcie rubieży informacji radiolokacyjnej są stacje radiolokacyjne rozwinięte wzdłuż

linii brzegowej.

Wzór /2.101/ jest słuszny dla rubieży informacji radiolokacyjnej uwzględniającej działania celów powietrznych na średnich, dużych i stratosferycznych wysokościach. Natomiast dla bardzo małych i małych wysokości lotu celów powietrznych dla wartości R_p należy uwzględnić wzór /2.29/. I tak na przykład dla określenia rubieży informacji radiolokacyjnej, opierającej się o sieć posterunków rozwiniętych wzdłuż linii brzegowej, dla celów działających na bardzo małych i małych wysokościach z kierunku morza wzór /2.101/ przyjmie postać:

$$\xi_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left[\Omega_{1,2} \dots \left(\sqrt{\Omega_1 + \Omega_1 + \Omega_2} + \sqrt{\Omega_{npl} + \Omega_{tnpm}} \right) \right]}{\Omega_p} \quad /2.102/$$

Jednak pełna ocena przestrzennej efektywności radiolokacyjnego zabezpieczenia działań musi uwzględniać również wpływ walki radioelektronicznej, prowadzonej przez nieprzyjaciela powietrznego.

Doświadczenia wojen lokalnych wyraźnie sugerują, że na odcinkach tras lotu usytuowanych poza strefą informacji radiolokacyjnej, nieprzyjaciel powietrzny pokładowych środków walki radioelektronicznej nie wykorzystywał. Przedwczesne włączenie pokładowych nadajników zakłóceń radiolokacyjnych i łączności przez SNP nieprzyjaciela, umożliwia obronie powietrznej uzyskanie uprzedzających danych o rozpoczynającym się nalocie.

W związku z tym można twierdzić, że walka radioelektroniczna rozpocznie się od momentu osiągnięcia przez SNP nieprzyjaciela strefy oddziaływania ogniowego lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych.

Informacja o stanie sytuacyjno-bojowym z bezpośrednich podejść do wyznaczonej strefy działań stawia zasadnicze wymagania w zakresie zobrazowania rozmachu rozpoczętych działań przez nieprzyjaciela powietrznego. Uzyskane dane winny zapewnić ustalenie zamiaru działań poszczególnych grup SNP nieprzyja-

ciela w skali operacyjnej i taktycznej. Jest to podstawowy warunek dla obrony powietrznej skupienia wysiłku na najbardziej zagrożonych kierunkach operacyjno-powietrznych. Dlatego też takie wskaźniki możliwości bojowych jak:

- zdolność przepustowa informacji radiolokacyjnej przez poszczególne elementy i podsystemy systemu radiolokacyjnego, wiarygodność zobrazowania liczby przestrzennej działalności celów powietrznych, należące do grupy wskaźników jakościowych;
- liczba i taktyczno-techniczne możliwości specjalistycznych środków zautomatyzowanego dowodzenia systemu radiolokacyjnego, liczba kanałów łączności i niezawodności systemu łączności oraz stan ukompletowania i wyszkolenia stanu osobowego, należące do grupy wskaźników jakościowych;
- liczba jednocześnie obserwowanych obiektów powietrznych należąca do grupy wskaźników ilościowych,

stawiają ich w rzędzie wiodącym, w wyodrębnionym II-gim kryterium oceny efektywności radiolokacyjnego zabezpieczenia działańśrodków aktywnych obrony powietrznej. Wymienione kryterium stwarza warunki dla terminowej koncentracji wysiłku na dowolnie wybranym kierunku i wyznaczonych na nich rubieżach. Umożliwia więc wytworzenie dogodnego stosunku sił między napadającymi ŚNP nieprzyjaciela a dysponowanymi środkami walki przez obronę powietrzną.

Jeżeli przyjąć, że skuteczne zwalczanie mogą być ŚNP nieprzyjaciela znajdujące się tylko w obrębie pola radiolokacyjnego, to efektywne zabezpieczenie radiolokacyjne działań następuje wówczas, gdy w określonym rejonie są wykryte i śledzone wszystkie obiekty powietrzne, tzn. ŚNP nieprzyjaciela oraz własne samoloty. Jest to nieodzowny warunek bezpiecznych działań własnych sił powietrznych.

Na podstawie liczby występujących celów powietrznych oraz ich położenia względem ugrupowania sił

lotnictwa myśliwskiego oraz związków taktycznych wojsk rakietowych dokonuje się podziału celów do zwalczania na stanowisku dowodzenia korpusu OPK lub PISD. Mylne odwzorowanie dynamiki rozwijających się działań bojowych prowadzi w skomplikowanej sytuacji powietrznej do zbędnego rozdrobnienia sił lub do ostrzelania samolotów własnych. Ponadto działania ŚNP nieprzyjaciela na podejściach bezpośrednich należy oceniać z uwzględnieniem głównych obiektów osłony. Wynika to z możliwości ich obezwładnienia rakietami klasy "powietrze - ziemia". Właśnie wymienione względy sugerują, że II-gie kryterium efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań można określać dwojako. W przypadku, kiedy nie zachodzi możliwość wykonania uderzeń przez ŚNP nieprzyjaciela rakietami klasy "powietrze-ziemia", wówczas kryterium to ogólnie można określić wzorem:

$$E_2 = \frac{I_{W_{LM}} + I_{W_{\dot{S}N}}}{I_p}, \qquad /2.103/$$

gdzie: I_p - liczba działających celów powietrznych;

$I_{W_{LM}}$ - liczba wykrytych i śledzonych pojedyńczych lub grup ŚNP nieprzyjaciela, możliwych do zwalczania przez lotnictwo myśliwskie na dowolnie wybranych kierunkach nalotu i wyznaczonych rubieżach;

$I_{W_{\dot{S}N}}$ - liczba wykrytych i śledzonych pojedyńczych lub grup ŚNP nieprzyjaciela, możliwych do zwalczania przez dowódcę i ewentualnie inne współdziałające naziemne środki ogniowe na dowolnie wybranych kierunkach nalotu i wyznaczonych rubieżach.

Natomiast na kierunku nadmorskim, gdy obiekty osłony mogą być usytuowane wzdłuż linii brzegowej, rozpatrywano kryterium radiolokacyjnego zabezpieczenia

działań zdecydowanie eksponuje potrzebę skuteczności rubieżowego zwalczania ŚNP nieprzyjaciela. Ponadto na kierunku nadmorskim musi być osiągnięty rozpatrywany już cel zasadniczy, a mianowicie zdecydowane naruszenie ugrupowania nieprzyjaciela powietrznego. Jego osiągnięcie zapewnia zerwanie zamierzonego celu operacji powietrznej.

Wobec nasuwających się wymagań operacyjno-taktycznych i taktycznych rozpatrywane kryterium efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań można określić wzorem:

$$E_2 = \frac{I_p}{I_d} \cdot K_{rub} \quad , \qquad /2.104/$$

gdzie: I_d - liczba działających pojedyńczych lub grup ŚNP nieprzyjaciela;

I_p - liczba wykrytych i śledzonych pojedyńczych lub grup ŚNP nieprzyjaciela;

K_{rub} - współczynnik uwzględniający terminowe wykrycie oraz ciągłe śledzenie ŚNP nieprzyjaciela na potrzeby lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych i innych współdziałających naziemnych środków ogniowych w wyznaczonym rejonie działań. Współczynnik K_{rub} określa się wzorem:

$$K_{rub} = \frac{I_{LM}}{I_{ŚN}}$$

gdzie: I_{LM} - liczba wykrytych i śledzonych celów powietrznych możliwych do zwalczania przez lotnictwo myśliwskie;

$I_{ŚN}$ - liczba wykrytych i śledzonych celów powietrznych możliwych do zwalczania przez naziemne środki ogniowe.

Zastosowanie współczynnika K_{rub} jest słuszne tylko w tym przypadku, gdy obrona powietrzna zorganizo-

wana jest sposobem obiektowo-strefowym przez wojska rakietowe. Zakłada się więc, że wszystkie cele powietrzne pokonują strefę ognia wojsk rakietowych.

Po osiągnięciu przez ŚNP nieprzyjaciela bezpośrednich podejść do rejonu działań bojowych obrony powietrznej, w celu obniżenia skuteczności bojowej strony przeciwstawnej, inicjują intensywną walkę radioelektroniczną. Stąd wzory /2.103/ i /2.104/ muszą być uzupełnione współczynnikiem uwzględniającym zmniejszenie się pola radiolokacyjnego na poszczególnych wysokościach. W związku z tym na przykład wzór /2.104/ przyjmie postać ostateczną:

$$\Sigma_2 = \frac{\Sigma_p}{\Sigma_d} \cdot \mu_{rub} \cdot \mu_{sp} \quad , \qquad /2.105/$$

Współczynnik μ_{sp} oblicza się według wzoru /2.22/, oczywiście w dowiązaniu do konkretnego modelu nalotu ŚNP nieprzyjaciela oraz do konkretnie osiągniętej przez nich rubieży. W tym przypadku chodzi głównie o uwzględnienie skutecznych sektorów zakłóceń, w których występuje brak danych o celach powietrznych.

Wskaźnik efektywności radiolokacyjnego zabezpieczenia działań wyrażony wzorem /2.105/ określa jakość wypracowanej informacji radiolokacyjnej przez zbiór posterunków radiolokacyjnych, ugrupowanych w konkretnym rejonie oraz możliwości opracowywania danych o trasach lotu celów powietrznych przez stanowiska dowodzenia batalionów radiotechnicznych. Dlatego też rozpatrywane kryterium jest informacyjnym jakościowo-ilościowym wskaźnikiem radiolokacyjnego zabezpieczenia działań środków aktywnych. W związku z tym II-gie kryterium efektywności radiolokacyjnego zabezpieczenia działań, jest syntezą możliwości spełnienia wymagań zabezpieczenia dowodzenia, szczególnie obejmującym problem podziału celów do zwalczania między lotnictwo myśliwskie, wojska rakietowe i inne naziemne współdziałające środki ogniowe. Przy czym podział celów do zwalczania uwzględnia się na określonych wybranych kierunkach oraz

wyznaczonych na nich rubieżach.

Informacja o stanie sytuacyjno-bojowym w wyznaczonej strefie działań dotyczy głównie zapewnienia terminowej realizacji możliwości ogniowych przez samoloty myśliwskie i doar na wyznaczonych rubieżach, zgodnie z przyjętą koncepcją zwalczania ŚNP nieprzyjaciela. Określenie "koncepcja działań", oznacza sposoby przeciwstawienia działaniom nieprzyjaciela powietrznego, wyrażające się wariantami rubieżowego użycia lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych dla najbardziej zagrożonych kierunków operacyjno-powietrznych. Przy czym uwzględniając równoważne partnerstwo w walce, warianty działań aktywnych środków walki winny być dostosowane głównie do wykorzystania współmiernej ich liczby do liczby ŚNP nieprzyjaciela, w celu nie dopuszczenia do obezwładnienia głównych obiektów lub rejonów osłony.

Niedopuszczenie do obezwładnienia osłanianych obiektów lub rejonów wyraża III-cie wyodrębnione kryterium efektywności radiolokacyjnego zabezpieczenia działań, nazwane jako kryterium terminowej realizacji możliwości ogniowych. Jego istota tkwi w zapewnieniu wykorzystania odpowiedniej dokładności informacji radiolokacyjnej, zapewniającej spotkanie się własnych środków walki z ŚNP nieprzyjaciela po najkrótszej drodze. Stąd takie wskaźniki możliwości bojowych jak:

- dokładność pomiaru przestrzennej działalności liczby działających obiektów powietrznych;
- liczby stacji radiolokacyjnych wydzielonych do naprowadzania lub wskazywania, ewentualnie możliwości retransmisji danych ze stacji radiolokacyjnych z zachowaniem wymaganych parametrów dokładności informacji radiolokacyjnej;
- żywotność elementów zabezpieczających naprowadzanie samolotów myśliwskich oraz wskazywanie celów dla dowództwa, stawiają ich w czołowym dla określenia rozpatrywanego kryterium efektywności radiolokacyjnego za

bezpieczenia działań. Wskazuje na ostateczny systemowy rezultat konfliktu między przeciwstawnymi stronami. Efektywność radiolokacyjnego zabezpieczenia działań w tym przypadku ogólnie określić można wzorem:

$$E_3 = \frac{\sigma_w}{\sigma_p} , \qquad /2.106/$$

gdzie: σ_p - wypracowana dokładność informacji radiolokacyjnej dla poszczególnych jej użytkowników, lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych oraz współdziałających naziemnych środków ogniowych z dysponowanego obszaru rejonu działań bojowych;

σ_w - wymagana dokładność informacji radiolokacyjnej dla poszczególnych jej użytkowników, lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych oraz współdziałających naziemnych środków ogniowych z wymaganego obszaru rejonu działań bojowych.

Wskaźnik wyrażony wzorem /2.106/ określa systemową efektywność w zakresie dokładności wypracowania informacji radiolokacyjnej oraz jej zobrazowania w poszczególnych punktach naprowadzania lotnictwa myśliwskiego i stanowiskach dowodzenia. Wyraża więc jakościowy wskaźnik radiolokacyjnego zabezpieczenia działań. Jednak ze względu na właściwości i potrzeby działań obrony powietrznej wymienione kryterium można rozpatrywać również w ujęciu jakościowo-ilościowym. Jakościowo-ilościowe kryterium terminowości realizacji możliwości ogniowych przez aktywne środki walki można określić wzorem:

$$E_3 = \frac{\mathcal{J}_{d_p}}{\mathcal{J}_{d_w}} , \qquad /2.107/$$

gdzie: $\mathcal{J}_{d_p}$ - możliwa do uzyskania dokładność parametrów informacji radiolokacyjnej o liczbie tras lotu celów powietrznych w ustalonych pasach bezpośredniego radiolokacyjnego

cyjnego zabezpieczenia działań i założonym modelu nalotu;

I_{d_w} - wymagana dokładność informacji radiolokacyjnej o liczbie tras lotu celów powietrznych w ustalonych pasach bezpośredniego radiolokacyjnego zabezpieczenia działań i założonym modelu nalotu.

Stopień dokładności informacji radiolokacyjnej wykorzystywanej dla naprowadzania samolotów myśliwskich lub wskazywania celów dla dział jest uzależniony od:

- rodzaju wykorzystywanego źródła informacji radiolokacyjnej;
- potencjalnych możliwości dokładności pomiaru współrzędnych obiektów powietrznych przez źródło informacji radiolokacyjnej;
- długości linii obiegu informacji radiolokacyjnej;
- sposobu opracowywania i zobrazowywania informacji radiolokacyjnej o obiektach powietrznych.

Pierwotnymi źródłami informacji radiolokacyjnej są stacje radiolokacyjne. Z tego też względu, bezpośrednio wykorzystywana od nich informacja radiolokacyjna, w zależności od sposobu jej opracowywania /automatycznego, zautomatyzowanego lub nie zautomatyzowanego[x]/ charakteryzuje się największym stopniem dokładności.

W procesie obróbki informacji radiolokacyjnej, niezależnie od wybranego miejsca w systemie radiolokacyjnym wystąpują błędy systematyczne i przypadkowe. Miarą błędów systematycznych i przypadkowych może być wielkość błędu średniokwadratowego σ lub dyspersji σ^2.

---

x/ "Nie zautomatyzowany", zwany potocznie fonicznoręcznym; polegający na optycznym odczytywaniu lub przenoszeniu informacji radiolokacyjnej oraz jej przekazywaniu sposobem fonicznym lub kodem sygnałów telegraficznych.

Na przykład średniokwadratowy błąd pomiaru odległości obiektu powietrznego na stacji radiolokacyjnej zwykle posiada znacznie większą wartość w porównaniu z możliwościami potencjalnymi /minimalnymi/ i wynosi:

$$\sigma_D = (1{,}5 \div 10)\sigma_{nD} \quad , \qquad /2.108/$$

gdzie: σ_{nD} - potencjalna dokładność pomiaru odległości przez stację radiolokacyjną, którą można określić wzorem:

$$\sigma_{nD} = \frac{c\tau}{2\sqrt{2\pi m_p}}$$

gdzie: m_p - wartość współczynnika rozróżnialności pojedyńczego impulsu.

Ponieważ średniokwadratowy błąd pomiaru odległości jest większy od możliwości potencjalnych, stąd wymienioną zależność można określić wzorem:

$$\sigma_D = K_D \cdot \sigma_{nD} \quad , \qquad /2.109/$$

gdzie: K_D - współczynnik pogorszenia dokładności dla realnej RLS.

Współczynnik pogorszenia dokładności można określić według wzoru:

$$K_D = \sqrt{1 + \frac{\sigma_p^2}{\sigma_{nD}} + \frac{\sum \sigma_i}{\sigma_{nD}}}$$

gdzie: σ_p - błąd uwarunkowany wykrzywieniem toru rozprzestrzeniania się fali elektromagnetycznej;

σ_i - błąd powstający w i-tym urządzeniu stacji radiolokacyjnej.

Suma błędów σ_i powstająca w poszczególnych urządzeniach stacji radiolokacyjnej, zwanych instrumentalnymi i σ_p są wielokrotnie mniejsze w porównaniu z występującymi błędami podczas odczytywania danych z urządzeń wskaźnikowych. Dlatego też ze względów praktycznych błędy instrumentalne i σ_p można pominąć. Natomiast

błąd wskaźnikowy ze względu na wprowadzanie i wskazywanie nabiera znaczenia szczególnego. Stąd właśnie w świetle potrzeb taktycznych, w grupie błędów wskaźnikowych stacji radiolokacyjnej wyodrębnia się:

a/ Współczynnik pogorszenia dokładności K_D bez uwzględnienia błędów instrumentalnych i σ_p przyjmie postać:

$$K_D = \sqrt{1 + \frac{\sigma_w^2}{\sigma_{nD}^2}} \quad , \qquad /2.110/$$

gdzie: σ_w - średniokwadratowy błąd oczytywania informacji radiolokacyjnej ze wskaźnika stacji radiolokacyjnej.

b/ Błąd uwarunkowany nieliniowością podstawy czasu. Wielkość błędu nieliniowości można obliczyć według wzoru:

$$\sigma_w = \frac{\alpha}{\sqrt{3}} \Delta_{sk} \quad , \qquad /2.111/$$

gdzie: α - współczynnik nieliniowości podstawy czasu;

Δ_{sk} - odległość między znacznikami odległości.

c/ Błąd interpolacji wynikający z niedokładności odczytywania współrzędnych według podziałki skali, który określa się wzorem:

$$\sigma_{int} = k \cdot \Delta_{sk}$$

gdzie: k - współczynnik uzależniony od skali podstawy czasu wskaźnika stacji radiolokacyjnej.

Wartość liczbowa błędu interpolacji wynosi 0,05 ..... 0,1 wartości między dwoma podziałkami skali.

Do błędów wskaźnikowych zaliczane jest również błąd wynikający z niedokładności zogniskowania wskaźnika. Powoduje on niedokładne określenie centrum znacznika pochodzącego od obiektu powietrznego. W wyniku niedokładnego określenia centrum znacznika i podziałki skali zwiększa się wielkość średniokwadratowego błędu odczytywania współrzędnych (σ_{odcz}) ze wskaźnika stacji radiolokacyjnej.

Rząd wartości średniokwadratowych błędów odczytywania ze wskaźnika współrzędnych dla niektórych typów RLS przedstawia tabela 28 zamieszczona poniżej.

TABELA 28

Lp.	Typ stacji radiolokacyjnej	Wielkość średniokwadratowego błędu					
		Odczytywanie zautomatyzowane			Odczytywanie optyczne		
		D w /m/	β w/min/	H w /m/	D w /m/	β w/stop/	H w /m/
1.	P-12 M	500	30	-	700	1,9	1,5% od D
2.	P-35/37/	100	10	-	500	0,5	-
3.	P-15, P-19	500	10	-	1700	2	-
4.	P-14	500	30	-	900	0,75	-
5.	PRW-9	400	10	200	1000	0,2	300-500
6.	PRW-11	500	10	200	1000	0,2	300-500

Rząd wartości błędów średniokwadratowych, zawartych w tabeli 28, ustalono drogą eksperymentalną. Eksperyment przeprowadzono w sytuacjach, w których liczba obiektów powietrznych nie przekraczała 15-stu samolotów. Samoloty nie stosowały również zakłóceń radiolokacyjnych. W skomplikowanych warunkach sytuacji powietrznej podczas działania dużej liczby celów powietrznych, gdy natężenie operatora przewyższa 2,5-3 razy średnią jego wydajność, wartość średniokwadratowego błędu może zwiększyć się nawet o 30-50%. Okoliczność ta jest to uwarunkowana stopniem wyszkolenia operatorów stacji radiolokacyjnych i operatorów środków zautomatyzowanego dowodzenia.

