

Part Code
ST1316

R

G

B

WH

GR

BL

Grey Scale #13

C

M

Y

K

DANES
PICTA
.COM

A

1

2

3

4

5

6

M

8

9

10

11

12

13

14

15

B

17

18

19



**AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO**

IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

JAWNE

Egz. nr. 3

~~3057~~

Pptk mgr inż. Mieczysław ADAMCZYK

INFORMACJA RADIOLOKACYJNA
W PROCESIE DOWODZENIA WOJSKAMI
W SYSTEMIE OBRONY POWIETRZNEJ
NA TERYTORIUM KRAJU

Rozprawa doktorska

49128

WARSZAWA 1990





AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

JAWNE

Egz. nr.....3

~~3057~~

Pptk mgr inż. Mieczysław ADAMCZYK

INFORMACJA RADIOLOKACYJNA
W PROCESIE DOWODZENIA WOJSKAMI
W SYSTEMIE OBRONY POWIETRZNEJ
NA TERYTORIUM KRAJU

Rozprawa doktorska

49128

WARSZAWA 1990

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP
im.gen.broni K.SWIERCZEWSKIEGO

PRZEKLASYFIKOWANO

Protokół Nr 54305

PODSTAWA
Ustawa z dnia 22 stycznia 1990 roku
art. 86 ust. 2
(Dz.Uz. RP Nr 11 poz. 95)
.....
podpis

Praczk. Prot. 779/2, 08.95



Egz.nr ...3



ppłk mgr inż. Mieczysław ADAMCZYK

INFORMACJA RADIOLOKACYJNA W PROCESIE DOWODZENIA WOJSKAMI
W SYSTEMIE OBRONY POWIETRZNEJ NA TERYTORIUM KRAJU

Rozprawa doktorska



Opracowana pod kierownictwem naukowym

plk.prof.dr.hab.Witolda POKRUSZYŃSKIEGO

SPIS TRESCI

	Str.
WSTĘP	4
1. METODOLOGICZNE PODSTAWY PRACY	7
1.1. Problemy badawcze	7
1.2. Cele, zakres pracy i hipoteza robocza	10
1.3. Metody badawcze	12
2. WYMAGANIA STAWIANE INFORMACJI W DOWODZENIU WOJSKAMI OBRONY POWIETRZNEJ	16
2.1. Analiza wartości informacji radiolokacyjnej w sys- temie obrony powietrznej	22
2.2. Wpływ taktyki działania i możliwości czasowo-prze- strzennych SNP państw NATO na jakość informacji radiolokacyjnej w procesie dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej	28
2.3. Wpływ możliwości czasowo-przestrzennych środków walki WLiCP oraz OPL wojsk na jakość informacji radiolokacyjnej w procesie dowodzenia	37
2.4. Wymagania dotyczące parametrów informacji radiolo- kacyjnej w świetle możliwości czasowo-przestrze- nnych SNP przeciwnika i wojsk działających w sys- temie obrony powietrznej	53
3. ANALIZA I OCENA AKTUALNYCH MOŻLIWOŚCI ZBIORU I OPRACOWANIA INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ W PROCESIE DOWODZENIA WOJSKAMI W SYSTEMIE OBRONY POWIETRZNEJ	102
3.1. Możliwości zbioru i opracowania oraz przesyłania informacji radiolokacyjnej w wojskach obrony po- wietrznej	103
3.2. Możliwości zbioru i opracowania oraz przesyłania informacji radiolokacyjnej w wojskach OPL.	112

3.3. Możliwości zbioru i opracowania oraz przesyłania informacji radiolokacyjnej w wojskach lotniczych ..	118
3.4. Możliwości sprzężenia systemów zautomatyzowanego dowodzenia wojsk radiotechnicznych w systemie obrony powietrznej	121
4. PROPONOWANA KONCEPCJA OBIEGU INFORMACJI W SYSTEMIE OBRONY POWIETRZNEJ NA TERYTORIUM POLSKI	147
4.1. Proponowana organizacja opracowywania i dostarczania informacji radiolokacyjnej dla potrzeb dowodzenia wojskami współdziałającymi w systemie OP	148
4.2. Zarys obiegu informacji o sytuacji powietrznej w perspektywnym systemie rozpoznania radiolokacyjnego	167
5. WNIOSKI KONCOWE	179
6. ZAKOŃCZENIE	182
7. BIBLOGRAFIA	185
ZAŁĄCZNIKI	189

WSTĘP

Doświadczenia minionych lat dowiodły, że we współczesnym świecie należy mieć silną i dobrze zorganizowaną obronę powietrzną, zapewniającą funkcjonowanie całego zaplecza oraz prowadzenie operacji zaczepnych i obronnych na lądzie, morzu i w powietrzu. Obrona taka staje się obecnie jednym z podstawowych kryteriów przygotowania kraju pod względem militarnym.