Nietrudno jednak zauważyć, że dane zawarte w tabeli 28 wykazują procentowo mniejszą wartość średniokwadratowych błędów przy odczytywaniu współrzędnych ze wskaźnika sposobem zautomatyzowanym. Jest to uwarunko-

wane przede wszystkim istotą sposobu odczytywania współrzędnych. Polega ona na przekryciu znacznika pochodzącego od celu powietrznego z ruchomym znacznikiem uformowanym przez układ odczytywania danych SZD. W tym przypadku wartość średniokwadratowego błędu wskaźnika /σ_{wsk}/ określa się wzorem:

$$\sigma_{wsk} = \sqrt{\sigma^2_{nez} + \sigma^2_{pz} + \sigma_{intp}} \quad , \qquad /2.112/$$

gdzie: σ_{nez} - błąd wywołany niestabilnością funkcjonowania znacznika elektronowego układu odczytywania współrzędnych. Rząd jego wartości wynosi około 1% czasu opóźnienia;

σ_{pz} - błąd przekrycia znacznika celu ze znacznikiem elektronowym SZD. Rząd jego wartości wynosi 0,3-0,5 podziałki średnicy znacznika od celu powietrznego;

σ_{intp} - błąd interpolacji odczytywania danych według urządzenia znacznika elektronowego SZD. Rząd jego wartości wynosi 0,05-0,1 przyjętej podziałki skali.

Jeżeli zamiast wskaźnika radiolokacyjnego, jako urządzenia wyjściowego wykorzystywana jest EMC, wówczas wartość średniokwadratowego błędu oblicza się według wzoru:

$$\sigma_{UW_{EMC}} = \sqrt{\sigma^2_{(\alpha)dyskr} + \sigma^2_{(\alpha)rzecz}} \quad , /2.113/$$

Wartość średniokwadratowego błędu, wynikająca z dyskretności odczytywania współrzędnych przez EMC oblicza się według wzoru:

$$\sigma_{(\alpha)dysktr} = \frac{\Delta\sigma(\alpha)_E}{2\sqrt{3}}$$

gdzie: $\sigma(\alpha)_E$ - odstęp czasowy między impulsami wzorcowymi w liczniku elektronowym;

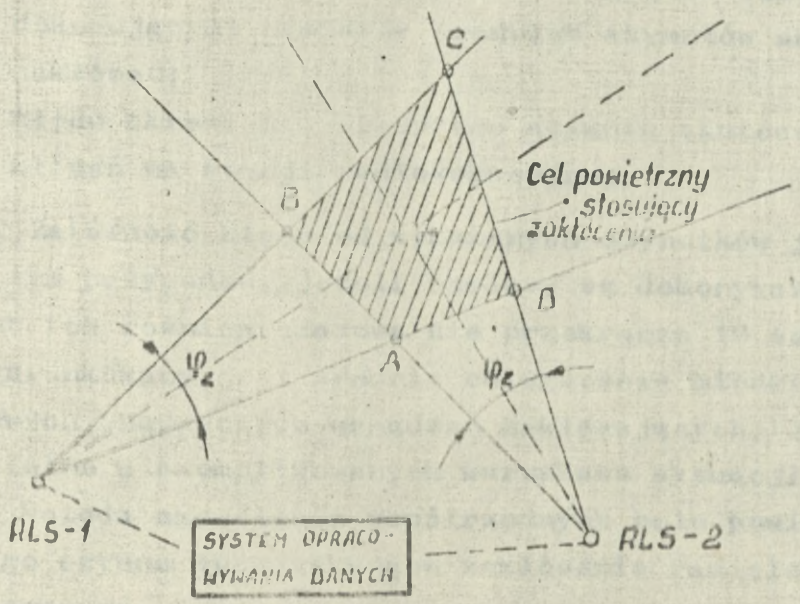
σ_{rzecz} - błąd uwarunkowany niestabilnością [illegible] powtarzania impulsów wzorcowych.

Jeżeli w układzie wypracowywania impulsów wzorcowych ich częstotliwość powtarzania stabilizowana jest kwarcem, wówczas błąd $\delta(\alpha)_{rzecz}$ wynosi:

$$\delta_{(\alpha)_{rzecz}} = (10^{-4} \div 10^{-5})\alpha$$

Dokładność określania współrzędnych celów powietrznych obniża się znacznie na skutek oddziaływania szumowych, czynnych zakłóceń radiolokacyjnych.

Wypromieniowane z nadajnika samolotowego sygnały zakłócające w kierunku na stację radiolokacyjną wytwarzają na jej wskaźniku skuteczny sektor zakłóceń, zwany "strefą nieokreśloności informacji", w przedziale której obserwacja celów powietrznych jest niemożliwa. Na przykład w systemie obejmującym dwie stacje radiolokacyjne opracowywane z nich informacje, tworzą strefę nieokreśloności informacji wyznaczoną przez czworobok ABCD i przedstawioną na rys. 59.



Rys. 59. Sposób określania współrzędnych metodą triangulacyjną celu powietrznego stosującego maskujące, czynne zakłócenia radiolokacyjne.

Przedstawione rozwiązanie sugeruje możliwość wykorzystania triangulacyjnej metody namiaru współrzędnych do celu powietrznego stosującego zakłócenia. Wymieniona zasada pracy znalazła zastosowanie we współczesnych środkach zautomatyzowanego dowodzenia. Istota wykorzystania metody jest następująca:

- na wskaźniku stacji radiolokacyjnej sprzężonej ze SZD, uwzględniając rozmiar skutecznego sektora zakłóceń, określa się jego średni azymut, a jego wartość w sposób zautomatyzowany przekazywana jest na nadrzędne stanowisko dowodzenia;
- na wskaźniku wspólnej informacji radiolokacyjnej nadrzędnego stanowiska dowodzenia, wyświetlana jest linia azymutalna, odpowiadająca przekazanej wartości sektora zaświecenia na RLS. Przecięcie się dwóch linii azymutalnych uzyskanych od dwóch RLP wyznacza miejsce położenia celu powietrznego stosującego zakłócenia.

Z analizy rys. 59 wynika, że dokładność określenia współrzędnych celu powietrznego, stosującego zakłócenia, zależy od:

- odległości położenia celu od stacji radiolokacyjnych, dokonujących namiaru średnich azymutów skutecznych sektorów zakłóceń;
- kąta zawartego między dwiema stacjami radiolokacyjnymi, dokonującymi namiarów średnich azymutów skutecznego sektora zakłóceń;
- błędu określenia średniego azymutu skutecznego sektora zakłóceń na stacji radiolokacyjnej.

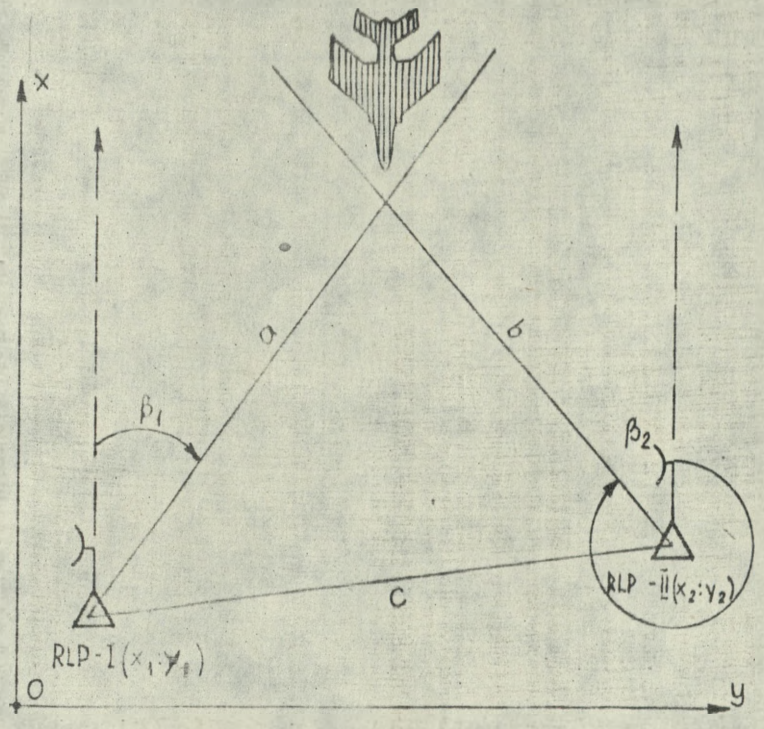
Zależność błędu od wykazanych czynników jest słuszna tylko w tym przypadku, jeżeli namiary są dokonywane jednocześnie lub ich różnica czasowa nie przekracza 10 sek. Wymieniony czas uwarunkowany jest średnią odległością między nosicielami pokładowych, nadawczych urządzeń zakłócających. Jest to niezwykle istotne w skomplikowanych warunkach sytuacji powietrznej.

Metoda określenia współrzędnych celu powietrznego stosującego czynne lub maskujące zakłócenia radiolokacyjne jest następująca:

Miejsce znajdowania się obiektu powietrznego określane jest na źródło zakłóceń według azymutów, mierzonych na stacjach radiolokacyjnych dwóch posterunków radiolokacyjnych.

Przy czym wartość azymutu jest równa połowie wartości skutecznego sektora zakłóceń, zaobserwowanego na stacji radiolokacyjnej. Współrzędne obiektu powietrznego, stosującego zakłócenia, można określać w oparciu o metody stosowane w geodezji, mianowicie, zakłada się, że znane są współrzędne posterunków radiolokacyjnych RLP I + x_1 i y_1 oraz z RLP II + x_2 i y_2 oraz wartości kątowe namiarów β_1 i β_2.

Metodę pomiaru za pomocą dwóch stacji radiolokacyjnych współrzędnych celu powietrznego stosującego zakłócenia przedstawia rys. 60.



Rys. 60. Pomiar współrzędnych celu powietrznego stosującego zakłócenia za pomocą stacji radiolokacyjnych z dwóch posterunków radiolokacyjnych

Z rysunku wynika, że aby określić współrzędne celu powietrznego oznaczone przez x_3, y_3, należy zastąpić je równościami:

$$\begin{cases} x_3 = x_1 + \Delta x_{3-1} \\ y_3 = y_1 + \Delta y_{3-1} \end{cases}$$, gdzie:

Wartości Δx_{3-1} i Δy_{3-1} można obliczyć, stosując równania:

$$\begin{cases} \Delta x_{3-1} = a \cdot \cos\beta_1 \\ \Delta y_{3-1} = a \cdot \sin\beta_1 \end{cases}$$

Wówczas współrzędne celu powietrznego przekazane przez RLP-I można określić za pomocą równania:

$$\begin{cases} x_3 = x_1 + a \cdot \cos\beta_1 \\ y_3 = y_1 + a \cdot \sin\beta_1 \end{cases} \qquad /2.114/$$

Analogicznie współrzędne celu powietrznego przekazane przez RLP-II można określić przyjmując równania:

$$\begin{cases} x_3 = x_2 + \Delta x_{3-2} \\ y_3 = y_2 + \Delta y_{3-2} \end{cases}, \text{ gdzie:}$$

Wartości x_{3-2} oraz y_{3-2} można obliczyć stosując równania:

$$\begin{cases} \Delta x_{3-2} = b \cdot \cos\beta_2 \\ \Delta y_{3-2} = b \cdot \sin\beta_2 \end{cases}$$

w rezultacie czego:

$$\left.\begin{aligned} x_3 &= x_2 + b \cdot \cos\beta_2 \\ y_3 &= y_2 + b \cdot \sin\beta_2 \end{aligned}\right\}, \qquad /2.115/$$

Porównując układy równań /2.114/ i /2.115/ otrzymamy:

$$\left.\begin{aligned} x_1 + a \cdot \cos\beta_1 &= x_2 + b \cdot \cos\beta_2 \\ y_1 + a \cdot \sin\beta_1 &= y_2 + b \cdot \sin\beta_2 \end{aligned}\right\}, \qquad /2.116/$$

Z kolei rozwiązując układ równań /2.116/, w odniesieniu do "b" otrzymamy:

$$b=\frac{a\cdot\cos\beta_1}{\cos\beta_2}-\frac{x_1-x_2}{\cos\beta_2}$$

$$b=\frac{a\cdot\sin\beta_1}{\sin\beta_2}+\frac{y_2-y_1}{\sin\beta_2}$$

, stąd:

$$\frac{a\cdot\cos\beta_1}{\cos\beta_2}-\frac{x_2-x_1}{\cos\beta_2}=-\frac{a\cdot\sin\beta_1}{\sin\beta_2}+\frac{y_2-y_1}{\sin\beta_2}$$

Z ostatniej równości, przekształcając je względem „a" otrzymujemy:

$$a=\frac{(x_2-x_1)\sin\beta_2+(y_2-y_1)\cos\beta_2}{\cos\beta_1\cdot\sin\beta_2+\sin\beta_1\cdot\cos\beta_2}$$

dzieląc prawą stronę przez iloczyn /cos β_1 cos β_2/, otrzymujemy:

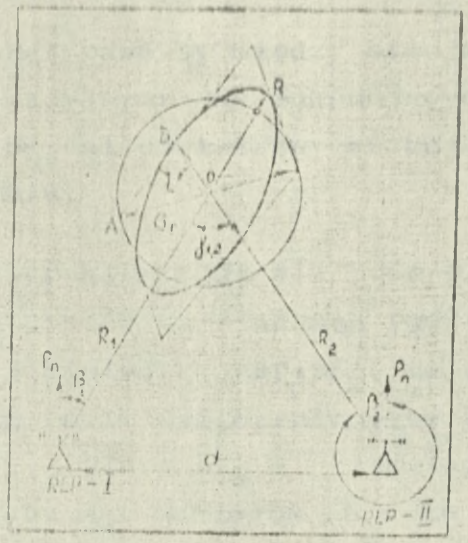
$$a=\frac{(x_2-x_1)\,tg\,\beta_2+y_2-y_1}{(tg\,\beta_2+tg\,\beta_1)\cos\beta_1}$$

Podstawiając "a" do równania /2.114/, otrzymujemy współrzędne celu powietrznego mierzone za pomocą stacji radiolokacyjnych dwóch RLP, wyrażone przez układ:

$$\begin{cases} x_3=x_1+\dfrac{y_2-y_1+(x_2-x_1)\,tg\,\beta_2}{tg\,\beta_2+tg\,\beta_1} & /2.117/ \\ \\ y_3=y_1+\dfrac{y_2-y_1+(x_2-x_1)\,tg\,\beta_2}{tg\,\beta_2+tg\,\beta_1} & /2.118/ \end{cases}$$

gdzie: x_1, x_2, y_1, y_2 - współrzędne RLP, z których stacje radiolokacyjne prowadzą namiary celu powietrznego stosującego zakłócenia.

Podczas wykonywania namiarów triangulacyjnych powstają błędy w określeniu współrzędnych prostokątnych celów powietrznych stosujących czynne i maskujące zakłócenia radiolokacyjne. Do ich oceny może być wykorzystana teoria błędów. Z teorii błędów wiadomo, że w wyniku przecięcia się promieni dwóch wektorów błędy położenia kątowego rozkładają się według rozkładu prawa normalnego. W wyniku czego powstaje elipsa błędu rozmieszczona względem punktu ich przecięcia tak, jak to przedstawiono na rys. 61.



Rys. 61. Eliptyczny rozkład błędów namiarów radiolokacyjnych z wykorzystaniem metody triangulacyjnej.

Określenie elipsy błędu natrafia na poważne trudności. Dlatego też wydaje się, że dla celów praktycznych elipsę można aproksymować do postaci koła, którego promień obejmuje 0,68 wszystkich odchyleń namiarów od rzeczywistego miejsca znajdowania się celu powietrznego, stosującego zakłócenia .

Z rys. 61 wynika, że:

$$\sigma_r = \sqrt{AO^2 + OB^2}$$

stąd:

$$AO = \frac{L_2}{\sin \gamma_{1,2}}, \qquad OB = \frac{L_1}{\sin \gamma_{1,2}}$$

$$\sqrt{\frac{\sigma^2_{\beta_1} \cdot R_2^2 + \sigma^2_{\beta_2} R_2^2}{\sin^2 \gamma_{1,2}}}$$

Jeżeli założy się, że $\sigma_{\beta_1} \approx \sigma_{\beta_2} = \beta$, to wówczas:

$$\sigma_r = \frac{\sigma_\beta}{\sin \gamma_{1,2}} \sqrt{R_1^2 + R_2^2} \quad , \qquad /2.119/$$

gdzie: σ_β - błąd namiaru mierzony w radianach;

R_1, R_2 - odległość stacji radiolokacyjnych od celu powietrznego stosującego zakłócenia;

γ - kąt zawarty między stacjami radiolokacyjnymi RLP dokonującycn namiaru na cel powietrzny stosujący zakłócenia.

Wielkość σ charakteryzuje wielkość błędu przypadkowego, namiarów średnich azymutów na stacjach radiolokacyjnych. Aby więc σ_r posiadała minimalną wartość, należy posterunki radiolokacyjne wybierać z takim wyliczeniem, aby kąt namiarów na cele stosujące zakłócenia mieścił się w przedziale $45^\circ < \gamma < 135^\circ$.

takim wyliczeniem, aby kąt namiarów na cele stosujące zakłócenia mieścił się w przedziale $45^\circ \leq \gamma \leq 135^\circ$.

Warunkuje to $\sin \gamma \geq 0{,}72$. Z kolei wartość $\sin \gamma$ rzutuje na odległości między sąsiednimi stacjami radiolokacyjnymi, dokonującymi namiarów.

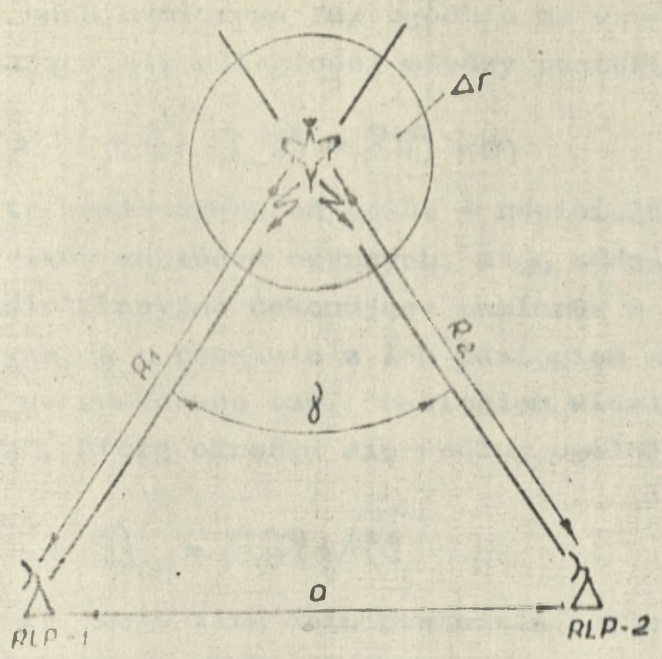
Względy taktyczne sugerują, że z kierunku nadmorskiego rubież włączenia pokładowych urządzeń zakłóceń czynnych przez SNP nieprzyjaciela będzie pokrywać się z rubieżami wykrycia stacji radiolokacyjnych usytuowanych wzdłuż linii brzegowej. Stąd też w zależności od wysokości lotu celów powietrznych działających pod osłoną radioelektroniczną, odległości między stacjami radiolokacyjnymi poszczególnych RLP, dokonujące namiarów według średniego azymutu skutecznego sektora zakłóceń, winny spełniać warunek określony wzorem:

$$a = 2R \sin \frac{\gamma}{2}, \qquad /2.120/$$

gdzie: R - odległość między celem powietrznym stosującym zakłócenia a stacjami radiolokacyjnymi, na których dokonywany jest namiar;

γ - kąt zawarty między namiarami średnich azymutów skutecznego sektora zakłóceń uzyskanych ze stacji radiolokacyjnych.

Zależność wynikającą ze wzoru /2.120/ wyjaśnia rys. 62.



Rys. 62. Określenie płaskich współrzędnych celu powietrznego stosującego zakłócenia z wykorzystaniem dwóch namiarów od stacji radiolokacyjnych z dwóch posterunków radiolokacyjnych.

Z rys. 62 wynika, że dla uzyskania warunku dysponowania maksymalną wartością γ z jednoczesnym zachowaniem minimalnych odległości między stacjami radiolokacyjnymi dokonującymi namiaru a celem powietrznym, stosującym zakłócenia występuje zależność, którą można przedstawić przy pomocy wzoru:

$$R_{min} = \frac{a}{2 \sin \frac{\gamma}{2}} \quad , \qquad /2.121/$$

Wzór /2.121/ sugeruje, że dla prawdopodobnych pasów pokonywania obrony powietrznej i przewidywanych dla nich modeli nalotów SNP nieprzyjaciela należy wydzielić stałe posterunków radiolokacyjnych. Prostopadłe ich usytuowanie względem kierunku spodziewanego nalotu ma zapewnić opracowywanie danych o celach powietrznych lecących pod osłoną radioelektroniczną na wszystkich wysokościach. I tak, dla zapewnienia długich namiarów zakłócających celów powietrznych, lecących na dużych i stratosferycznych wysokościach, zakładając, że na rozpatrywanych wysokościach zasięg stacji radiolokacyjnych

R_w = 300 km, baza namiarowa /a/ zgodnie ze wzorem /2.120/ równająca się odległości między posterunkami wynosi:

$$a = 2 \cdot 300 \cdot 0{,}36 = 216 \text{ km}$$

Sygnały zakłócające od celów - nosicieli pokładowych nadajników zakłóceń czynnych, mogą oddziaływać na stacje radiolokacyjne dokonujące namiarów z odległości większych, w porównaniu z ich zasięgiem wykrywania. Jest to uwarunkowane tzw. "zasięgiem widzialności bezpośredniej", którą określa się według ogólnie znanego wzoru: sl. 139 sl. 148 151

$$D_{wb} = 4{,}12\sqrt{H_c}$$

gdzie: H_c - wysokość lotu celu nosiciela pokładowych urządzeń zakłócających.

Przy wysokości lotu celu na 10000 m zasięg widzialności bezpośredniej wynosi około 400 km. Natomiast na wysokości 13000 m około 500 km. W związku z tym dysponując bazą a = 216 km, wydzielone RLP zdolne są do uczestniczenia w określaniu namiarów na odcinkach trasy lotu o długości:

$$- D_{nam} = (500 \div 300) - 150 = 350 \div 150 \text{ km}$$

$$- D_{nam} = (400 \div 300) - 150 = 250 \div 150 \text{ km}$$

Oznacza to, że na wymienionych odcinkach trasy lotu uzyskuje się za pomocą namiarów maksymalną dokładność określania płaskich współrzędnych x, y celu powietrznego, stosującego maskujące, czynne zakłócenia radiolokacyjne.

Problem komplikuje się w przypadku konieczności dokonywania namiarów na cele powietrzne lecące pod osłoną radioelektroniczną na małych wysokościach. W przypadku dokonywania nalotu przez SNP nieprzyjaciela w przedziale wysokości 100-200 m odległości między RLP, których stacje radiolokacyjne dokonują namiarów winny

wynosić:

$$Q = 2R\sin\frac{\gamma}{2} = 2(41 \div 54)\cdot 0{,}36 \approx 30 \div 38\ km$$

Powyższe dane liczbowe określono bez uwzględnienia wysokości zawieszenia systemów antenowych stacji radiolokacyjnych. W przypadku uwzględnienia do obliczeń wysokości anten, odległości między posterunkami winny kształtować się następująco:

- przy wysokości anteny RLS 5 m:

$$Q = 2R\sin\frac{\gamma}{2} = 2(50 \div 63)\cdot 0{,}36 \approx 36 \div 45\ km$$

- przy wysokości anteny RLS 30 m:

$$Q = 2R\sin\frac{\gamma}{2} = 2(63 \div 100)\cdot 0{,}36 \approx 45 \div 72\ km$$

Dla kierunku nadmorskiego baza namiarowa wyrażająca się odległościami między RLP lub wydzielonymi stacjami radiolokacyjnymi, zgodnie ze wzorem /2.48/ winna wynosić praktycznie 45-50 km.

Dokładność określenia współrzędnych płaskich x,y celu powietrznego stosującego zakłócenia jest uzależniona od kołowego rozkładu błędu, na co wskazuje wzór /2.119/. Dlatego też jak wykazano na rys. 62 wielkość Δr dla celów praktycznych można określić wzorem:

$$\Delta_r = 0{,}0124\,\frac{\Delta Z}{\sin\gamma}\,\sqrt{R_1 + R_2} \quad , \qquad /2.122/$$

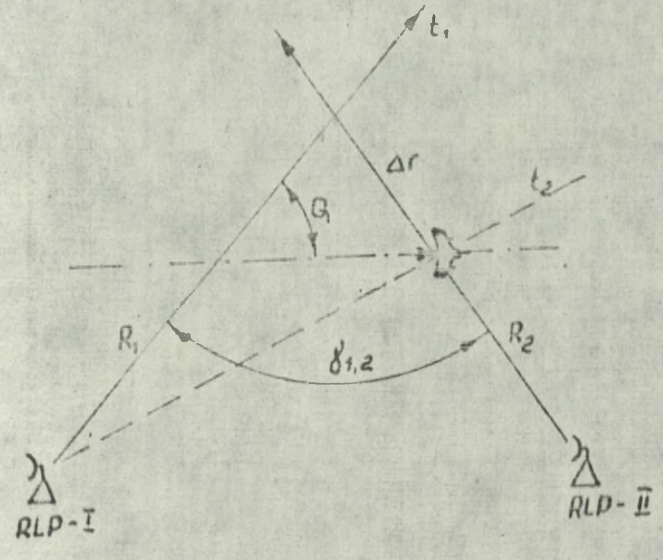
gdzie: ΔZ - błąd namiarowy, wynikający z taktyczno-technicznych możliwości stacji radiolokacyjnych;

R_1, R_2 - odległości między stacjami radiolokacyjnymi, z których dokonywano są namiary a celem powietrznym stosującym zakłócenia.

Wartość ΔZ uwarunkowana jest rozwiązaniami konstrukcyjnymi aparatury "Peleng" wykorzystywanej w aparaturze "ASPD", która w sprzężeniu z RLS P-35 i P-37 wynosi $0{,}5^{\circ}$, a dla RLS K-66 - $5'$. Wymienione dane uzyskano w ramach ćwiczeń doświadczalnych. Dla praktycznej działalności wojsk wydaje się, że wymienioną wartość należy podwoić. Zdolność rozróżniania według

azymutu między grupami celów stosującyoh zakłócenia aparatura "Poleng" zapewnia w przedziale 1-3°.

Praktycznie w czasie wykonywania namiarów, oprócz rozpatrywanego błędu przypadkowego, występuje również błąd systematyczny. Powstaje on wskutek niejednoczesnego namiaru celu powietrznego przez wydzielone stacje radiolokacyjne. W skomplikowanych warunkach sytuacji powietrznej, z powodu przeciążenia, zjawisko tego rodzaju należy uważać za powszechne. Błąd ten zależy od kąta kursowego celu powietrznego, odcinków czasowych zawartych między namiarami /Δt_1/, prędkości lotu celu powietrznego /V_c/ i wielkości kąta zawartego między namiarami średnich azymutów skutecznego sektora zakłóceń na stacjach radiolokacyjnych. Wymienione wielkości przedstawia rys. 63 zamieszczony poniżej.



Rys. 63. Systematyczny błąd rzeczywistego określenia położenia celu powietrznego za pomocą dwóch RLS.

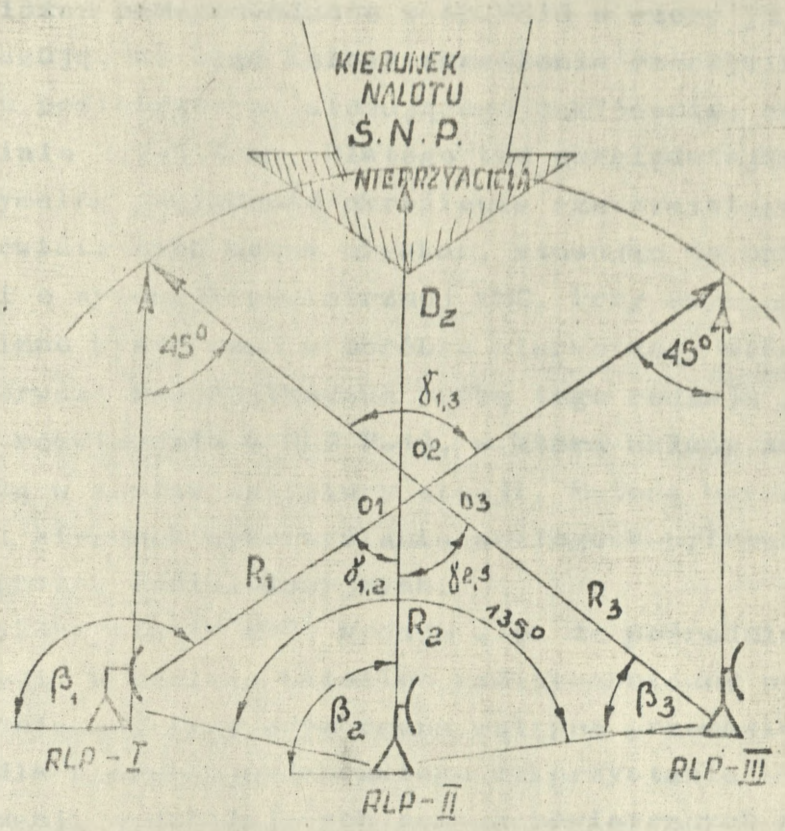
Z rys. 63 wynika, że

$$\Delta_r = \frac{\sin G}{\sin \gamma_{1,2}} \cdot V_c \cdot \Delta t_1 \quad , \qquad /2.123/$$

gdzie: $\Delta t_1 = t_1 - t_2$.

W celu uzyskania minimalnego błędu rzeczywistego położenia celu powietrznego, działającego pod osłoną radioelektroniczną, należy do namiarów wykorzystać stacje radio-

lokacyjne z trzech posterunków radiolokacyjnych. Sposób dokonywania namiarów przedstawia rys. 64.



Rys. 64. Określanie współrzędnych celu powietrznego za pomocą trzech RLS.

Miejsce znajdowania się celu powietrznego, stosującego zakłócenia, określa się według azymutów namierzonych przez stacje radiolokacyjne z trzech RLP.

Błędy systematyczne i przypadkowe wynikające z niedokładności orientowania systemów antenowych RLS, błędy popełniane przy określeniu azymutów β_1, β_2, β_3 i błędy wynikające z jednoczesnego określenia namiarów powodują, że w rejonie przecięcia się trzech namiarów powstanie trójkąt $0_1 0_2 0_3$. Znając współrzędne pozycji posterunków radiolokacyjnych oraz azymuty β_1, β_2 i β_3 można określić współrzędne punktów /wierzchołków/ 0_1, 0_2, 0_3. Przy czym należy pamiętać o tym, aby kąt γ zawarty był w przedziale $45^\circ < \gamma < 135^\circ$ oraz zachowane przybliżone wartości $R_1 \approx R_2 \approx R_3$ /lub $\sqrt{R_i^2 + R_j^2}$/ oraz $\gamma_{1,2} \approx \gamma_{1,3} \approx \gamma_{2,3}$.

Trzy posterunki radiolokacyjne, spełniające jedno z przedstawionych wyżej wymagań, nazywamy "optymalną trójkąta", zapewniającą otrzymanie minimalnego błędu lokacji.

Wyniki obliczeń przeprowadzone w oparciu o wzory /2.123/ i /2.122/ wskazują, że błąd kołowy określenia rzeczywistego położenia celu powietrznego, stosującego zakłócenia, zawarty jest w przedziale 3,7-5,6 km. Dlatego też uwzględniając wzór /2.113/, maksymalną dokładność określenia rzeczywistego położenia celów powietrznych można uzyskać, stosując do opracowania informacji o sytuacji powietrznej EMC. Przy czym sprzężenie z EMC powinno występować w obróbce pierwotnej, wtórnej i zbiorczej. Pierwszą zapoczątkowaną próbą tego rodzaju jest konstrukcyjne rozwiązanie w RLS P-19, w którą układy ASPD organicznie wchodzą w zestaw aparatury stacji. Metodą bardziej efektywną jest kierunek wykorzystania analogowo-cyfrowego bloku obróbki sygnałów radiolokacyjnych.

Szerokie wykorzystanie EMC, wydaje się, że pośrednio uprości proces dowodzenia w ogniwie batalion radiotechniczny oraz brygada radiotechniczna. Przy czym ocena wstępna przemawia za rozwiązaniem dla kierunku nadmorskiego wykorzystania EMC dla obróbki informacji o działających celach powietrznych na bardzo małych i małych wysokościach, poczynając już od obróbki pierwotnej. Chodzi o to, że na tych wysokościach wystąpi najintensywniejszy potok informacji o sytuacji powietrznej oraz złożoność epizodów taktycznych sugerujących, że wybór "optymalnych trójek" dla małych wysokości należy oprzeć o specjalny program maszynowy.

Dotychczasowa analiza kryteriów i wyodrębnionych w nich wskaźników efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań, stawia naglącą potrzebę uzyskania odpowiedzi dotyczącej ich użytecznego wykorzystania.

Wskaźniki efektywności systemu złożonego /do którego, ze względu na właściwości zakwalifikować można system radiolokacyjny/ ze względu na ich użyteczność, powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- charakteryzować cały system, jako jednolitą całość, a nie wybraną tylko jego część lub oddzielne jego elementy;
- zapewniać możliwość uzyskania ilościowej i jakościowej oceny z dopuszczalną wiarygodnością;
- posiadać ściśle ograniczony przedział liczbowy.

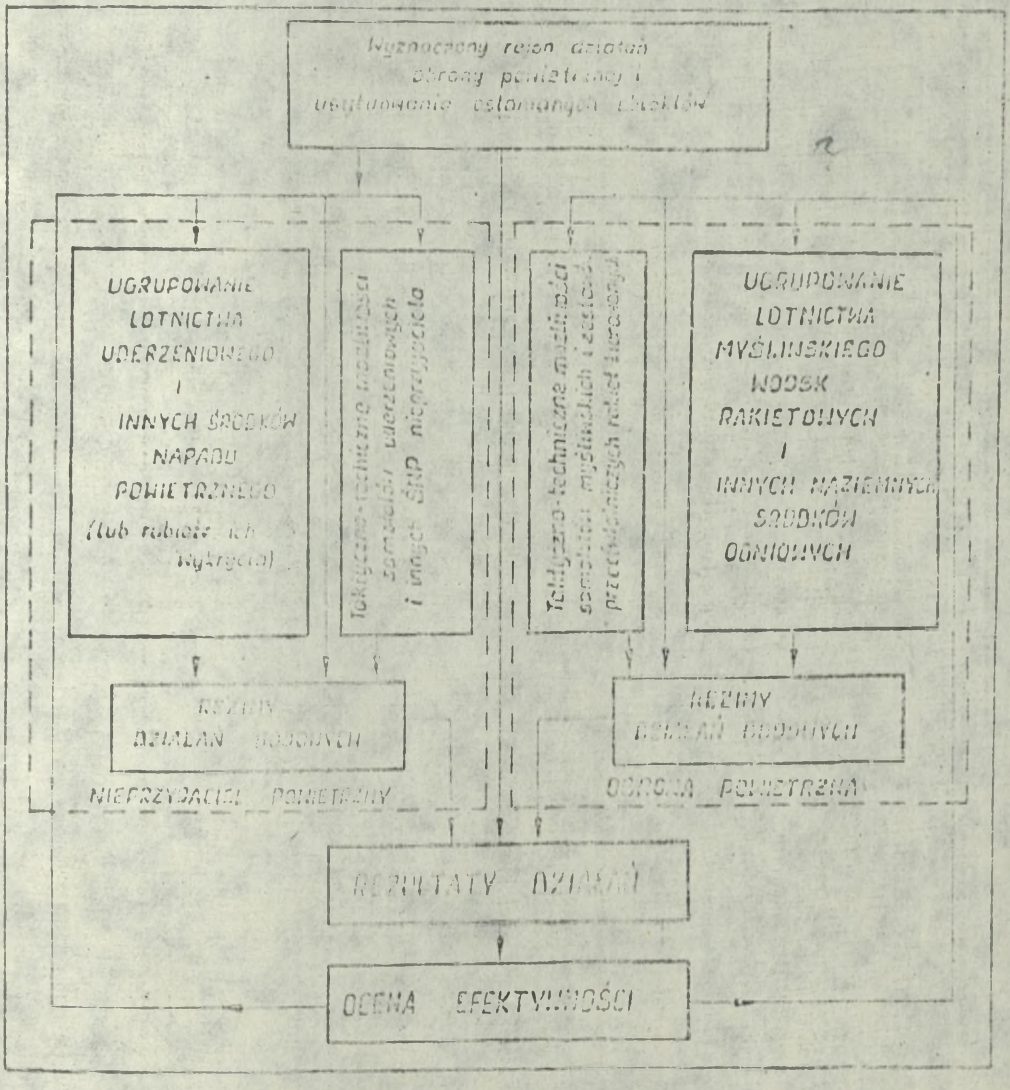
Dla weryfikacji wymienionych wymagań można przyjąć następującą linię postępowania. W działaniach powietrznych uczestniczą dwie przeciwstawne strony, a mianowicie:

a/ Strona napadająca. Lotnictwo uderzeniowe i inne ŚNP startujące do działań z określonych rejonów ugrupowania. Dysponująca określoną liczbą samolotów i innych urządzeń latających, charakteryzujących się określonymi taktyczno-technicznymi możliwościami. Dla osiągnięcia zamierzonych celów stosuje się określone reżimy działań bojowych. Chodzi głównie o osiągnięcie wymaganych rubieży, zapewniających zrzucenie przenoszonego potencjału obezwładniającego na wyznaczone cele naziemne.

b/ Strona broniąca się. Lotnictwo myśliwskie, wojska rakietowe i inne naziemne środki ogniowe, ugrupowane dla osłony głównych obiektów, będących zasadniczą treścią działań obrony powietrznej w wyznaczonym rejonie działań. Dla osiągnięcia zamierzonych celów stosuje się określone reżimy działań bojowych. Chodzi głównie o zniszczenie w powietrzu lecących samolotów lotnictwa uderzeniowego i innych ŚNP nieprzyjaciela, jeszcze przed rubieżami zrzucenia przez nich przenoszonego potencjału obezwładniającego. Ewentualnie ze względu na wywołane zniszczenia samolotów uderzeniowych i innych ŚNP nieprzyjaciela, część z nich

zaniechu kontynuowania dalszych działań dla wykonania postawionych zadań.

Tak sformułowany problem operacyjno-taktyczny metodologicznie może być wszechstronnie przebadany w oparciu o elementy modelowania agregatorowego i zastosowaniu metod informatycznych. Dwa rozpatrywane, przeciwstawne złożone systemy militarne można przedstawić w postaci zbioru wzajemnie powiązanych agregatów, które przedstawia rys. 65 zamieszczony poniżej.



Rys. 65. Ideowy schemat zbiorczego modelu napadającego nieprzyjaciela powietrznego i obrony powietrznej.

Przedstawiony rys. 65 sugeruje, że podstawowym kryterium efektywności strony broniącej się, przedstawiającą sobą obronę powietrzną jest zachowana liczba funkcjonalnej żywotności osłanianych obiektów lub rejonów.