Współczesna obrona powietrzna - z punktu widzenia obszaru działania - obejmuje obronę: przeciwlotniczą, przeciwrakietową i przeciw satelitarną^{1/}. W skali średniego kraju, jakim jest Polska, obrona powietrzna będzie odnosiła się do elementu obrony przeciwlotniczej. Siła i efektywność obrony powietrznej w znacznej mierze będzie zależęć od zakresu stosowania nowoczesnych środków walki zbrojnej, mogących zwalać każdy współczesny SNP przeciwnika podczas jego lotu w przestrzeni powietrznej i od nowoczesności teorii użycia wojsk OP na współczesnym polu walki.

Tak jak inne formy działań bojowych, również obrona powietrzna jest w ciągłym rozwoju, zgodnie z rozwojem sztuki operacyjnej i taktyki oraz taktyki SNP potencjalnego przeciwnika, a także panującymi poglądami na ich użycie na danym teatrze działań wojennych.

W ostatnich latach obserwuje się szczególnie dynamiczny rozwój środków napadu powietrznego potencjalnego przeciwnika oraz metod i sposobów ich stosowania na współczesnym polu walki. Jednocześnie wzrasta nasycenie systemów obrony powietrznej nowoczesnymi środkami walki i środkami zabezpieczenia działań bojowych.

Z prognoz rozwoju taktyki i sztuki operacyjnej należy wnioskować, że działania bojowe w systemie obrony powietrznej będą się charakteryzowały dużym rozmachem, złożonością i dynamicznością. Będzie to w istotny sposób komplikować dowodzenie, a także wypracowywanie koncepcji, zasad i sposobów działań bojowych wobec przeciwnika powietrznego.

We współczesnych warunkach zwiększy się liczba i różnorodność informacji, których przeanalizowanie jest niezbędne do podejmowania decyzji z uwzględnieniem konieczności skrócenia czasu przezna-

1/ W. Pokruszyński, Współczesna obrona powietrzna i możliwe kierunki jej doskonalenia, Zeszyty naukowe ASG WP nr 3/54/ 1988, s.19.

czonego na ich wypracowanie. Czynnikiem determinującym właściwe działanie systemu obrony powietrznej jest czas oraz dokładność wysterowania środków walki na obiekty powietrzne przeciwnika. W tym celu wymagane jest wspólne użycie środków walki i środków radiotechnicznych w jednolitym systemie obrony powietrznej, a także automatyzacja /doskonalenie automatyzacji/ dowodzenia wojskami.

Kraj nasz, w przypadku konfliktu zbrojnego, stanie się obszarem intensywnego oddziaływania środków napadu powietrznego przeciwnika. Stąd też należy sądzić, że jednym z podstawowych problemów wojny, a w szczególności jej początkowego okresu, będzie najprawdopodobniej zapewnienie skutecznej osłony wojskom w okresie ich przegrupowania na terytorium Polski oraz skutecznej obrony ważnych obiektów wojskowych i administracyjnych.

W okresie konfliktu zbrojnego walkę ze SNP przeciwnika prowadzić mają, obok wojsk lotniczych i OP, także siły i środki wojsk OPL. Powstaje zatem problem nie tylko efektywnego wykorzystania tych sił w jednolitym systemie OP, ale także problem odpowiedniego użycia ich organicznych systemów rozpoznania radiolokacyjnego.

W związku z tym zachodzi potrzeba przeprowadzenia badań i naukowego opracowania koncepcji obiegu informacji radiolokacyjnej w procesie dowodzenia powyższymi siłami i środkami, z uwzględnieniem warunków ewentualnej przyszłej wojny.

Ponadto temat ten stanowi część szerszego, katedralnego tematu traktującego o całokształcie problematyki dotyczącej obrony powietrznej na terytorium kraju.