Strona napadająca, nieprzyjaciel powietrzny dysponujący lotnictwem uderzeniowym i innymi ŚNP może spowodować straty, wyrażające się wzorem:

$$U = \sum_{\nu=1}^{N} Q_\nu P_\nu \quad , \qquad /2.124/$$

gdzie: Q_ν – ranga obiektu lub rejonu w wyznaczonym rejonie działań bojowych obrony powietrznej;

P_ν – prawdopodobieństwo obezwładnienia osłanianego obiektu lub rejonu;

N – liczba występujących obiektów lub rejonów. $\nu = \overline{1,N}$.

Jeżeli uwzględnić fakt, że na każde zainicjowane działanie przez nieprzyjaciela powietrznego następuje kontrprzeciwdziałanie ze strony obrony powietrznej, wówczas działania stron określają się wzorem:

$$U_{\nu j} = A_j P_{\nu j}(\bar{\Theta}_{\nu j}) \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{r} (1 - P_{ij})(\bar{\Theta}_i - \bar{\Theta}_j) \quad , \qquad /2.125/$$

gdzie: A_j – zagrożenie /zdolność obezwładnienia obiektu/ przez j-ty ŚNP;
$j = \overline{1, r}$; r – liczba atakujących ŚNP;

$P_{\nu j}$ – prawdopodobieństwo wykonania uderzenia przez j-ty ŚNP w ν-ty obiekt lub rejon, ze współrzędnymi $\bar{\Theta}_\nu$ i dokładnością trafienia Θ_j zrzuconego środka obezwładniającego

$$(\bar{\Theta}_\nu - \bar{\Theta}_j) = \Theta_j$$

P_{ij} – prawdopodobieństwo rażenia j-go ŚNP i-tą jednostką ogniową obrony powietrznej /samolot myśliwski lub dowr/;

r_i – liczba jednostek ogniowych obrony powietrznej, przeznaczonych do zniszczenia

j-tego ŚNP. Natomiast w przypadku gdy ich liczba porównywalna jest z liczbą atakujących ŚNP, wówczas resurs obrony powietrznej określa się za pomocą wzoru:

gdzie X_0 - wyraża resurs obrony powietrznej;

$\tilde{\Theta}_L$ - współrzędne usytuowania jednostek ogniowych.

Wynika stąd, że w zależności od rodzaju ważności obiektu N-tego musi być spełniony warunek, którego określa się wzorem:

$$U = \sum_{\nu=1}^{N} Q_\nu \prod_{j=1} \left[1 - \Lambda_j P_{\nu j}\left(\tilde{\Theta}_{\nu j}\right) \prod_{i=1}^{X_j} \left(1 - P_{ij}\right) \right] , \quad /2.126/$$

Efektywność natomiast w danym przypadku wyrażająca zapobieżenie poniesionym stratom wyraża się wzorem:

$$E = \sum_{\nu=1}^{N} Q_\nu \prod_{j=1} \left[1 - \Lambda_j P_{\nu j}\left(\tilde{\Theta}_{\nu j}\right) \prod_{i=1}^{X_j} \left(1 - P_{ij}\right) \right] ,$$

Wzór /2.126/ sugeruje, że logiczno-analityczną kolejność oceny efektywności OPK dla konkretnego rejonu działań bojowych należy kontynuować w sposób, który przedstawia załącznik 6.

System radiolokacyjny jest podsystemem systemu nadrzędnego - obrony powietrznej kraju. Dostarcza on informację o stanie sytuacyjno-bojowym. Uzyskana informacja służy dla zwalczania działających celów powietrznych. Wobec tego jego efektywność należy oceniać również w płaszczyzny realizacji zadań głównych przez system obsługiwany. Stąd efektywność systemu radiolokacyjnego charakteryzuje się wkładem, wnoszonym w ogólną efektywność OPK.

Ocena efektywności walki zgodnie z treścią załącznika 6 opiera się o dwustronne modelowanie działań. Model działań ujmuje określone ugrupowanie w powietrzu ŚNP nieprzyjaciela oraz ugrupowanie wojsk OPK w wyznaczonym rejonie działań.

W dwustronnym modelu działań elementy początkowe są niezależne od stron przeciwstawnych. Dotyczy to mianowicie ilościowego stosunku sił. Chodzi głównie o środki aktywne, które są zasadniczym wskaźnikiem "potencjału bojowego" każdej ze stron. Zgodnie ze wzorem /2.126/ rzutują na oczekiwaną wartość uzyskanych strat lub oczekiwaną wartość stratom zapobieżonym na osłanianych obiektach i rejonach przez OPK. Stąd w tym przypadku "potencjały bojowe" oznaczają całokształt możliwości obezwładniających, ugrupowanej w powietrzu liczby ŚNP nieprzyjaciela oraz konkretne ugrupowanie środków aktywnych OPK w wyznaczonym rejonie działań. x/

Rozpatrywany stosunek sił jest funkcją wielu czynników obejmujących ilościowe i jakościowe charakterystyki ŚNP nieprzyjaciela oraz aktywnych środków walki, warunki prowadzenia działań bojowych, innowacyjne przedsięwzięcia i sposoby operacyjno-taktyczne stron walczących, stopień gotowości bojowej, trafność decyzji na użycie sił i środków itp. Dlatego też dla wszechstronnej oceny stosunku sił wymienione czynniki winno się wyodrębniać w trzy grupy podstawowe.

Grupa pierwsza. Obejmuje ilość i jakość uzbrojenia oraz sprzętu bojowego z punktu widzenia oddzia-

---

x/ "Możliwości bojowe ugrupowanych w powietrzu ŚNP nieprzyjaciela", całokształt ilościowych i jakościowych wskaźników, charakteryzujących ich możliwości w zakresie wywołania strat na obiektach lub rejonach w wyznaczonym dla nich rejonie działań bojowych, ustalonym czasie i konkretnych warunkach sytuacyjnych. "Możliwości bojowe aktywnych środków OPK" całokształt ilościowych i jakościowych wskaźników, charakteryzujących ich możliwości zapobiegawcze planowanym stratom przez nieprzyjaciela na osłanianych obiektach lub rejonach w wyznaczonym dla nich rejonie działań bojowych, ustalonym czasie i konkretnych warunkach sytuacyjnych.

ływania ogniowego na stronę przeciwstawną, ze szczególnym uwzględnieniem liczby wykonywanych uderzeń posiadanym zapasem amunicyjnym, prawdopodobieństwem rażenia pojedyńczym uderzeniem oraz długotrwałość cyklu pojedyńczego uderzenia na atakowany obiekt itp.

Grupa druga. Obejmuje zasięg, prędkość i zakres wysokości działań. Następnie odporność, niezawodność, manewrowość, stopień wyszkolenia stanu osobowego i inne.

Grupa trzecia. Obejmuje warunki działań /sytuację meteorologiczną, skażeń, właściwości rejonu działań i inne/, decyzje dotyczące skupienia głównego wysiłku, sposób i kolejność wprowadzenia do walki dysponowanych sił i środków /w tym również sił i środków odwodowych/.

Wymienione grupy sugerują, że stosunek sił /C_{st}/ jest funkcją, którą można przedstawić następująco:

$$C_{st} = f(F_1, F_2, F_3) \quad , \qquad /2.127/$$

gdzie: F_1, F_2, F_3 - czynniki odpowiadające pierwszej, drugiej i trzeciej grupie.

Natomiast w ujęciu "potencjałów bojowych" rozpatrywany stosunek sił i środków stron przeciwstawnych można przedstawić wzorem:

$$C_{st} = \frac{(P_B)_{ODK}}{(P_B)_{SNP}} \quad , \qquad /2.128/$$

Względy praktyczne sugerują, że stosunek sił należy oceniać w położeniu wyjściowym oraz podczas prowadzenia działań bojowych w przyjętym przedziale jednostki czasowej. Proponowane miary umożliwią porównawczo oceniać stopień realizacji maksymalnych możliwości bojowych. W związku z tym ocenę stosunku sił należy prowadzić dla tzw. wyjściowego /początkowego/ oraz oczekiwanego /realnego/ stosunku sił.[x/]

---

x/ "Wyjściowy /początkowy/ stosunek sił", liczba dysponowanych jednostek ogniowych przez strony przeciwstawne do chwili rozpoczęcia działań bojowych. Ocenianie wyłącznie o pierwszą grupę wskaźników.

Ocenę wyjściowego stosunku sił $C_{st}^{/W/}$ winno się prowadzić w oparciu o wartość wyjściową straty oczekiwanej $Y_z^{/W/}$, która z jednej strony może być wywołana na obiekcie lub rejonie uderzeń przy maksymalnej realizacji możliwości bojowych przez wydzieloną grupę ŚNP nieprzyjaciela, z drugiej natomiast strony dla zapobieżenia stratom na konkretnym obiekcie lub rejonie przez osłaniające siły i środki OPK realizujące maksymalne możliwości ogniowe. Wartość $Y_z^{/W/}$ określa się wzorem:

$$V_z^{(W)} = b_r \cdot P_r^{(W)} \quad , \qquad /2.129/$$

gdzie: b_r - względna ranga ważności r-tego obiektu;

$P_r^{/W/}$ - prawdopodobieństwo rażenia r-tego obiektu początkowo wyznaczoną liczbą w grupie ŚNP nieprzyjaciela bez uwzględnienia zniszczeń w jej składzie w czasie dolotu do obiektu lub rejonu uderzeń.

Możliwą wartość maksymalnej straty, określającej "potencjał bojowy" konkretnej grupy ŚNP obliczyć można według wzoru:

$$PB_{ŚNP} = \sum_{r=1}^{R} V_z^{(W)} \quad , \qquad /2.130/$$

gdzie: R - liczba obiektów lub rejonów osłony w wyznaczonym rejonie działań bojowych.

---

określających całokształt możliwości bojowych. Zakłada się, że składowe czynników grupy drugiej i trzeciej nie zmieniają ich możliwości bojowych. Wartości wyjściowego stosunku sił $C_{st}^{/W/}$ dla nieprzyjaciela powietrznego i OPK są o wartościach stałych. "Oczekiwany /realny/ stosunek sił", liczba dysponowanych jednostek ogniowych przez strony przeciwstawne podczas prowadzenia działań bojowych. Na przykład po odparciu pierwszego zmasowanego nalotu lub w ciągu jednej doby, ewentualnie po pokonaniu przez nieprzyjaciela kolejnych rzutów OPK. Określony jest z uwzględnieniem składników czynników trzech grup i ewentualnie przyjętych wariantów działań bojowych.

Dla określenia $P_r^{/W/}$ niezbędne jest dokonanie podziału ŚNP nieprzyjaciela na obiekty i rejony. Podziału grup ŚNP nieprzyjaciela dokonuje się z uwzględnieniem rangi ważności obiektów lub rejonów z wyłączeniem wpływu na ich skład oddziaływania sił i środków OPK. Chodzi w tym przypadku o trafne ustalenie modelu nalotu. Określenie modelu nalotu jest częścią ogólnego przewidywania[x/] oczekiwanego rozwoju działań bojowych.

Rezultaty podziału ŚNP zestawia się w tabelę, której przykład stanowi tabela 29. Dane z tabeli wykorzystuje się, jako dane wyjściowe dla określenia wartości $P_r^{/W/}$.

TABELA 29

Typ ŚNP / Obiekty	1	2	....	i	....	n
1	N_{11}	N_{21}		N_{i1}		N_{n1}
2	N_{12}	N_{22}		N_{12}		N_{n2}
.						
.						
x						
r						
.						
.						
x						
R	N_{1R}	N_{2R}		N_{1R}		N_{nR}

N_{ir} – skład grupy i-tego typu przeznaczony dla zniszczenia r-tego obiektu.

x/ "Przewidywanie", zdolność określenia z góry przebiegu zdarzeń i wypadków oraz myślowe przeniknięcie w zjawiska i rzeczy, które w maksymalnym stopniu umożliwią wyprzedzenie kolejno następujących po sobie epizodów sytuacyjnych w oczekiwanych działaniach bojowych. Sprzyja wytworzeniu dogodnych warunków dla bezwarunkowego wykonania postawionych zadań bojowych.

Zniszczenie obiektu lub zespołu obiektów w określonym rejonie z nakazaną niezawodnością może nastąpić po wykonaniu uderzenia pełnym składem wydzielonej liczby ŚNP nieprzyjaciela. Stąd wykonywane uderzenia należy rozpatrywać jako zdarzenia wspólne i niezależne. Korzystając z danych zawartych w tabeli 29 dotyczących charakterystyk obiektu i ŚNP nieprzyjaciela, wartość $P_r^{/W/}$ można obliczyć za pomocą wzoru:

$$P_{1r}^{(W)} = 1 - \prod_{i=1}^{n_r} \left(1 - P_{1ri}\right)^{N_{ir}} , \qquad /2.131/$$

gdzie: P_{1ir} - prawdopodobieństwo rażenia r-tego obiektu pojedyńczym ŚNP r-tego typu;

n_r - liczba typów ŚNP nieprzyjaciela przeznaczonych dla zniszczenia r-tego obiektu.

Dotychczasowe rozważania sugerują, że możliwą wartość strat pełnych $/PB_{ŚNP}^{/W/}/$ uzyskaną przez ŚNP nieprzyjaciela na obiektach lub rejonach w wyznaczonym rejonie działań bojowych można określić za pomocą wzoru:

$$PB_{ŚNP}^{(W)} = \sum_{r=1}^{R} b_r \left[1 - \prod_{i=1}^{n_r} \left(1 - P_{1ri}\right)^{N_{ir}}\right] , \qquad /2.132/$$

Ocenę "potencjału bojowego" ugrupowanych środków aktywnych OPK w położeniu wyjściowym $PB_{OPK}^{/W/}$ należy rozpatrywać z uwzględnieniem tylko czynników grupy pierwszej oraz ustalenia oczekiwanej liczby zniszczonych ŚNP różnych typów z tych grup, które przeznaczone mogą być na każdy z obiektów, a zawarte są w tabeli 29.

Rezultaty obliczeń zestawia się w tabelę, której przykład przedstawia tabela 30. Zawarto w niej dane wykorzystuje się następnie dla obliczenia wartości $PB_{OPK}^{/W/}$.

Naturalnie zawsze spełnia się warunek, że $M_{ir} \leqslant N_{ir}$. Wartość $PB_{OPK}^{/W/}$ określa się analogicznie jak we wzorze /2.131/ postać następującą:

$$PB_{OPK}^{(W)} = \sum_{r=1}^{R} b_1 \left[1 - \prod_{i=1}^{n_r} \left(1 - P_{1ri}\right)^{M_{ir}}\right] , \qquad /2.133/$$

TABELA 30

Typy ŚNP / Obiekty	1	2	....	i	....	n
1	M_{11}	M_{21}		M_{12}		M_{n1}
2	M_{12}	M_{22}		M_{12}		M_{n2}
.						
.						
r	M_{1r}	M_{2r}		M_{ir} x		M_{nr}
.						
.						
R	M_{1R}	M_{2R}		M_{iR}		M_{nR}

x M_{iR} - oczekiwana liczba zniszczonych ŚNP i-tego typu z wydzielonej grupy M_{ir}.

Podstawiając wzory /2.131/ i /2.132/ do wzoru /2.128/ otrzymuje się zależność matematyczną dla oceny wyjściowego stosunku sił, uwzględniającą ilościowe i jakościowe charakterystyki różnorodnych typów ŚNP i jednostek ogniowych OPK, wyrażony wzorem następującym:

$$C_{st}^{(N)} = \frac{\sum_{r=1}^{R} b_r \left[1 - \prod_{i=1}^{n_r} \left(1 - \theta_{ri} \right)^{M_{ir}} \right]}{\sum_{r=1}^{R} b_r \left[1 - \prod_{i=1}^{n_r} \left(1 - \theta_{ri} \right)^{N_{ir}} \right]} \quad , \qquad /2.134/$$

Licznik wzoru /2.134/ określa maksymalne możliwości zapobieżenia stratom na ochranianych obiektach lub rejonach przez aktywne środki OPK w warunkach realizacji swoich maksymalnych możliwości bojowych oraz braku przeciwdziałania na nich ze strony nieprzyjaciela powietrznego.

Mianownik natomiast oznacza nominalne uzyskane maksymalne straty na obiektach uderzeń przez grupy ŚNP nieprzyjaciela, przy realizacji swoich maksymalnych możliwości ogniо-

wych i bez oddziaływania aktywnych środków OPK. Wartość $c_{st}^{/w/}$ jest więc ułamkiem zapobieżonych strat dla rozpatrywanego wariantu i może zmieniać się w zależności od składu ŚNP nieprzyjaciela i aktywnych środków OPK w przedziale od 0 do 1.

Oczekiwany /realny/ stosunek sił $c_{st}^{/o/}$ przeciwstawnych ugrupowań ŚNP nieprzyjaciela i wojsk OPK ocenia się według analogicznego schematu, który przedstawiono w wariancie oceny wyjściowego stosunku sił. Różnica polega na tym, że przy podziale grup ŚNP na obiekty oraz przy określeniu liczby zniszczonych celów uwzględnia się czynniki trzech grup. Ponadto należy uwzględnić również prawdopodobieństwo wyjścia ŚNP nieprzyjaciela na planowane obiekty uderzeń.

Obliczenie oczekiwanego /realnego/ stosunku sił z uwzględnieniem prawdopodobieństwa wyjścia ŚNP nieprzyjaciela do obiektów lub rejonów uderzeń można obliczyć za pomocą wzoru:

$$C_{st}^{(w)} = \frac{\sum_{r=1}^{R} b_r \left[1 - \prod_{i=1}^{n_r} \left(1 - p_{1ri} \cdot p_{1ri}^{wyj} \right)^{M_{ir}} \right]}{\sum_{r=1}^{R} b_r \left[1 - \prod_{i=1}^{n_r} \left(1 - p_{1ri} \cdot p_{1ri}^{wyj} \right)^{N_{ir}} \right]},$$

gdzie: p_{1ri}^{wyj} - prawdopodobieństwo wyjścia do r-tego obiektu pojedyńczego ŚNP i-tego typu;

M_{ir} - oczekiwana liczba zniszczonych ŚNP nieprzyjaciela i-tego typu ze składu N_{ir}, z uwzględnieniem czynników wszystkich trzech grup;

N_{ir} - skład ŚNP nieprzyjaciela i-tego typu osiągający rubież wykonania zadania na r-ty obiekt.

Wartość $c_{st}^{/o/}$ zmienia się w przedziale od 0 do A, gdzie $A \geq 1$.

Obliczone wartości $PB_{ŚNP}^{/w/}$, $PB_{OPK}^{/w/}$, $PB_{ŚNP}^{/o/}$ i $PB_{OPK}^{/o/}$ mogą być z kolei wykorzystywane dla oceny efektywności bojowej przeciwstawnych ugrupowań ŚNP nieprzyjaciela

/E_{SNP}/ oraz środków aktywnych OPK /E_{OPK}/ za pomocą wzorów:

$$E_{SNP} = \frac{[\ ]^{(0)}_{SNP}}{[\ ]^{(w)}_{SNP}} \quad , \qquad /2.135/$$

$$E_{OPK} = \frac{[\ ]^{(0)}_{OPK}}{[\ ]^{(w)}_{OPK}} \quad , \qquad /2.136/$$

Wartość E_{SNP} oznacza część strat wywołanych na obiektach osłony. Natomiast E_{OPK} zapobieżona część wywołanym stratom na osłanianych obiektach lub rejonach przez określone ugrupowanie środków aktywnych OPK.

Oddzielne określenie wyjściowego i oczekiwanego stosunku sił uwarunkowane jest względami praktycznymi. Dotyczy to wyboru tych wariantów działań z liczby wariantów praktycznie przeanalizowanych, które najbardziej odpowiadają kryterium $C^{/o/}_{st}$. Zapewniają one maksymalnemu zapobieżeniu stratom na obiektach lub rejonach osłony. Uzyskuje się więc miarę osiągnięcia zamierzonego celu przez wojska OPK w konkretnie wyznaczonym rejonie działań bojowych.

Wybór racjonalnego wariantu działań polega na zestawieniu wartości $C^{/o/}_{st}$ z $C^{/w/}_{st}$. I jeżeli:

- $C^{/o/}_{st} \leqslant C^{/w/}_{st}$ - przyjęty wariant nie zapewnia maksymalnej realizacji możliwości ogniowych środkom aktywnym OPK dla osłony obiektów lub rejonów w wyznaczonym rejonie działań bojowych;
- $C^{/o/}_{st} > C^{/w/}_{st}$ - przyjęty wariant działań zapewnia maksymalną realizację możliwości ogniowych środków aktywnych OPK dla osłony obiektów lub rejonów w wyznaczonym rejonie działań bojowych.

Dla określenia za pomocą metody informatycznej efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań, [illegible] działań środków aktywnych,

zapewniającego najbardziej jakościowo wykonanie zadań osłony obiektów głównych, zakłada się następujące postępowanie logiczno-analityczne dla zestawienia programu na EMC, którą przedstawia załącznik 7.

Danymi wyjściowymi dla zestawienia programu są:

1. Układ współrzędnych prostokątnych, obejmujący wyznaczony rejon działań bojowych oraz część rejonów działań sąsiadów, w których rozwinięte są siły i środki współdziałające oraz siły i środki innych rodzajów sił zbrojnych.

   Rejon i strefa działań bojowych podzielona jest na kwadraty liniami równoległymi do osi rzędnych i odciętych. W tym celu na osi X wyznacza się punkty X_1, X_2, ..., X , ... X_n. Natomiast na osi Y punkty Y_1, Y_2, ... Y , ... Y_k. Punkty na osiach wybiera się z takim wyliczeniem, aby wielkość małego kwadratu wynosiła 5x5 km lub 2x2 km. Rozmiar siatki 5x5 km ewentualnie 10x10 km, wykorzystywany jest do obliczeń operacyjno-taktycznych, natomiast 2x2 km dla potrzeb taktycznych.

   Objęta strefa działań umownym układem współrzędnych prostokątnych, którą podzielono na małe kwadraty umożliwia uzyskanie mnogości punktów przecięcia liniami równoległymi do osi współrzędnych. Liczba ich określać się będzie iloczynem nk, a współrzędne mogą być zapisane w postaci następujących kolejności:

   X_1Y_1, X_1Y_2, ..., X_1Y , ..., X_1Y_k;

   X_2Y_1, X_2Y_2, ..., X_2Y , ..., X_2Y_k;

   .....

   XY_1, XY_2, ..., XY , ..., XY_k;

   .....

   X_nY_1, X_nY_2, ..., X_nY , ..., X_nY_k.

2. Usytuowanie zasadniczych obiektów osłony w wyznaczonym rejonie działań bojowych przedstawione w postaci:

$$\left\{ (ob)(ob)\ (ob)(ob), \ldots, (ob)(ob), \ldots, (ob)(ob) \right\},$$

gdzie: $X_i^{/ob/}$ $Y_i^{/ob/}$ – współrzędne poszczególnych głównych obiektów osłony.

3. Usytuowanie posterunków radiolokacyjnych w wyznaczonym rejonie działań bojowych przedstawiono w postaci:

$$\left\{ {}^{(RLP)}x_2\, {}^{(RLP)}y_1 \,,\; {}^{(RLP)}x_2\, {}^{(RLP)}y_2 \,,\ldots,\; {}^{(RLP)}x_i\, {}^{(RLP)}y_2 \,,\ldots,\; {}^{(RLP)}x_m\, {}^{(RLP)}y_m \right\}$$

gdzie: $X_i^{/RLP/}$ $Y_i^{/RLP/}$ – współrzędne poszczególnych RLP w wyznaczonym rejonie działań bojowych z uwzględnieniem typów RLS /zasięgi wykrywania z wpływem na nich kątów zakrycia/.

4. Usytuowanie lotnisk z dysponowanym na nich lotnictwem myśliwskim przedstawiono w postaci:

$$\left\{ {}^{(LP)}x_3\, {}^{(LP)}y_1 \,,\; {}^{(LP)}x_3\, {}^{(LP)}y_2 \,,\ldots,\; {}^{(LP)}x_i\, {}^{(LP)}y_1 \,,\ldots,\; {}^{(LP)}x_m\, {}^{(LP)}y_m \right\}$$

gdzie: $X_i^{/LM/}$ $Y_i^{/LM/}$ – współrzędne poszczególnych lotnisk w wyznaczonym rejonie działań bojowych z uwzględnieniem typów oraz liczby bazujących na nich samolotów myśliwskich.

5. Usytuowanie dywizjonów ogniowych wojsk rakietowych OPK przedstawione w postaci:

$$\left\{ {}^{(WR)}x_4\, {}^{(WR)}y_1 \,,\; {}^{(WR)}x_4\, {}^{(WR)}y_2 \,,\ldots,\; {}^{(WR)}x_i\, {}^{(WR)}y_i \,,\ldots,\; {}^{(WR)}x_m\, {}^{(WR)}y_m \right\}$$

gdzie: $X_i^{/WR/}$ $Y_i^{/WR/}$ – współrzędne poszczególnych doar z jednoczesnym uwzględnieniem ich typów /zasięgi strefy startu i strefy ognia w płaszczyźnie poziomej/.

6. Usytuowanie stanowisk dowodzenia posiadających kompetencje użycia bojowego dysponowanych środków aktywnych przedstawiono w postaci:

$$\left\{ {}^{(SD)}x_n\, {}^{(SD)}y_1 \,,\; {}^{(SD)}x_n\, {}^{(SD)}y_2 \,,\ldots,\; {}^{(SD)}x_n\, {}^{(SD)}y_7 \,,\ldots,\; {}^{(SD)}x_n\, {}^{(SD)}y_k \right\}$$

gdzie: X_n Y_n – współrzędne PISD i SD korpusu OPK.

7. Usytuowania punktów naprowadzania samolotów myśliwskich w wyznaczonym rejonie działań bojowych przedstawione w postaci:

$$\left\{ \overset{(PN)}{X}_{\xi}\overset{(PN)}{Y}_{1}, \overset{(PN)}{X}_{\xi}\overset{(PN)}{Y}_{2}, \ldots, \overset{(PN)}{X}_{\xi}\overset{(PN)}{Y}_{p}, \ldots, \overset{(PN)}{X}_{\xi}\overset{(PN)}{Y}_{k} \right\}$$

gdzie: $X_{\xi}Y_{p}$ – współrzędne punktów zautomatyzowanego i niezautomatyzowanego naprowadzania samolotów myśliwskich.

8. Symulacyjne zmienne modele nalotu ŚNP nieprzyjaciela, w których poszczególne cele powietrzne opisane są parametrami:

- azymutu, odległości, wysokości i prędkości lotu;
- składu każdego celu z wyszczególnieniem typów.

Zakłada się następującą zmienność parametrów lotu celów powietrznych:

- azymutu w przedziale 3 min. o 180°;
- prędkości lotu 600-4000 km/h;
- wysokości lotu od 50-30000 m.

Dyskretność wskazań ruchu celów powietrznych:

- dla obliczeń taktycznych 20 i 30 sek.;
- dla obliczeń operacyjno-taktycznych 30 i 60 sek.

Odstępy wskazań lotu między poszczególnymi grupami celów powietrznych:

- dla obliczeń taktycznych 400 m;
- dla obliczeń operacyjno-taktycznych 1000 m.

9. Skala zobrazowania wyznaczonego rejonu działań bojowych w umownym układzie współrzędnych prostokątnych 1 : 200000, 1 : 500000 i 1 :1000000.

Danymi wyjściowymi programu są:

1. Na umownym układzie współrzędnych prostokątnych podzielonym w małe kwadraty, wykazuje się konfigurację przestrzenną w ujęciu płaszczyznowym efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań związaną z efektywnością zwalczania ŚNP przez własne środki aktywne.

2.4. Wnioski.

1. Kierunek nadmorski zgodnie ze wzorem /2.36/ jest najdogodniejszym dla uzyskania zaskoczenia w działaniach powietrznych. Pokonywanie OPK jest również dogodne ze względu na istniejącą rzeźbę terenu. Wykonanie zaskakujących uderzeń, poczynając od pierwszego nalotu zmasowanego umożliwia obezwładnienie znacznego potencjału militarno-ekonomicznego państwa. Stopień efektywności działań nieprzyjaciela powietrznego proporcjonalnie wpłynie na rozmach działań zaczepnych sił sojuszniczych. Utrzymanie OPK w stałej gotowości bojowej, odpowiadającej równocześnie poziomowi rozwoju ŚNP strony przeciwstawnej ma współcześnie szczególną ważność. Każde bowiem opóźnione użycie aktywnych środków walki o kilka minut, może spowodować bezkarne przerwanie OPK i zniszczenie osłanianych obiektów lub rejonów oraz przegrupowujących się wojsk.
Jednym z warunków skutecznego prowadzenia działań z nieprzyjacielem powietrznym jest dobrze zorganizowane ciągłe i wszechstronne rozpoznanie, zwłaszcza radiolokacyjne. Zapewnia skuteczność i szybkość reakcji, ponieważ czas dysponowany od momentu wykrycia ŚNP do momentu wykonania zadań bojowych przez środki aktywne OPK, jest niezwykle ograniczony.
Lotnictwo uderzeniowe prawdopodobnego nieprzyjaciela intensywnie przygotowuje się do pokonywania obrony powietrznej od działań rozpoczynających się z bardzo małych i małych wysokości, a na stratosferycznych kończąc. Uwzględnia się jednocześnie prowadzenie intensywnej walki radioelektronicznej. W tych warunkach OPK, zwłaszcza na kierunku nadmorskim winna być skuteczna, wszechwysokościowa, odporna na zakłócenia radioelektroniczne, obejmować cały zakres prędkości, umożliwiających zwal-

czanie samolotów nosicieli rakiet do rubieży ich odpalania /do momentu niedysponowania środkami naziemnymi, niszczącymi odpalone pociski klasy "powietrze-ziemia" w locie/. Nieustanna dążność nieprzyjaciela powietrznego w ewentualnych działaniach do obezwładnienia elementów systemu OPK sugeruje, że żywotność i niezawodność OPK między innymi uzależniona jest od:

- wyposażenia podsystemu radiolokacyjnego w trwały oraz odporny na zakłócenia radioelektroniczne sprzęt radiolokacyjny, środki zautomatyzowanego dowodzenia i środki łączności;
- zdolności natychmiastowego odtworzenia ugrupowania podsystemu radiolokacyjnego i jego możliwości bojowych po wykonaniu uderzeń przez nieprzyjaciela powietrznego;
- fizyczne i psychologiczne przygotowanie stanu osobowego wojsk radiotechnicznych wszystkich szczebli, w stopniu odpowiadającym intensywności i złożoności skomplikowanych sytuacji powietrznych.

2. Doskonalenie podsystemu radiolokacyjnego pod kątem wyeliminowania zaskoczenia w skali operacyjnej tkwi głównie w wytworzeniu warunków do natychmiastowego, zdecydowanego przeciwdziałania na nieprzyjaciela powietrznego globalną liczbą samolotów myśliwskich i doar.

Przy czym przeciwdziałanie winno w zasadzie być maksymalnym przed rubieżą wykonywania zadań przez SNP nieprzyjaciela. Stąd doskonalenie podsystemu radiolokacyjnego OPK na kierunku nadmorskim obejmuje już w okresie pokojowym dwie grupy przedsięwzięć, a mianowicie organizacyjno-operacyjnych i organizacyjno-technicznych.

Grupa przedsięwzięć organizacyjno-operacyjnych obejmuje studia prognostyczne dotyczące funkcjonowania podsystemu radiolokacyjnego w świetle potrzeb dowodzenia dysponowanymi siłami i środkami oraz potrzeb rubieżowego zwalczania [illegible] własne środki aktywne OPK. Następnie [illegible]

mywania kondycji taktycznej oraz operacyjno-taktycznej, niezbędnej dla wykonywania obowiązków funkcyjnych podczas prowadzenia działań w skomplikowanych warunkach sytuacji powietrznej.
Grupa przedsięwzięć organizacyjno-technicznych obejmuje okresowe studia prognostyczne dla ciągłego rozwoju środków radiolokacyjnych i środków zautomatyzowanego dowodzenia, których taktyczno-techniczne możliwości odpowiadają przewidywanym właściwościom i intensywności działań nieprzyjaciela powietrznego. Studia dotyczą również spełnienia wymagań zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych, uwzględniając ich okresową wymianę na typy dysponujące doskonalszymi taktyczno-technicznymi możliwościami.

3. Doskonalenie sprzętu radiolokacyjnego dla prowadzenia rozpoznania powietrznego i bezpośredniego zabezpieczenia działań uwarunkowane jest następującymi względami. Potrzeba podstawowa wypływa z wymagań zapewniających wszechwysokościową walkę ze ŚNP nieprzyjaciela w skomplikowanych warunkach sytuacji powietrznej, ze szczególnym uwzględnieniem negatywnych zjawisk wynikających z istoty i treści walki radioelektronicznej. Na uwagę szczególną w tych warunkach zasługuje problem zachowania wymaganych rozmiarów rozpiętości pola radiolokacyjnego na wszystkich ewentualnych wysokościach lotu ŚNP nieprzyjaciela. Następnie zgodność odtworzenia dynamiki rozwijających się działań powietrznych, wyrażona liczbą obserwowanych celów powietrznych i własnych samolotów myśliwskich na dowolnie narzuconym przez nieprzyjaciela kierunku pokonywania OPL.
Rozpiętość pola radiolokacyjnego na poszczególnych wysokościach determinują:

- dysponowany potencjał energetyczny przez poszczególne typy stacji radiolokacyjnych oraz doskonałości

ich układów przeciwzakłóceniowych;

- umiejętny wybór pozycji dla poszczególnych RLP w wyznaczonym rejonie działań bojowych.

Konfiguracja pola radiolokacyjnego może być każdorazowo naruszona przez zastosowanie przedsięwzięć zakłócających ze strony nieprzyjaciela powietrznego. W zależności od wielkości spektralnej gęstości mocy sygnałów zakłócających i położenia nosicieli nadajników zakłócających, zmiany konfiguracyjne mogą przybierać różne wartości w poszczególnych punktach pola. Zależności te sugerują konkretne kierunki doskonalenia stacji radiolokacyjnych wykrywania oraz wykrywania i naprowadzania.

a/ Kierunek pierwszy zakłada wytworzenie zmiennego, wieloczęstotliwościowego pola radiolokacyjnego, w którym każda z pracujących stacji radiolokacyjnych swoje charakterystyki opiera o 8-10 częstotliwości. Chodzi o wykorzystanie tzw. wieloczęstotliwościowych stacji radiolokacyjnych.[x/] Do podstawowych zalet RLS wieloczęstotliwościowych należy zaliczyć:

- zwiększenie sumarycznej mocy promieniowania przy występowaniu ograniczeń mocy oddzielnie wziętego nadajnika;
- zwiększa się zasięg wykrywania obiektów powietrznych oraz dokładność pomiaru ich współrzędnych przy zadanej potrzebnej mocy promieniowania nadajników;
- wielokrotnie wzrasta odporność na zakłócenia czynne i bierne w porównaniu z RLS dotychczas eksploatowanymi;

---

x/ "Stacja radiolokacyjna wieloczęstotliwościowa", urządzenie radiolokacyjne jednocześnie pracujące i promieniujące sygnały o kilku częstotliwościach nośnych, których strefy promieniowania w całej charakterystyce promieniowania wzajemnie się przekrywają. Sygnały użyteczne jednocześnie odbierane od obiektów w kanale odbiorczym mają różne częstotliwości nośne i poddawane są logicznemu opracowywaniu. Na każdej częstotliwości pracuje zastosowany jest układ przeciwzakłóceniowy eliminujący "od impulsu do impulsu".

- zdecydowanie wzrasta sprawność eksploatacyjna RLS. Właśnie wymienione zalety szczególnie predystynują ich do wykorzystania na kierunku nadmorskim. Również ze względu na doskonałe właściwości eliminacji zakłóceń od przedmiotów terenowych, stwarzają sprzyjające warunki wypełnienia strefą informacji radiolokacyjnej rozległych dolin rzek bezpośredniego zaplecza Bałtyku i innych występujących obniżeń terenowych. Chodzi głównie o ich usytuowanie w rozpatrywanych, ewentualnych pasach pokonywania OPK na kierunku nadmorskim.

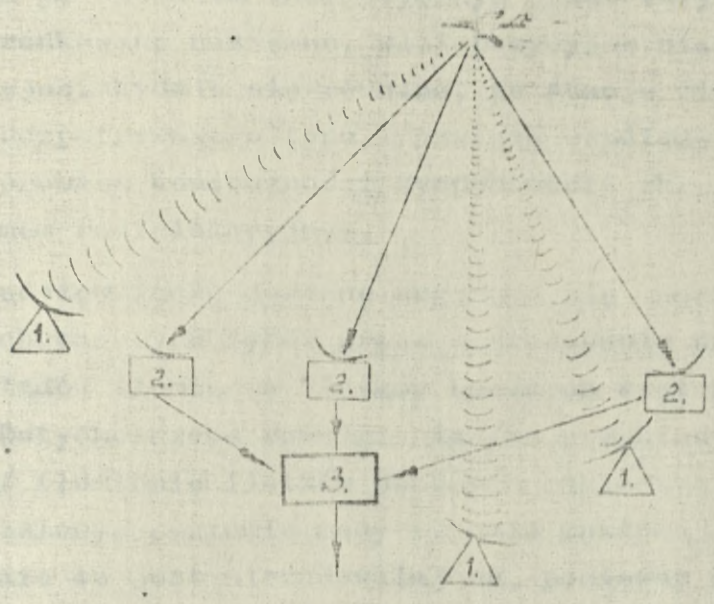
b/ Kierunek drugi sugeruje istota i treść walki radioelektronicznej w działaniach powietrznych wespół z przeciwdziałaniem ogniowym przy pomocy rakiet klasy "powietrze-ziemia". Chodzi o wykorzystanie stacji radiolokacyjnych wielopozycyjnych.x/ Ich wykorzystanie praktycznie eliminowałoby obowiązujący Siły Powietrzne Stanów Zjednoczonych program "QRC" dotyczący doskonalenia pokładowych środków walki radioelektronicznej. Ponadto eliminują możliwość ogniowego obezwładnienia zespołu wydzielonych RLP w pasie pokonywania OPK. Rozwiązują w zupełności problem organizacji uzupełniającego, wielostopniowego systemu radiolokacyjnego.

Pozycje urządzeń odbiorczych w zdecydowanej większości znajdują się przy stanowiskach dowodzenia środków aktywnych szczebla taktycznego /zasadniczych i zapasowych/. Część z nich może występować przy stanowisku dowodzenia szczebla operacyjno-taktycznego.

---

x/ "Stacje radiolokacyjne wielopozycyjne", urządzenia radiolokacyjne przeznaczone do rozpoznania i zabezpieczenia radiolokacyjnego działań środków aktywnych OPK, których pojedynczy zestaw rozmieszczony jest na więcej, jak na dwu z dala od siebie terytorialnie usytuowanych miejsc rozwinięcia poszczególnych urządzeń, jednak funkcjonalnie powiązanych między sobą. Terytorialna dezintegracja dotyczy urządzeń nadawczych i odbiorczych wraz z urządzeniami obróbki informacji radiolokacyjnej, wchodzących w skład środków zautomatyzowanego dowodzenia.

Przykład rozmieszczenia stacji radiolokacyjnej wielopozycyjnej przedstawia rys. 66 zamieszczony poniżej.