Na treść rozprawy składają się cztery rozdziały uzupełnione niezbędnymi załącznikami.

Rozdział pierwszy zawiera istotę problemu badawczego, cele badań, hipotezę roboczą oraz charakterystykę metod zastosowanych w procesie badawczym.

W rozdziale drugim przedstawiona została analiza wymagań stawianych informacji radiolokacyjnej w dowodzeniu wojskami w systemie OP. Uwzględniono również wpływ na rozpoznanie radiolokacyjne taktyki działania i możliwości czasowo-przestrzennych SNP przeciwnika oraz środków walki i radiolokacyjnych, działających w systemie OP. Pozwoliło to określić kierunek i zakres zmian parametrów informacji

o sytuacji powietrznej oraz potrzeby informacyjne w zakresie zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych środków walki.

W rozdziale trzecim zawarte są aktualne możliwości zbierania, opracowywania i przesyłania informacji podsystemów rozpoznania radiolokacyjnego poszczególnych rodzajów wojsk oraz możliwości sprzężenia systemów zautomatyzowanego dowodzenia wojsk radiotechnicznych w systemie OP.

Przeprowadzona analiza wymagań stawianych informacji o sytuacji powietrznej pod kątem potrzeb systemu dowodzenia i środków walki pozwoliła na dokładniejszą ocenę aktualnych możliwości wojsk radiotechnicznych w zakresie rozpoznania radiolokacyjnego podczas działań bojowych wojsk w systemie OP.

Uzyskane wyniki z oceny rozpoznania radiolokacyjnego stanowiły podstawę do określenia kierunków doskonalenia obiegu informacji radiolokacyjnej a poprzez to uzyskania zwiększenia możliwości zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych wojsk raketowych i lotnictwa myśliwskiego.

Rozdział czwarty stanowi finalną część pracy. Przedstawiono w nim propozycje obiegu informacji radiolokacyjnej z zastosowaniem urządzeń zautomatyzowanego systemu dowodzenia. Ponadto określone zostały kierunki doskonalenia tego systemu.

1. METODOLOGICZNE PODSTAWY PRACY

Złożoność procesu dowodzenia wymaga konieczności dokonywania wszechstronnych analiz i ocen będących podstawą opracowywania, weryfikacji oraz wyboru dopasowanych /racjonalnych/ sposobów wykorzystania potencjału bojowego sił i środków obrony powietrznej w walce z SNP przeciwnika.

Ważnym zagadnieniem jest racjonalne wykorzystanie potencjału bojowego wojsk radiotechnicznych działających w systemie OP, stanowiących główne źródło informacji o sytuacji powietrznej, mającej zasadniczy wpływ na efektywność dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej.

Wymagane jest ciągłe doskonalenie systemu radiolokacyjnego w zakresie jakości i ilości wydawanej przez niego informacji. Należy zaznaczyć, że zarówno ćwiczenia, jak i lokalne konflikty zbrojne nie odzwierciedlają wszystkich aspektów pola walki odpowiadających współczesnemu systemowi obrony powietrznej. Toteż konieczne i celowe jest zastosowanie nowoczesnych metod naukowych, pozwalających analizować i oceniać efektywność działań bojowych, a następnie doskonalić wykorzystanie sił i środków OP na współczesnym polu walki.

Przedział przyjętego w ramach tematu rozprawy obszaru zainteresowań badawczych określają: problem badawczy, cel i zakres badań oraz oczekiwany ich rezultat.

1.1. PROBLEMY BADAWCZE

Proces dowodzenia związkami taktycznymi /ZT/ i oddziałami /pododdziałami/ wojsk w systemie OP jest złożony. Wynika to z wielostronnych uwarunkowań natury organizacyjnej i technicznej.

Uwarunkowania te obejmują:

1. W sferze organizacyjnej:

- normatywne ustalenia określające sposób działania sił i środków Wojsk Lotniczych i OP, wojsk OPL w jednolitym systemie obrony powietrznej;

- jednolite zasady współdziałania jako dyrektywne wytyczne do planowania, organizacji i realizacji współdziałania;

- uzgodnienia organizacyjne i planistyczne zapewniające efektywne współdziałanie w trakcie przegrupowania wojsk sojusznicznych;

- kierowanie ogniem środków OPL przegrupowujących się wojsk ze stanowisk dowodzenia wojsk OP;
- organizacja systemu łączności w systemie OP;
- struktura i funkcjonowanie kanałów powiadamiania wojsk o przeciwniku powietrznym;
- struktura i funkcjonowanie obiegu informacji radiolokacyjnej /sytuacji powietrznej/ zapewniającego: wykorzystanie wszystkich przydatnych źródeł informacji; dostarczanie informacji o dużej jakości potrzebnej użytkownikom; wzajemną wymianę informacji między współdziałającymi SD; informacje o sytuacji i ugrupowaniu przegrupowujących się wojsk OPL na SD WLiOP; bezpieczeństwo własnego lotnictwa działającego w strefach ognia naziemnych środków walki.