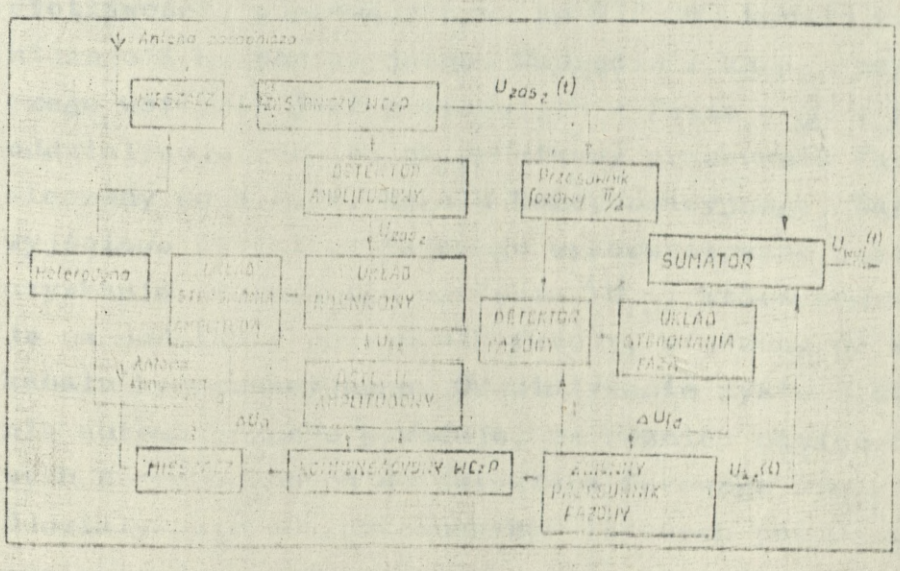


Rys. 66. Idealny schemat rozmieszczenia wielopozycyjnej stacji radiolokacyjnej z autonomiczną synchronizacją wewnętrzną, obejmującej kilka pozycji nadawczych i odbiorczych oraz punkt obróbki informacji radiolokacyjnej.
1 - pozycje nadawcze,
2- pozycje odbiorcze,
3 - punkt obróbki informacji radiolokacyjnej, z którego informację przekazuje się na nadrzędne SD.

W przedstawionym schemacie wielopozycyjnej stacji radiolokacyjnej, każdy z sygnałów odbitych od obiektu powietrznego, niezależnie od tego, którym z impulsów sondujących został opromieniowany jest odbierany na wszystkich punktach odbiorczych. Obróbka informacji pierwotnej następuje na każdej z pozycji odbiorczych. Zasięg wykrywania uwarunkowany jest horyzontem optycznym. Rozgałęziony system powiązań odbiorczych środkami zautomatyzowanego dowodzenia, zapewnić może swobodną wymianę informacji użytkownikom. Właściwość ta eliminuje problem powstawania "stref nieokreśloności informacji", wywołanych przez nieprzyjaciela powietrznego podczas działania radioelektronicznego. Wykorzystuje

się w tym przypadku sprzeczność między zasięgiem tłumienia pokładowych nadajników zakłócających, a dysponowanym potencjałem energetycznym przez terytorialnie rozśrodkowane naziemne, wielopozycyjne stacje radiolokacyjne. Wydaje się również, że stacje wielopozycyjne rozpatrywanego typu, rozwiążą współcześnie złożony problem konieczności dysponowania skrytym podsystemem radiolokacyjnym.

c/ Jako przedsięwzięcia doraźne sugeruje się modernizację dotychczasowych typów przez zastosowanie doskonalszych układów tłumienia listków bocznych systemu antenowego. Dotychczasowe rozwiązania /na przykład w JAMOR M2/ tłumienie listków bocznych zakładają tylko przy określonym poziomie mocy sygnału zakłócającego. Rozwiązanie to jest niezadowalające, ponieważ w Siłach Powietrznych Stanów Zjednoczonych notuje się ciągłą tendencję wzrostu mocy pokładowych nadajników zakłóceń czynnych. W tej sytuacji wydaje się celowym zastosowanie układu kompensacji sygnału zakłócającego w kanale wzmocnienia sygnałów W.Cz.W układzie kompensatora na W.Cz. /lub częstotliwości pośredniej występują dwa kanały, zasadniczy i kompensacyjny, którego schemat przedstawia rys. 67.



Rys. 67. Schemat układu kompensacji listków bocznych z przesłaniem sygnałów w kanale wysokiej częstotliwości.

W rozpatrywanym układzie napięcie wysokiej częstotliwości sygnału zakłócającego w postaci:

$$U_{zas_z}(t) = U_z \cos\left(\omega_z t + \varphi_z\right) ,$$

występujące w kanale zasadniczym kompensuje się napięciem sygnału zakłócającego w postaci:

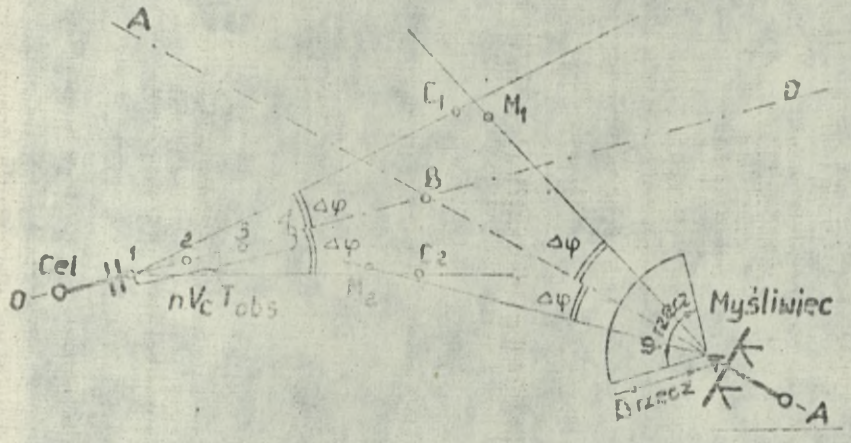
$$U_{k_z}(t) = U_z \cos\left(\omega_z t + \varphi_z + \pi\right) ,$$

wypracowanym w kanale kompensacyjnym posiada tę samą wartość amplitudy i częstotliwość, jednak przesuniętą w fazie o π. Występujące w urządzeniu odbiorczym dwa układy automatycznego sterowania regulują: jeden amplitudę napięcia kompensacyjnego, drugi fazę. W układzie automatycznego sterowania amplitudą napięcia kompensacyjnego wchodzą detektory amplitudowe, podłączone po wzmacniaczach częstotliwości pośredniej kanału zasadniczego i kompensacyjnego. Po detekcji sygnałów zakłóceniowych ich amplitudy porównuje się w układzie różnicowym. W zależności od wartości absolutnej i znaku między $U_{zas_z} - U_{k_z}$ wypracowuje się napięcie sterujące ΔU_a, zmieniając wzmocnienie W.Cz.P. kanału kompensacyjnego tak aby spełnić warunek, że $U_{zas_z} = U_{k_z}$.

W układzie automatycznego sterowania fazą napięcia kompensacyjnego porównuje się fazy drgań wysokiej częstotliwości, odprowadzonych od W.P.Cz. kanału zasadniczego i kompensacyjnego. Napięcie z kanału zasadniczego wstępnie jest przesunięte w fazie o $\frac{\pi}{2}$, które oddziaływuje również na dodatkowy przesuwnik fazowy, włączony do W.P.Cz. kanału kompensacyjnego. Napięcie wyjściowe detektora fazowego wykorzystywane jest dla uzyskania sterującego napięcia ΔU_{fd}, które oddziaływuje na dodatkowy przesuwnik fazowy, włączony po W.Cz.P. kanału kompensacyjnego. Oddziaływanie systemu sterowania automatycznego powoduje, że różnica napięć fazowych doprowadzonych do detektora fazowego wynosi $\frac{\pi}{2}$. Oddziaływanie obu przesuwników fazowych powoduje przesunięcie drgań na wyjściu kanałów zasadniczego i kompensacyjnego o π. Napięcie wyjściowe $U_{wyj}(t)$ można

w pełni uważać za, wolne od zakłóceń, przenikających do kanału odbiorczego przez listki boczne anteny zasadniczej.

Ograniczony zasięg wykrywania ŚNP nieprzyjaciela lecących z kierunku morza oraz ich kolumnowe ugrupowanie podczas pokonywania OPK, spowoduje wprowadzenie samolotów myśliwskich z możliwościami oddziaływania ogniowego na cele powietrzne z przedniej półsfery lub pod kątem 90°. Wymagania w zakresie dokładności określania współrzędnych przez naziemne stacje radiolokacyjne wykrywania i naprowadzania, zostało uzależnione są od wskaźników dysponowanych w tym zakresie przez pokładowy celownik radiolokacyjny myśliwca. Zależności w tym względzie można przeanalizować na przykładzie przedstawionym poniżej.



Rys. 68. Określenie wartości chybienia podczas naprowadzania myśliwca na cel.

Zakłada się, że cel powietrzny lot wykonuje po prostej 0-0 i prędkością V_c. Samolot myśliwski do spotkania się z celem w punkcie B wykonuje lot po prostej A-A. Jeżeli standardowe odchylenie pomiaru współrzędnych przez RLS wynoszą σ_D według odległości i σ_β według azymutu, wówczas na przyjętej odległości D od RLS radialne odchylenie można określić wzorem:

$$\sigma_r = \sqrt{\sigma_D^2 + \left(\sigma_\beta \frac{D}{57,3}\right)^2}$$

Stąd z prawdopodobieństwem nie mniejszym, jak 0,95 odchylenie usytuowania celu od obliczonego nie przewyższy wartości $2\sigma_r$.

Do dyspozycji operatora naprowadzania /lub KKC/ są namiary chwilowych usytuowań myśliwca i celu. Zakładając, że określenie kierunku lotu myśliwca i celu powietrznego dokonuje się według pierwszego i ostatniego namiaru, wówczas maksymalny błąd kątowy z prawdopodobieństwem nie mniejszym, jak 0,95 nie przewyższa wielkości, którą można określić wzorem:

$$\Delta\varphi = \frac{2\sigma_r}{nV_c T_{obs}},$$

gdzie: n - liczba namiarów współrzędnych;

V_c - prędkość lotu celu powietrznego;

T_{obs} - okres obserwacji stacji radiolokacyjnej,

ewentualnie:

$$\Delta\varphi = \frac{2\sqrt{\sigma_D^2 + (\sigma_\beta D)^2}}{nV_c \cdot T_{obs}}$$

Jeżeli szerokość strefy obserwacji celownika radiolokacyjnego myśliwca przewyższy sumę możliwych odchyleń celu i myśliwca od położeń obliczeniowych na końcowym odcinku naprowadzania, przy odległości równej D_{rzecz}, wówczas cel powietrzny nie będzie przepuszczony z prawdopodobieństwem 0,95. Naprowadzenie na kursach spotkaniowych z możliwością odchylenia myśliwca od położenia obliczeniowego w jedną stronę, a celu powietrznego w drugą, w ostateczności można obliczyć za pomocą wzoru:

$$D_{rzecz} \sin\frac{\Delta\varphi_{rzecz}}{2} = 2\sigma_r = 2\sqrt{\sigma_D^2 + (\sigma_\beta D)^2}, \quad /2.137/$$

Podczas naprowadzania myśliwca na cel pod kątem 90° do kursu lotu celu powietrznego, należy zmniejszać odchylenie myśliwca od kierunku obliczeniowego, stąd:

$$D_{rzecz} \sin\frac{\Delta\varphi_{rzecz}}{2} = 2\sigma_r = 2\sqrt{\sigma_D^2 + (\sigma_\beta D)^2}, \quad /2.138/$$

Wzory /2.137/ i /2.138/ umożliwiają określenie wymagań dotyczących dokładności określenia współrzędnych naziemnych stacji radiolokacyjnych wykrywania i naprowadzania, jeżeli znane są dane celownika radiolokacyjnego myśliwca. I tak na przykład:

a/ Przy naprowadzaniu na kursach spotkaniowych:

$$\sigma_r \leq \frac{D_{rzecz}}{4} \sin \frac{\varphi_{rzecz}}{2}$$

b/ Przy naprowadzaniu pod kątem 90°:

$$\sigma_r \leq \frac{D_{rzecz}}{2} \sin \frac{\varphi_{rzecz}}{2}$$

Zakładając, że celownik radiolokacyjny myśliwca posiada:

$D_{rzecz} = 35$ km;

$\varphi_{rzecz} = 90^\circ$,

wówczas σ_r winna nie przewyższać wartości 6,2 km. Odpowiada to błędom stacji radiolokacyjnej wykrywania i naprowadzania:

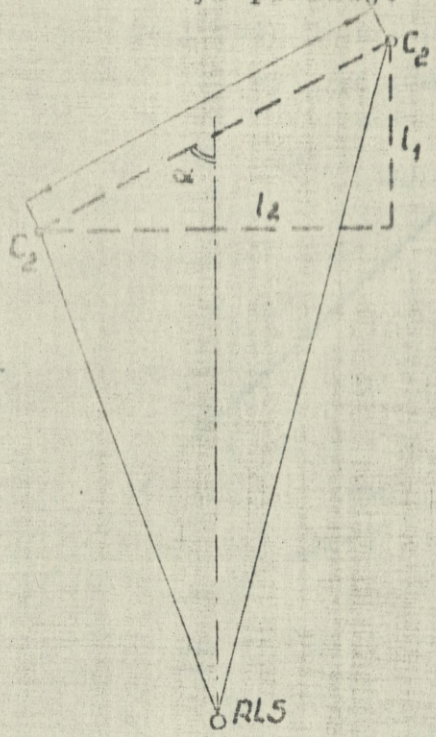
- według odległości $\sigma_D = 1,5$ km;
- według azymutu $\sigma_\beta = 1,4^\circ$,

przy odległości 250 km naprowadzanego myśliwca od stacji radiolokacyjnej.

Spełnienie wymagań w tym zakresie w stosunku do lotnictwa myśliwskiego, oznacza spełnienie wymagań również w odniesieniu do wojsk rakietowych OPK, dysponujących przeciwlotniczymi zestawami rakietowymi dalekiego zasięgu.

5. Kolumnowe ugrupowanie ŚNP nieprzyjaciela podczas pokonywania OPK z kierunku nadmorskiego, wywołuje potrzebę ustalenia wymagań w zakresie zdolności rozróżniania dla stacji radiolokacyjnych wykrywania i naprowadzania. Zdolność rozróżniania istotnie wpływa na efektywność naprowadzania. Względy taktyczne sugerują, aby w ugrupowaniu kolumnowym każdy z samolotów przy odstępie widoczny był oddzielnie na wymaganej odległości D. Zależności w tym względzie można przeanalizować na

przykładzie przedstawionym poniżej.



Rys. 69. Określenie wymaganej zdolności rozróżniania.

Oddzielną obserwację celów należy wyróżnić chociażby jedną współrzędną. Jeżeli dwa cele C_1 i C_2 na odległości D obserwowane są pod sylwetką α, wówczas dla ich rozróżnienia należy spełni warunek aby:

$$\sigma_{(D)_{wym}} \leq l_1 = d \cos\alpha \quad , \qquad /2.139/$$

natomiast dla rozróżniania według azymutu:

$$\sigma_{(\varphi)_{wym}} \leq \frac{l_2}{D} = \frac{d \sin\alpha}{D} \quad , \qquad /2.140/$$

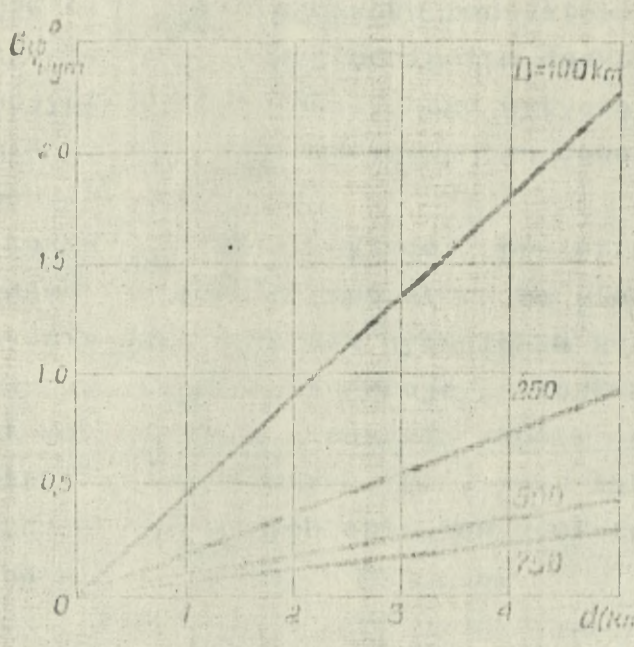
gdzie: $\sigma_{/D/_{wym}}$ i $\sigma_{/\varphi_\beta/_{wym}}$ - wymagane wielkości zdolności rozróżniania według odległości i azymutu.

Ze wzorów /2.139/ i /2.140/ wynika, że wybierając rozróżnianie w odległości $\sigma/D/$ i $D\sigma/\varphi_\beta/$, wychodząc z warunków, że

$$\sqrt{\sigma^2_{(D)} + \left[D\sigma(\varphi_\beta)\right]^2} \leq d$$

otrzyma się możliwość rozróżniać cele pod dowolną syl-

wersji, zależność wymaganej zdolności rozróżniania według azymutu oraz zadanej odległości D, dla dwóch celów z odstępem d przedstawia wykres umieszczony na rys. 70.



Rys. 70. Zależność wymaganej zdolności rozróżniania według azymutu i przyjętych odległości D dla dwóch celów powietrznych z odstępem d.

6. Funkcjonowanie w wyznaczonym rejonie działań bojowych podsystemu radiolokacyjnego, sprowadza się w zasadzie do wielokrotnie powtarzanego procesu przekształcenia pierwowzorów obserwowanych obiektów powietrznych i stosowanych dla nich obrazów. Proces ten posiada charakter stochastyczny. W ogólnym przypadku uzależniony jest od podziału obserwowanych obiektów w dysponowanej strefie informacji, objętej zasięgiem wykrywania rozwiniętych stacji radiolokacyjnych.
Powtarzalność procesu przekazywania danych o obserwowanych obiektach powietrznych wymaga dysponowania wymaganą zdolnością przepustową. Zdolność przepustową podsystemu radiolokacyjnego określa w zasadzie szybkość pracy operatorów środków zautomatyzowanego dowodzenia i pojemności dysponowanych kanałów łączności.
W skomplikowanych, szybkozmiennych sytuacjach powietrznych wydajność operatorów pracujących przy wskaźnikach SZO w zakresie dokładności przekazywania współrzędnych celów [illegible]

przemęczeniem i zmianą stanów emocjonalnych. Powoduje to również opóźnienia przekazywania danych. Przypadkowy charakter opóźnień przekazywania danych, utrudnia ich korektę w następnych ogniwach podsystemu. Wymienione niedomagania wraz z uwzględnieniem doskonalenia struktury podsystemu radiolokacyjnego wytyczają kierunek doskonalenia środków zautomatyzowanego dowodzenia dla wojsk radiotechnicznych.

Skomplikowany charakter sytuacji powietrznych, konieczność koncentracji uwagi operatora na stosunkowo dużej płaszczyźnie wskaźnika dla wyłowienia znaczników od obiektów powietrznych, sugeruje zastosowanie w SZD układów zautomatyzowanego śledzenia współrzędnych już wykrytych obiektów powietrznych. Przy czym interpolacja współrzędnych śledzonych obiektów powietrznych winna być zachowana w przedziale do 4-5 min.

Po tym czasie następuje konieczność wznowienia danych o współrzędnych przez operatora. Przyjęty przedział czasowy uwarunkowany jest możliwościami manewrowymi współczesnych samolotów uderzeniowych. Dalsze doskonalenie winno zmierzać do zastąpienia układu zautomatyzowanego śledzenia, automatycznym. Automatyczny układ śledzenia współrzędnych obiektów powietrznych samoczynnie winien uwzględniać poprawki między rzeczywistą a interpolowaną trasą. Wydaje się, że modernizacja tego rodzaju spełniałaby wymagania dotyczące najbliższych 20-stu lat.

3. Zakończenie.

Nieustanne doskonalenie SNP Sił Powietrznych NATO, środków obezwładniających i sposobów ich użycia bojowego, wywołuje ciągłemu procesu rozwoju OPK. Proces ten wymaga przeprowadzenia okresowej konfrontacji między dysponowanymi możliwościami OPK, a możliwościami nieprzyjaciela powietrznego. Jest to niezbędne dla potrzeb planowania przedsięwzięć obronnych państwa, jak również doskonalenia sposobów działań sił i środków w ramach korpusu OPK. Celu konfrontacji spełnia się do uzys-

kania wyniku stopnia możliwości osłony poszczególnych obiektów lub kilku niewielkich obszarów /obejmujących zespół obiektów/ w rejonie działań korpusu OPK. Zachowanie ich żywotności jest podstawowym kryterium oceny działalności sił i środków korpusu OPK. Ocena obiektywna wyniku konfrontacji winna opierać się o ilościowe i jakościowe wskaźniki możliwości bojowych lotnictwa myśliwskiego, wojsk rakietowych i innych ewentualnych naziemnych środków ogniowych oraz wojsk radiotechnicznych. Sprowadzenie dysponowanych wskaźników możliwości bojowych rozpatrywanych sił i środków do jednolitej miary, a mianowicie efektywności, powoduje ich użyteczność dla oceny możliwości rubieżowego zwalczania SNP nieprzyjaciela w odniesieniu do osłanianych obiektów lub rejonów. Przedstawione metody obliczania możliwości bojowych w powiązaniu z efektywnością zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych podporządkowane są w istocie właściwościom ich działań z nieprzyjacielem powietrznym, ze szczególnym uwzględnieniem nadmorskiego kierunku OPK. Wydaje się, że ich uniwersalność pozwala na zastosowanie sugerowanych metod również na innych kierunkach OPK.

Złożoność procesów występujących w skomplikowanych warunkach sytuacji powietrznej sprawiła, że wszechstronna ich analiza dla uzyskania konkretnych konkluzji, wymaga wykonania stosunkowo wielo pracochłonnych obliczeń. Stąd ich przydatność praktyczna zmusza do wykorzystania EMO i ich oprogramowania według założeń zawartych w rozprawie.

Rezultaty badań przedstawione w pracy stanowią autora są pierwszą próbą, usiłującą systematycznie przedstawić ramowe kształty studium operacyjno-taktycznego z zakresu zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych środków aktywnych dla nadmorskiego kierunku OPK.

4. Bibliografia.

a/ Do rozdziału pierwszego.

1. Anuriejew I.I.: "Orużje protiworakietnoj i protiwokosmiczeskoj oborony". Wyd. MO SSSR Moskwa 1971 r.

2. Atrażew NP, Ilin W.A., Marin NP: "Borba s radioelektronnymi sriedstwami". Wyd. MO SSSR Moskwa 1972 r.

3. "Bomby s telewizjonnoj i łaziernoj sistiemami nawiedienija". Wiestnik PWO Nr 2 z 1974 r.

4. Korzun A.: "Zawojewanie prieworchodstwa w wozduchie". Zarubieżnoje Wojennoje Obozrienije Nr 11 z 1974 r.

5. Palij A.I.: "Radioelektronnaja borba". Wyd. MO SSSR Moskwa 1974 r.

6. Palij A.I.: "Puti sowiersznenstwowanija sriedstw REB za rubieżom". Wiestnik PWO Nr 2 z 1975 r.

7. Puchow E.: "Samolioty dalniego radiołokacjonnogo obnarużenija SSzA". Wiestnik PWO Nr 6 z 1973 r.

8. Radomirow I.: "Rakiety klassa "Wozduch-Ziemlja" s telewizjonnymi sistemami nawiedienija" Zarubieżnoje Wojennoje Obozrienije Nr 6 z 1974 r.

9. Rodin W. Niewiedomskij S.: "Sriedstwa wozdusznoj radiotiechniczeskoj razwiedki". Zarubieżnoje Wojennoje Obozrienije Nr 11 z 1974 r.

10. Siergiejew S.: "Nowyje położenija wozdusznokosmiczeskoj "doktryny" SSzA: "Zarubieżnoje Wojennoje Obozrienije Nr 1 z 1974 r.

11. Wartaniejan W.A.: "Radioelektronnaja rozwiedka" Wyd. MO SSSR Moskwa 1975 r.

12. "AWACS: More than our new eye in the sky". Aviation Week and Space Technology. Juli 1973 r.

13. "U.S. focusing on survivability", Aviation Week and Space Technology, January 27, 1975.

14. "International Defence Review" Nr 2 1974 r.

15. "International Defence Review" Nr 3 1974 r.

16. "Flight". 30 August z 1973 r.

Do rozdziału drugiego.

17. Biuletyn Informacyjny Sztabu Generalnego Nr 2/122/ z 1976 r.
18. Czernow A., Lipowski B., Zalewski R.: "Problemy podziału kompetencji między poszczególne szczeble dowodzenia Wojsk OPK w świetle rozwoju środków walki i automatyzacji". Rozprawa doktorska ASG 1977 r.
19. Gackowski Z.: "System oceny efektywności działania". Problemy Organizacji, 1973 r. z. 1.
20. Gotowała Jerzy: "Prowadzenie swobodnych walk powietrznych na współczesnych samolotach myśliwskich". Rozprawa doktorska Wyd. ASG 1977 r.
21. Kondracki J.: "Geografia fizyczna Polski". Wyd. PWN 1965 r.
22. Mandat T.: "Działanie sił marynarki wojennej w walce o zdobycie i utrzymanie panowania na Morzu Bałtyckim". Myśl Wojskowa Nr 3 Rocznik XX z 1975 r.
23. Mańczak J.: "O prowadzeniu działań bojowych przez Korpus OPK na kierunku nadmorskim". Myśl Wojskowa. Nr 3 Rocznik XX z 1975 r.
24. Pagacz St.: "Algorytm określania strefy wykrywania stacji radiolokacyjnej w płaszczyźnie poziomej na małych wysokościach z uwzględnieniem profilu terenu i przedmiotów terenowych". Wyd. WOSR 1974 r.
25. Pokruszyński W.: "Podejmowanie decyzji o zwalczaniu celów powietrznych przez dowódcę oddziału /ZT/ wojsk rakietowych OPK". Myśl Wojskowa Nr 1 Rocznik XX z 1976 r.
26. Rakowski J.: "O współdziałaniu sił i środków OPK na kierunku nadmorskim". Myśl Wojskowa Nr 4 Rocznik XX z 1975 r.
27. Wroński Cz.: "Organizacja i prowadzenie pracy bojowej przez oddział rozpoznania radioelektronicznego łączności [illegible] i systemów radiolokacyjnych". Wyd. ASG 1972 r.
28. Vademecum Wojsk OPK. Wyd. DW OPK 1972 r. Sygn. 420/70.
29. Zielenkiewicz T.: "Współczesne problemy [illegible]". Wyd. PWN 19[illegible] r.

30. Afanasiew A.A., Gorbunow W.A.: "Effektiwnost obnarużenija celiej radiotechniczeskimi sriedstwami nabljudenija". Wyd. MO SSSR 1964 r.

31. Batickij P.: "Wojska protiwowozduszmoj oborony strany". Wojennaja Mysl Nr 8, 11 z 1973 r.

32. Baturlin I.T., Biegłarian S.G.: "Ob ocienkie sootnoszenija sił protiwostojaszczych sriedstw wozduszmogo napadenija i wojsk PWO". Wojennaja Mysl Nr 6 z 1978 r.

33. Burow N.I.: "Małowysotnaja radiołokacja". Wyd. MO SSSR. Moskwa 1975 r.

34. Wiszyn G.N.: "Mnogoczastotnaja radiołokacja". Wyd. MO SSSR. Moskwa 1973 r.

35. Wasin W.W., Stiepanow B.M.: "Sprawoczmik - zadaczmik po radiołokacji". Wyd. "Sowietskoje radio" 1977 r.

36. Grigorin - Riabow W.W.: "Radiołokacjonnyje ustrojstwa". Wyd. "Sowietskoje radio". Moskwa 1970 r.

37. Drużinin W.W., Kontorow D.S.: "Woprosy wojennoj siatiomotiechniki". Wyd. MO SSSR. Moskwa 1976 r.

38. Zimin G.W. i zespół: "Rozwitije Protiwowozduszmoj Oborony". Wyd. MO SSSR. Moskwa 1976 r.

39. Kontorow D.S., Gołubiew-Nowoziłow I.A.: "Wwiedienije w radiołokacjonnuju siatiomotiechniku". Wyd. MO SSSR. Moskwa 1975 r.

40. Kochanskij L.E.: "Awtomaticzeskaja pieriedaczaradiołokacjonnoj informacji". Wyd. "Sowietskoje radio". Moskwa 1974 r.

41. Małgin N.A.: "Uprawlenije zenitno-raketnym ogniom". Wyd. MO SSSR 1976 r.

42. Słuckij W.Z., Fogielson B.T.: "Impulsnaja tiechnika i osnowy radiołokacji". Wyd. MO SSSR. Moskwa 1975 r.

43. Taktika RSW PWO Strany. Wyd. 1972 r. Nr bibl. ASG 015764.

Wydrukowano w 5 egz.

Egz. nr 1-5-Bibl.Nauk.OZS
Wyk. płk Piątkowski
Druk. ASG WP nr 0100/0461/WW

ZAŁĄCZNIK 1

WYKAZ

MEZOREGIONÓW I MAKROREGIONÓW NADMORSKIEGO KIERUNKU OPK

Podprowincja	Makroregiony	Mezoregiony			
		Oznaczenie cyfrowe	Nazwa	Oznaczenie cyfrowe	Nazwa
Pobrzeże Południowobałtyckie	Pobrzeże Zachodnio-pomorskie	010	Równina Odrzańsko-Zalewowa	015	Puszcza Bukowa
		011	Wyspy Uznam i Wolin	016	Równina Pyrzycko-Stargardzka
		012	Puszcza Wkrzańska	017	Równina Białogardzka
		013	Równina Goleniowska	018	Równina Słupska
		014	Wzgórza Szczecińskie	019	Pobrzeże Słowińskie
	Pobrzeże Wschodnio-pomorskie	021	Pobrzeże Kaszubskie	024	Żuławy Wiślane
		022	Mierzeja Helska	025	Wzniesienia Elbląskie
		023	Mierzeja Wiślana	026	Nizina Warmińska
Pojezierze Południowobałtyckie	Pojezierze Zachodnio-pomorskie	031	Pojezierze Myśliborskie	034	Pojezierze Wałeckie
		032	Równina Gorzowska	035	Pojezierze Drawskie
		033	Równina Drawska	036	Pojezierze Bytowskie
	Pojezierze Wschodnio-pomorskie	041	Pojezierze Kaszubskie		
		042	Pojezierze Starogardzkie		
		043	Pojezierze Iławskie		
	Pojezierze Południowo-pomorskie	051	Dolina Gwdy	054	Dolina Brdy
		052	Bory Tucholskie	055	Równina Świecka
		053	Pojezierze Krajeńskie		
	Pojezierze Chełmińsko-Dobrzyńskie	071	Pojezierze Chełmińskie	074	Garb Lubawski
		072	Dolina Drwęcy		
		073	Pojezierze Dobrzyńskie		
	Pradolina Noteckа	081	Kotlina Gorzowska		
		082	Dolina Środkowej Noteci		
		083	Kotlina Toruńska		

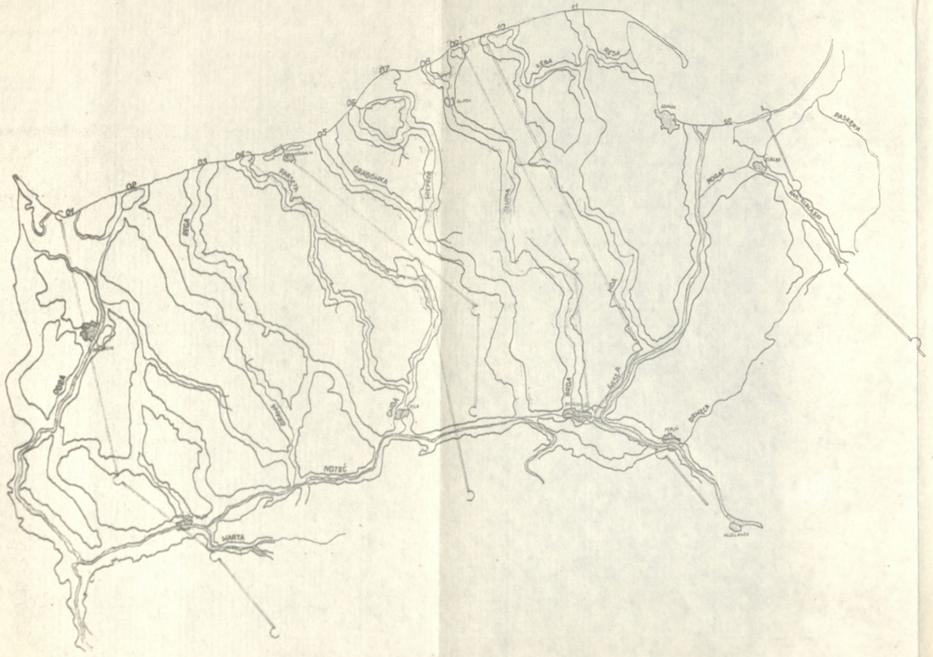
Uwaga: Pojezierze Południowobałtyckie obejmuje również makroregion Dolnej Wisły, który w tabeli jest nie wykazany.

01474

WYKAZ
DOGODNYCH KIERUNKÓW I PASÓW POKONYWANIA OPK NA KIERUNKU NADMORSKIM

ZAŁĄCZNIK NR 2

POUFNE
Egz. poj.



MAKSYMALNA POJEMNOŚĆ PASÓW I KIERUNKÓW DLA ŚNP NIEPRZYJACIELA PODCZAS LOTU NA BARDZO MAŁYCH I MAŁYCH WYSOKOŚCIACH

ZAŁOŻONE PARAMETRY LOTU ŚNP NIEPRZYJACIELA

1. V_c – 900 – 1400 km/h
2. UGRUPOWANIE: – kolumna par/kluczy
3. ODLEGŁOŚCI: – 1,5 – 2,5 km
4. ODSTĘPY: – 200 – 500 m

		PASY												
		WOLIŃSKO – POZNAŃSKI				KOSZALIŃSKO – BYDGOSKI				ZUŁAWSKO – WARSZAWSKI				
		GRA				NI				CE				
		LEWA		PRAWA		LEWA		PRAWA		LEWA		PRAWA		
		ŚWINOUJŚCIE MYSŁIBÓRZ SKWIERZYNA ZBĄSZYŃ		KOŁOBRZEG SZCZECINEK CZARNE WĄGROWIEC		KOSZALIN DEBRZNO WYRZYSK		Jezioro GARDNO CZERSK BYDGOSZCZ		Jezioro LEBSKO ŚWIECIE nad Wisłą BYDGOSZCZ TORUŃ		KRYNICA MORSKA PASŁĘK OSTRÓDA NIDZICA POZNAŃSKY		
		KIERUNKI												
		01		02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
		ŚWINOUJŚCIE – GOLENIÓW		KAMIEŃ POMORSKI	MRZEZYNO GRYFICE MIROSŁAWIEC	KOŁOBRZEG KARLINO BIAŁOGARD	KOSZALIN BIAŁY BÓR	BARLINEK SZCZECINEK CZARNE KĘPICE		USTKA SŁUPSK JEZ. GARDNO SŁUPSK		Jezioro ŁEBSKO PODKLESZCZE PODGÓRZYNA – ŚWIECIE	BIAŁOGARD RYBNO	MIKOSZEWO NOWY DWÓR GDAŃSKI
		GOLENIÓW RECZE GORZÓW GOŁAŃCZ KOŁO NOTECKIE SKWIERZYNA WSCHÓD		NOWOGARD DOBRA DRAWNO KRZYŻ	MIROSŁAWIEC KRZYŻ MIROSŁAWIEC TRZEBNICA	BIAŁOGARD POLICKA (GRYF) CZAPLINEK PILA BIAŁOGARD CZAPLINEK SWORZAŁKI PILA	CZŁUCHÓW WIELBORK NAKŁO nad Notecią	KĘPICE BARLINEK GÓRNY		SŁUPSK RYTEL WIEŚ TUCHOLA KORONOWO BYDGOSZCZ			RYBNO KOŚCIERZYNA RYBNO MIĘDZYBÓRZ GDYNIA – GDAŃSK	NOWY DWÓR GDAŃSKI CAŁUJNY BYDGOSZCZ TORUŃ WŁOCŁAWEK	NOWY DWÓR GDAŃSKI MARNICA BAJA BRODNICA OSTRÓDA NIDZICA
LICZBA ŚNP NIEPRZYJACIELA	NA KIERUNKU	200 – 400 120 – 240		460 – 860 33 – 110	260 – 440 130 – 220	230 – 460 140 – 280	410 – 820 140 – 280	190 – 230 110 – 140	70 – 140 40 – 80	260 – 580 160 – 320	260 – 520 160 – 320	140 – 280 140 – 160	92 – 180 66 – 132	92 – 364 44 – 88	372 – 784 224 – 248	192 – 384 112 – 232	192 – 384 112 – 232
	W PASIE	870 – 1640 445 – 650					610 – 1270 410 – 750					784 – 1500 470 – 750					
CZAS LOTU ŚNP NIEPRZYJACIELA w/min/	NA KIERUNKU	19/10	19/11	16/12	6/12	13/11	17/6	17/9	10/3	17/9	17/9	16/12	6/4	8/3	24/12	14/6	14/6
	W PASIE	16/12					19/10					24/15					
	DLA NIECKI TORUŃSKO – EBERSWALDZKIEJ	20/14															

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 12268
Akademii Obrony Narodowej

BIBLIOTEKA
Nr 01474
Dział Zbiorów Specjalnych

ZAŁĄCZNIK 3

P O U F N E

Egz.Nr.....