2. W sferze technicznej:

- poziom automatyzacji procesu dowodzenia wojskami w systemie OP;
- możliwości sprzężenia zautomatyzowanych systemów dowodzenia, funkcjonujących w systemie OP, w zakresie wymiany informacji i powiadamiania;
- możliwości radiowych środków łączności wykorzystywanych w procesie dowodzenia, współdziałania i powiadamiania w systemie OP.

Dokładne określenie zakresu problemu badawczego wymagało przyjęcia następujących założeń wstępnych i ograniczeń:

1. Zakres zainteresowań badawczych obejmuje zagadnienia związane z tworzeniem struktury obiegu informacji radiolokacyjnej w ramach funkcjonowania systemu radiolokacyjnego składającego się z sił i środków wojsk radiotechnicznych, Wojsk Lotniczych i OP, Wojsk OPL. Struktura ta ma zapewnić otrzymywanie informacji o sytuacji powietrznej wykorzystywanej w procesie dowodzenia wojskami w systemie OP.

2. Zakres pojęcia "Informacja radiolokacyjna w procesie dowodzenia wojskami w systemie OP na terytorium RP" obejmuje:

- zdobywanie informacji radiolokacyjnej poprzez dostępne źródła informacji;
- realizację rozpoznania radiolokacyjnego w celu ujawnienia SNP i zamiaru działań przeciwnika powietrznego;
- zabezpieczenie radiolokacyjne dowodzenia /dotyczy informacji potrzebnej w dowodzeniu wojskami/;

- zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych wojsk rakietowych i lotnictwa myśliwskiego /dotyczy informacji potrzebnej do naprowadzania lotnictwa myśliwskiego i wskazywania celów dywizjom raketowym/;

- powiadamianie wojsk o działalności przeciwnika powietrznego;
- wymianę informacji o sytuacji powietrznej między odpowiednimi stanowiskami dowodzenia w ramach współpracy.

3. Zasadniczym obszarem poszukiwań doskonalszych rozwiązań w zakresie obiegu informacji radiolokacyjnej jest przede wszystkim sfera organizacyjna, w mniejszym zaś stopniu techniczna.

4. Nie ma konieczności uwzględniania w pracy zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych artylerii lufowej przeciwlotniczej z uwagi na zakres i możliwości jej działania.

5. Wypracowanie dopasowanej struktury obiegu informacji radiolokacyjnej wymaga:

- określenia parametrów informacji decydujących o jej wartości;
- określenia czynników i zbadania ich wpływu na wartość informacji;

- uwzględnienia wymagań dotyczących informacji radiolokacyjnej w odniesieniu do możliwości czasowo-przestrzennych SNP przeciwnika i środków walki wojsk własnych;

- analizy i oceny aktualnych możliwości zbioru i opracowania informacji radiolokacyjnej w procesie dowodzenia wojskami, w tym możliwości sprzężenia systemów zautomatyzowanego dowodzenia wojsk radiotechnicznych w systemie OP;

- określenie kierunków zmierzających do tworzenia racjonalnych struktur i funkcjonowania obiegu informacji radiolokacyjnej.

6. Przyjęto następujące oznaczenia i skróty:

- WLiOP - Wojska Lotnicze i Obrony Powietrznej;
- system /jednolity system/ obrony powietrznej /OP/ - obejmujący siły i środki WLiOP oraz wojsk OPL;
- WL-Wojska Lotnicze /Korpus Lotniczy - KL/;
- WOP-Wojska Obrony Powietrznej /Wojska OPK/;
- KOP-Korpus Obrony Powietrznej /Korpus OPK/.

W myśl przyjętych założeń wstępnych wyodrębnione zostały następujące problemy:

1. Analiza struktury organizacyjnej i możliwości aktualnego systemu rozpoznania radiolokacyjnego w zakresie zbierania i opracowywania informacji w procesie dowodzenia Wojskami Lotniczymi i OP oraz Wojskami OPL podczas realizacji obrony powietrznej na terytorium RP, w świetle możliwości SNP państw NATO, środków rozpoznania radiolokacyjnego i środków walki wojsk w systemie OP.

2. Ustalenie wymagań w zakresie:

a/ możliwości taktyczno-technicznych zautomatyzowanego systemu zbierania i opracowywania informacji radiolokacyjnej z punktu widzenia potrzeb stanowiska dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej;

b/ określenia sposobów zmierzających do racjonalnego wykorzystania możliwości bojowych wojsk radiotechnicznych, wojsk lotniczych i OP oraz wojsk OPL z uwzględnieniem najnowszych oraz perspektywicznych środków radiolokacyjnych, a także zautomatyzowanego zbioru i opracowania informacji radiolokacyjnej.

3. Opracowanie koncepcji obiegu informacji o sytuacji powietrznej w systemie zautomatyzowanym z wykorzystaniem środków radiotechnicznych Wojsk Lotniczych i OP, Wojsk OPL w systemie OP na terytorium Polski.

Należy podkreślić, że problem trzeci /zasadniczy/ jest powszechnie znany, lecz dotychczas nie uwzględniony lub uwzględniony cząstkowo w ćwiczeniach i treningach w ostatnich latach. Świadczy to o niepełnym wykorzystaniu potencjału bojowego wojsk lotniczych i OP oraz wojsk OPL działających w systemie OP.

Pomijanie, czy powierzchowne uwzględnianie tych problemów w praktyce może stanowić zasadnicze źródło małej sprawności dowodzenia wojsk w systemie OP.

1.2. CELE, ZAKRES I HIPOTEZA ROBOCZA

Z podjętych problemów badawczych wynika następujący cel badań:

Określenie sposobów zmierzających do racjonalnego wykorzystania możliwości bojowych wojsk radiotechnicznych, Wojsk Lotniczych i OP, wojsk OPL z uwzględnieniem najnowszych i perspektywicznych środków radiotechnicznych i zautomatyzowanego zbioru i opracowania informacji

radiolokacyjnej oraz udoskonalenie obiegu informacji radiolokacyjnej w procesie dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej na terytorium Polski.

Zakres i teren badań

Zainteresowania badawcze skupione zostały na następujących kierunkach realizacji procesu badawczego:

1. Studiowanie i analiza dokumentów normatywnych regulujących działania bojowe wojsk w jednolitym systemie OP.
2. Studiowanie i analiza literatury fachowej /regulaminów, instrukcji, podręczników, prac naukowych, czasopism itp./.
3. Studiowanie i analiza doświadczeń i wniosków z ćwiczeń prowadzonych wspólnie z Wojskami Lotniczymi i OP, Wojskami OPL.

Zakres problemów badawczych i realizowanego zgodnie z przyjętym celem procesu badawczego sprzyjały nadaniu całokształtu pracy cech poznawczych /opracowania teoretycznego/ oraz praktycznych /rozwiązania użytkowego/. W toku procesu badawczego wiele wysiłku włożono w opracowanie teoretyczne. Uwarunkowane było to koniecznością określenia wymagań stawianych parametrom informacji radiolokacyjnej, potrzebnych do przeprowadzenia poprawnej oceny możliwości informacyjnych ZT, pododdziałów wojsk radiotechnicznych oraz do udoskonalenia struktury i obiegu informacji o sytuacji powietrznej.

Badania empiryczne realizowane były w dowództwach, szefostwach WLiOP, wojsk OPL i korpusów OP /BRt/ oraz na PŁSD. Zarówno badania teoretyczne, jak i praktyczne wykonywane były w powiązaniu z istniejącymi ugrupowaniami bojowymi rodzajów wojsk i wojsk OPL.

Hipoteza robocza

Poczynione wstępne badania obiegu informacji radiolokacyjnej w procesie dowodzenia WLiOP oraz Wojskami OPL działającymi w jednolitym systemie obrony powietrznej naszego kraju prowadzą do wniosku, że obecnie obowiązujące w tym zakresie rozwiązania nie gwarantują efektywnego wykorzystania radiolokacyjnych systemów rozpoznania przeciwnika powietrznego tych rodzajów wojsk.