WSKAŹNIKI MOŻLIWOŚCI BOJOWYCH I KRYTERIA
EFEKTYWNOŚCI SYSTEMU RADIOLOKACYJNEGO OPK

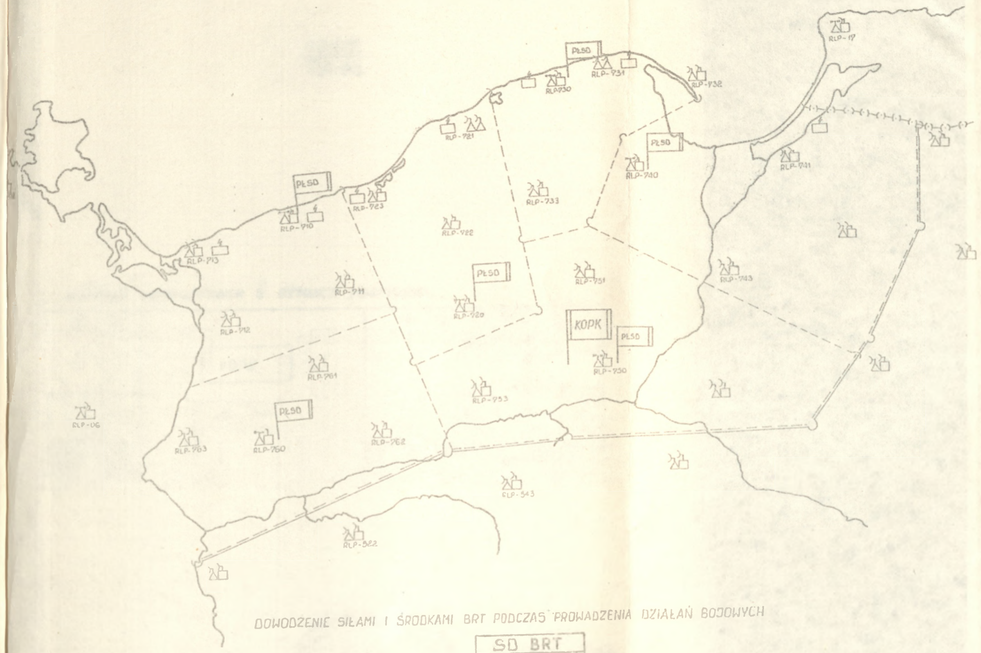
Efektywność systemu r/lok. \ Wskaźniki możliwości bojowych systemu r/lok.	Ilościowe	Ilościowe z elementami jakościowymi	Jakościowe
EFEKTYWNOŚĆ OBRONY POWIETRZNEJ	III kryterium - terminowości realizacji możliwości ogniowych na wyznaczonych rubieżach	Liczba zabezpieczonych naprowadzeń samolotów /grup/ myśliwskich na cele powietrzne	Liczba stacji radiolokacyjnych zapewniająca bezpośrednią walkę środków aktywnych oraz możliwości retranslacji danych do użytkowników	Dokładność pomiaru przestrzennej działalności liczby działających obiektów powietrznych
		Liczba zabezpieczonych wskazań do ostrzelania celów powietrznych przez naziemne środki ogniowe		Żywotność elementów radiolokacyjnych, zabezpieczających działania bezpośrednie
	II kryterium - terminowości koncentracji wysiłku na kierunkach i wyznaczonych rubieżach	Liczba jednocześnie obserwowanych obiektów powietrznych	Liczba oraz taktyczno-techniczne możliwości SZD	Zdolność przepustowa
			Liczba kanałów łączności i niezawodności systemu łączności	Wiarygodność zobrazowania liczby przestrzennej działalności celów powietrznych
			Stan skompletowania i wyszkolenia stanu osobowego na elementach systemu r/lok.	
	I kryterium - terminowości wprowadzenia do walki środków aktywnych na wyznaczonych rubieżach	Rozpiętość strefy działań bojowych	Potencjał energetyczny sprzętu radiolokacyjnego. /odporność na zakłócenia/	Rozpiętość strefy informacji radiolokacyjnej w płaszczyźnie poziomej
		Dolne i górne granice warstw stref informacji radiolokacyjnej		Pełny zbiór przestrzennego zobrazowania celów powietrznych
		Liczba rozwiniętych RLS /pododziałów radiotechnicznych/		Ogólne i dokładne zobrazowanie przestrzennej działalności liczby celów powietrznych

UGRUPOWANIE SIŁ I ŚRODKÓW ZGODNIE Z KONCEPCJĄ PROWADZENIA DZIAŁAŃ ZE ŚNP NIEPRZYJACIELA

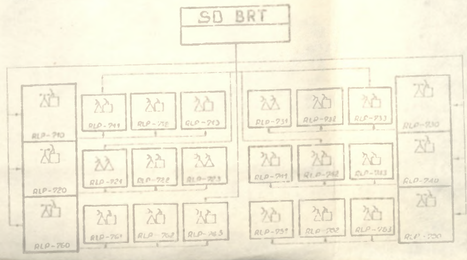
SPEŁNIENIE WYMAGAŃ DOTYCZĄCYCH KONCENTRACJI WYSIŁKU ZGODNIE Z KONCEPCJĄ PROWADZENIA DZIAŁAŃ ZE ŚNP NIEPRZYJACIELA

SPEŁNIENIE WYMAGAŃ PRZEWIDZIANYCH WŁAŚCIWOŚCIOM PROWADZENIA DZIAŁAŃ BOJOWYCH ZE ŚNP NIEPRZYJACIELA

SCHEMAT
PRZESTĘPNEJ STRUKTURY SYSTEMU RADIOLOKACYJNEGO DOSTOSOWANY DO KIERUNKU NADMORSKIEGO OPK



DOWODZENIE SIŁAMI I ŚRODKAMI BRT PODCZAS PROWADZENIA DZIAŁAŃ BOJOWYCH

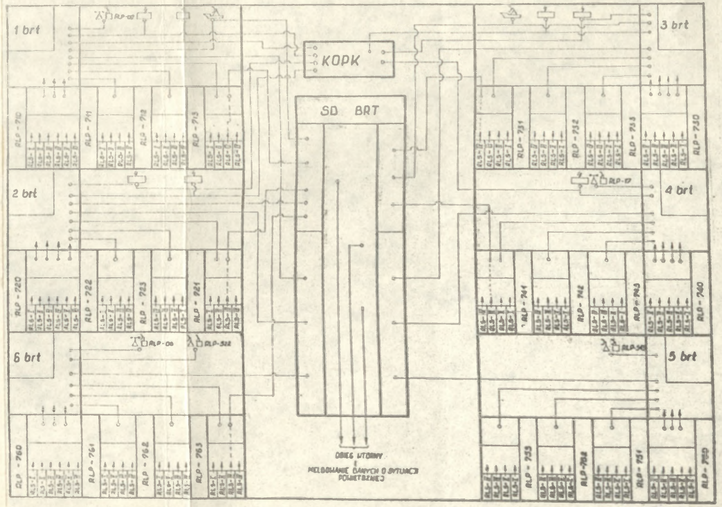


LEGENDA
- BATALION RADIOTECHNICZNY
- KOMPANIA RADIOTECHNICZNA
- PUNKT ROZPOZNAWANIA RADIOELEKTRONICZNEGO

ZAŁĄCZNIK NR 4

POUFNE
Egz. poj.

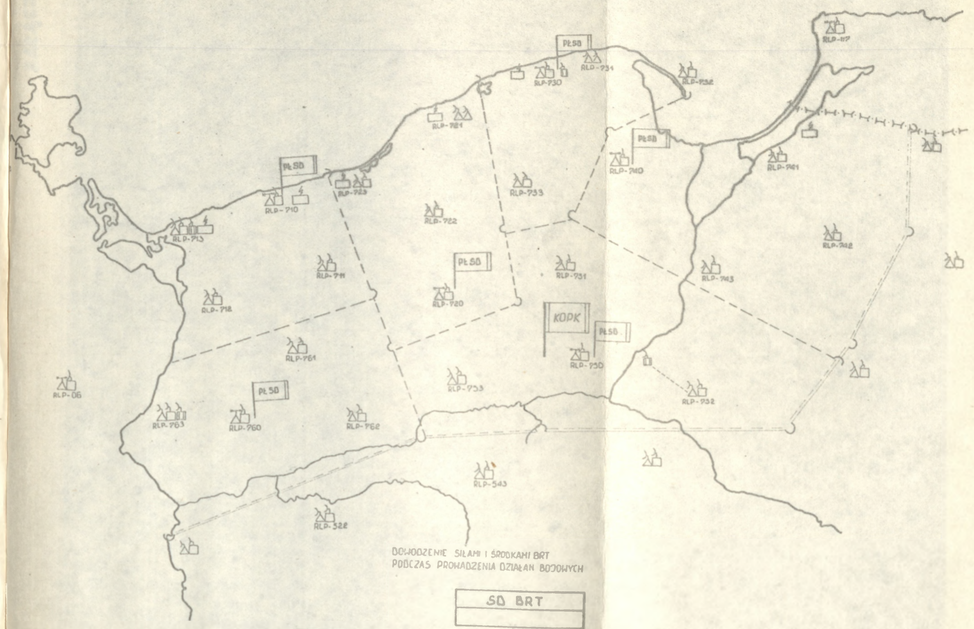
WYKAZ POWIĄZAŃ INFORMACYJNYCH O SYTUACJI POWIETRZNEJ



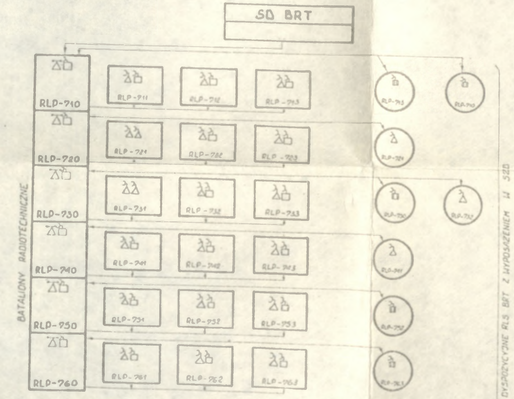
01474
1

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 12268
Akademii Obrony Narodowej

SCHEMAT
UZUPEŁNIAJĄCEJ STRUKTURY SYSTEMU RADIOLOKACYJNEGO DOSTOSOWANY DO KIERUNKU NADMORSKIEGO OPK



DOWODZENIE SIŁAMI I ŚRODKAMI BRT PODCZAS PROWADZENIA DZIAŁAŃ BOJOWYCH



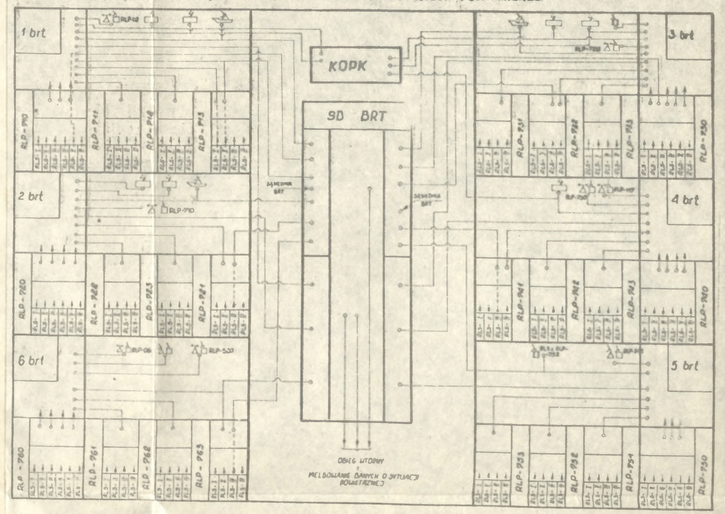
LEGENDA

- BATALION RADIOTECHNICZNY
- KOMPANIA RADIOTECHNICZNA
- PUNKT ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO

ZAŁĄCZNIK NR 5.

POUFNE
Egz. poj.

WYKAZ POWIĄZAŃ INFORMACYJNYCH O SYTUACJI POWIETRZNEJ

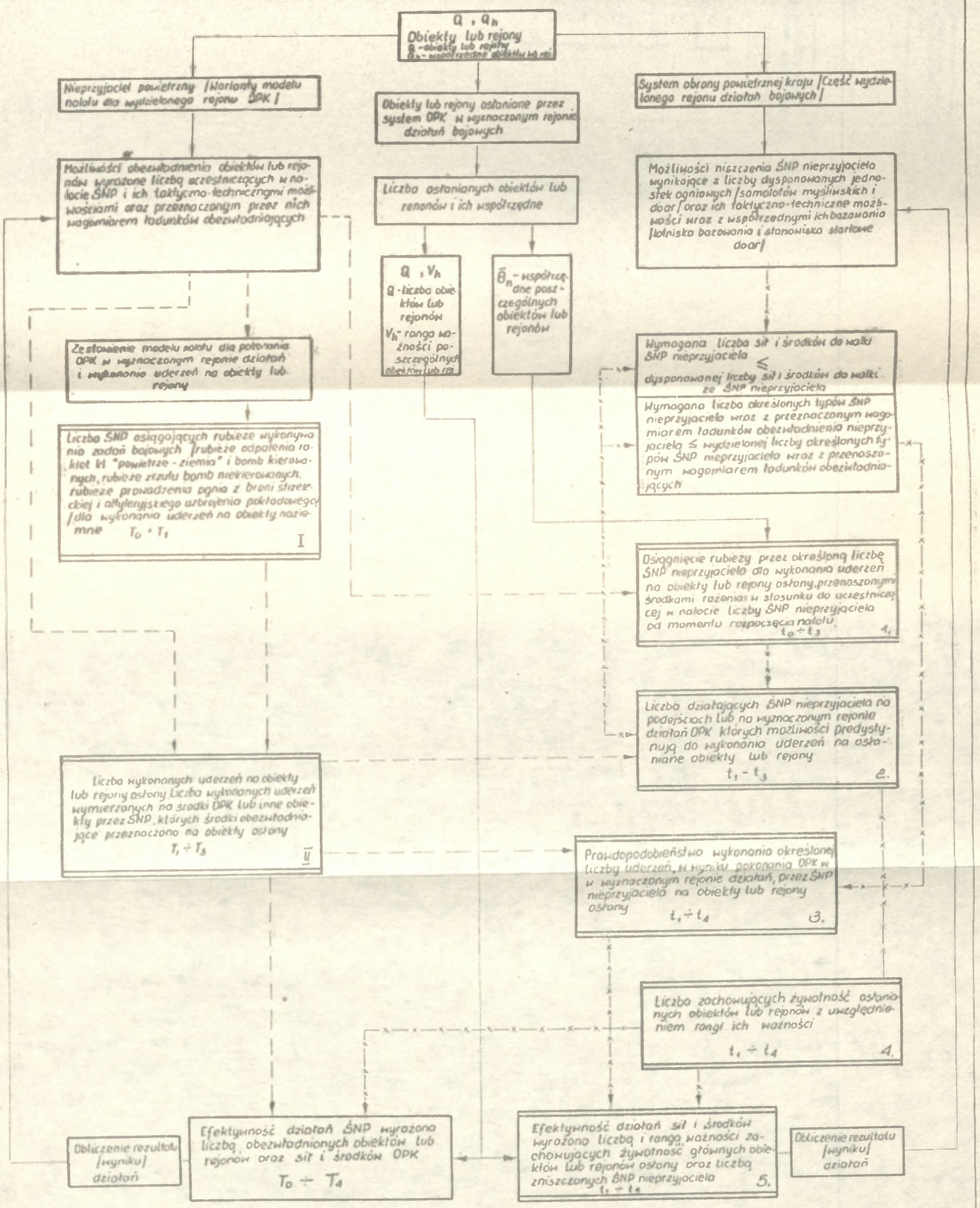


BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 12268
Akademii Obrony Narodowej

BIBLIOTEKA NAUKOWA
Nr 01474 (III) 1
Dział Zbiorów Specjalnych

ZAŁĄCZNIK NR 6.

KOLEJNOŚĆ LOGICZNO-ANALITYCZNA OCENY EFEKTYWNOŚCI OPK W WYZNACZONYM REJONIE DZIAŁAŃ BOJOWYCH



Uwaga :

I. Dotyczy części za nieprzyjaciela powietrznego

T_0 - Czas wykrycia I rzutów ŚNP uczestniczących w zmasowanym nalocie przez OPK na podejściach do początkowej rubieży wykonywania zadań bojowych

T_1 - Czas osiągnięcia rubieży, z których możliwe jest wykonywanie zadań bojowych przez samoloty uderzeniowe lub inne ŚNP rakietami kl "powietrze - ziemia"

T_2 - Czas osiągnięcia rubieży, z których możliwe jest wykonanie zadań przez samoloty uderzeniowe lub inne ŚNP bombami kierowanymi i niekierowanymi w głównych pasach pokonywania obrony powietrznej

T_3 - Czas osiągnięcia rubieży, w których możliwe jest wykonanie uderzeń na planowane obiekty lub rejony dla danego modelu nalotu w wyznaczonym rejonie działań OPK

T_4 - Czas nalotu ŚNP z wyznaczonego rejonu działań

II. Dotyczy części obrony powietrznej

t_0 - Czas wykrycia I rzutów ŚNP nieprzyjaciela uczestniczących w nalocie zmasowanym na dalekich podejściach rozpatrywanych w odniesieniu usytuowania rubieży wprowadzenia do walki I rzutów lotnictwa myśliwskiego

t_1 - Czas osiągnięcia rubieży przez ŚNP nieprzyjaciela, z których możliwe jest ich niszczenie przez lotnictwo myśliwskie i I rzutowe doar

t_2 - Czas osiągnięcia rubieży przez ŚNP nieprzyjaciela, jednocześnie z których dysponowana informacja o modelu nalotu i rozwój sytuacji bojowej sugeruje kierunek użycia II rzutów lotnictwa myśliwskiego oraz podział celów do ostrzelania przez następne rzuty doar

t_3 - Czas osiągnięcia rubieży przez ŚNP nieprzyjaciela, z których dysponowana informacja o modelu nalotu i rozwój sytuacji bojowej sugeruje kierunek użycia następnych rzutów lotnictwa myśliwskiego oraz naziemnych środków ogniowych w głębi rejonu działań

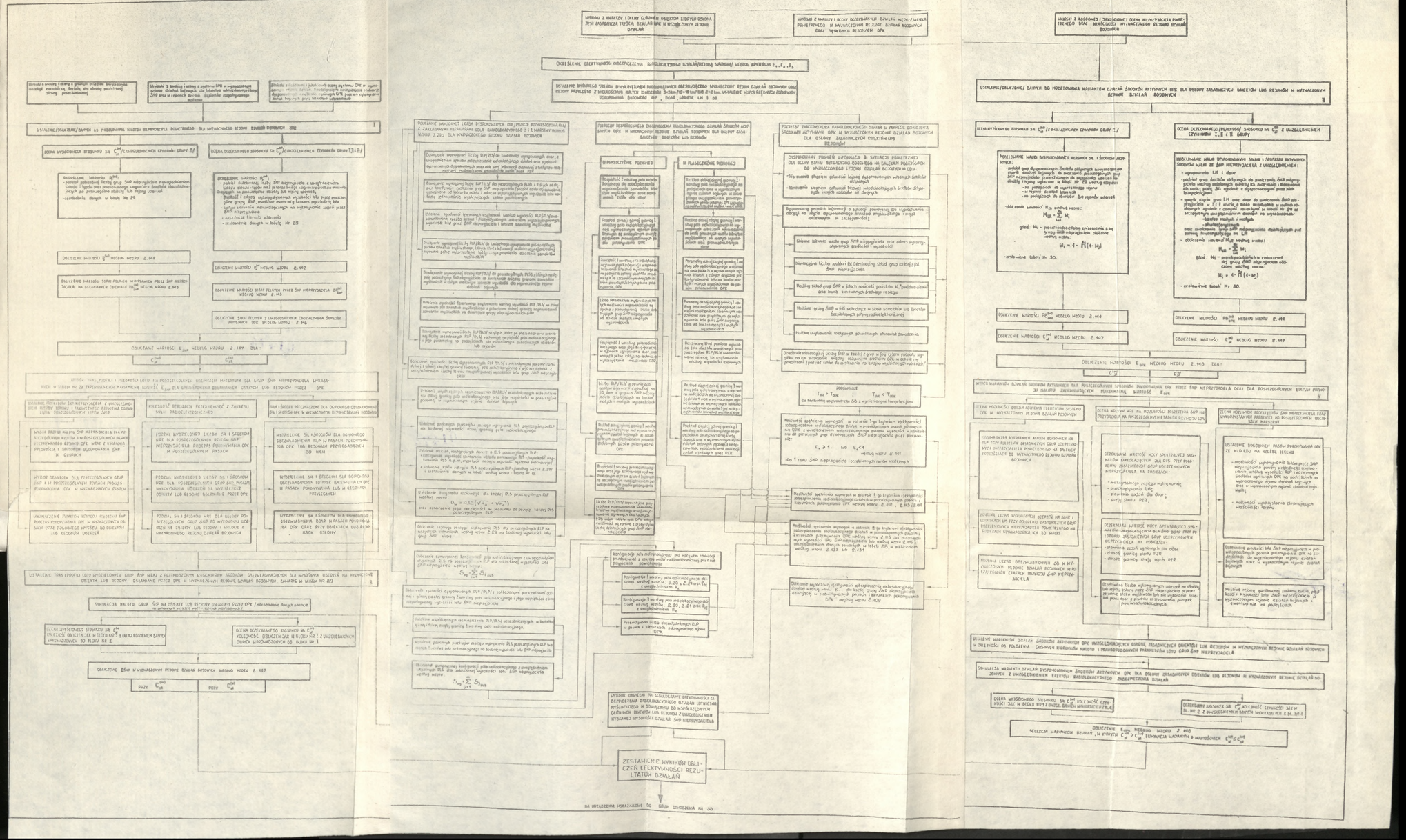
t_4 - Czas nalotu ŚNP nieprzyjaciela z wyznaczonego rejonu działań OPK

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Akademii Obrony Narodowej
Nr ewid. 12268

ZAŁĄCZNIK NR 7.

LOGICZNO-ANALITYCZNA KOLEJNOŚĆ OCENY EFEKTYWNOŚCI ZABEZPIECZENIA RADIOLOKACYJNEGO DZIAŁAŃ ŚRODKÓW AKTYWNYCH OPK W WYZNACZONYM REJONIE DZIAŁAŃ BOJOWYCH

POUFNE
Egz. poj.



BIBLIOTEKA NAUKOWA AWF
Nr ewid. 1447
(III)
1
Oddział Zbiorów Specjalnych

0684

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 12268
Akademii Obrony Narodowej