Przede wszystkim jest zbyt małe wykorzystanie systemu rozpoznania radiolokacyjnego wojsk OPL w jednolitym systemie OP.

Uważam, że dzięki odpowiednim przedsięwzięciom natury strukturalnej można wydatnie zwiększyć efektywność wykorzystania podsystemów rozpoznania radiolokacyjnego tych rodzajów wojsk, a tym samym zapewnić sprawniejsze dowodzenie nimi na terytorium RP.

1.3. METODY BADAWCZE

Do rozwiązania wymienionych problemów zastosowane zostały następujące metody naukowo-badawcze:

- analizy;
- analizy systemowej;
- syntezy, porównania i uogólnienia;
- obserwacji;
- badania opinii /sądów/;
- modelowanie teoretyczne.

Obiektem badań są wojska działające w jednolitym systemie, co determinuje konieczność stosowania systemowych metod badawczych.

Podstawową metodą umożliwiającą ocenę sprawności działań bojowych wojsk radiotechnicznych w systemie OP, a także integrującą różne metody badawcze, jest analiza systemowa. Rozumiana jest ona w pracy jako metoda sposobu podejścia i metoda sposobu działania. Za analizą systemową jako zasadniczą metodą badawczą przemawiają głównie następujące okoliczności:

1. Wojska Lotnicze i OP oraz Wojska OPL prowadzą działania bojowe w określonych systemach i mają prowadzić w jednolitym systemie OP.

2. Systemy WLiOP oraz WOPL składają się z określonych, dających się wyodrębnić, elementów.

3. Systemy WLiOP, WOPL mają określone uwarunkowania zewnętrzne.

4. Istnieje określona zależność między funkcjonowaniem poszczególnych systemów jako całości, a funkcjonowaniem ich elementów. Taka relacja wystąpi również w jednolitym systemie OP.

5. Badania systemu prowadzi się z reguły na modelach, ponieważ nie ma możliwości uwzględnienia wszystkich jego uwarunkowań zewnętrznych i wewnętrznych w praktyce szkoleniowej w czasie ćwiczeń.

Podejście systemowe pozwoliło: ustalić, że badane wojska radiotechniczne poszczególnych rodzajów wojsk i wojsk OPL tworzą systemy radiolokacyjne będące elementami w jednolitym systemie OP; ustalić elementy podsystemów i istotnych związków między nimi /jako ogniw w obiegu informacji/ wydających informację wymaganej jakości /określenie wymagań/; zanalizować organizację i struktury podsystemów i jednolitego systemu OP; zanalizować funkcję i wypracowanie schematu funkcjonowania systemu radiolokacyjnego OP /obiegu informacji o sytuacji powietrznej/; określić kierunki doskonalenia systemu radiolokacyjnego.

Podejście systemowe w zakresie strukturalnym umożliwiło zbadanie /określenie/ powiązań między stanowiskami dowodzenia systemu OP. Dotyczy to zarówno powiązań wewnątrz poszczególnych podsystemów /WLiOP, WOPL/ jak również w ramach jednolitego systemu OP. Pozwoliło to: wyselekcjonować informację potrzebną dla danego elementu systemu; określić zakres /skład i ilość/ informacji potrzebnych w procesie dowodzenia, współdziałania, wymiany informacji i powiadamiania.

W zakresie funkcjonalnym podejście to dało możliwość określenia i oceny wykonania zadań dotyczących zabezpieczenia radiolokacyjnego przez poszczególne podsystemy radiolokacyjne w odniesieniu do zadań wykonywanych przez jednolity system OP. Obejmowało ono również analizę i ocenę ogniw zdobywania i opracowywania informacji o sytuacji powietrznej oraz kanałów przekazywania informacji. Pozwoliło też określić kierunki i sposoby polepszenia parametrów informacji wykorzystywanej w procesie dowodzenia.

Natomiast w zakresie informacyjnym pozwoliło, w ujęciu myślowym, wyodrębnić proces informacyjny z procesu dowodzenia, dla skupienia się na zasadniczym problemie rozprawy, jakim jest doskonalenie obiegu informacji o sytuacji powietrznej. W oparciu o ogólną teorię informacji została przeprowadzona w ramach procesu zdobywania informacji radiolokacyjnej /o sytuacji powietrznej/, analiza i ocena źródeł informacji, użytkowników informacji oraz kanałów łączności między nimi z uwzględnieniem ich struktur. Wynikiem tej analizy było ustalenie roli /przydatności/ każdego badanego elementu /systemu OP/.

Podejście to dało podstawę do wyciągnięcia wniosków w zakresie zastosowania aktualnie istniejących i ujętych w prognozie urządzeń zautomatyzowanego systemu dowodzenia.

Synteza była konieczna do formułowania końcowych wniosków w oparciu o dane otrzymane w toku analizy. Jest ona ściśle związana z porównaniem i uogólnieniem.

Synteza jako metoda, łącznie z porównaniem i uogólnieniem, umożliwiła otrzymanie następujących danych:

1. Zakres wpływu SNP państw NATO na rozpoznanie radiolokacyjne.
2. Określenie wymagań dotyczących informacji radiolokacyjnej w odniesieniu do możliwości czasowo-przestrzennych środków walki wojsk własnych i SNP przeciwnika.
3. Określenie stopnia spełnienia wymagań stawianych informacji radiolokacyjnej przez środki radiotechniczne /RLF/.
4. Zakres sprzężenia systemów wojsk radiotechnicznych w systemie OP.
5. Określenie parametrów informacji radiolokacyjnej znacznie gorszych od wymaganych a mających znaczący wpływ na wartość informacji. Następnie znalezienie czynników mających wpływ na te niedomagania, jak również elementów systemu, które trzeba doskonalić, aby poprawić parametry informacji.

Można powiedzieć, że metody te umożliwiły określić kierunki doskonalenia podsystemu radiolokacyjnego, aby wydawana przez niego informacja spełniała potrzeby stawiane przez system dowodzenia.

Metoda obserwacji przeprowadzona była w formie bezpośredniej i pośredniej. Bezpośrednio był sprawdzony tok zbierania, opracowywania, gromadzenia i przekazywania informacji na SD: krt, brt i BRT. Dokonano sprawdzenia: czasu opracowywania i przesyłania informacji w relacji SD krt - SD brt, SD krt - SD BRT, SD brt - SD BRT; wykonywania pelengacji /triangulacji/ źródeł zakłóceń; opracowania informacji o celach nisko lecących, sposobu wykorzystania informacji radiolokacyjnej na PłSD OP.

Metoda obserwacji pośredniej realizowana była w oparciu o dane z kontroli obiegu informacji radiolokacyjnej przeprowadzonej przez szefostwo WRT OP i dowództwo BRT oraz dane zawarte w opracowaniach naukowych.

Metoda badania opinii /sądów/ była realizowana przede wszystkim poprzez wywiady z dowódcami jednostek, ze specjalistami w zakresie urządzeń radiolokacji i automatyzacji oraz z operacyjnymi odpowiednikami stanowisk dowodzenia. W oparciu o tę metodę badawczą można było uściślić i zweryfikować pewne dane otrzymane w toku badań oraz uzyskać ze strony respondentów ocenę dotyczącą trafności wyciąganych wniosków.

Końcowym etapem pracy było opracowanie modelu teoretycznego w postaci uproszczonego schematu obiegu informacji o sytuacji powietrznej, uwzględniającego połączenie systemów radiolokacyjnych WLiOP oraz WOPL w jednolitym systemie OP.

Z uwagi na to, że oparto się na realnych siłach i środkach poszczególnych wojsk radiotechnicznych, rozwiązanie zasadniczego problemu pracy może mieć zastosowanie w ramach doskonalenia realnego systemu radiolokacyjnego.

2. WYMAGANIA STAWIANE INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ W DOWODZENIU WOJSKAMI OBRONY POWIETRZNEJ

Zanim zostaną przedstawione wymagania stawiane informacji, należy zastanowić się czym jest ta informacja. Samo pojęcie informacji nie doczekało się dotąd powszechnie akceptowanej definicji. Do najpopularniejszych ujęć należą: "Informacja jest informacją, a nie materią ani energią" oraz "Informacja jest nazwą treści zaczerpniętej ze świata zewnętrznego, w miarę jak się do niego dostosowuje i jak przystosowujemy doń swoje zmysły" /N.Wiener/; "W cybernetyce nazywa się informacją wszelkie działanie fizyczne, któremu towarzyszy działanie psychiczne" /L.Couffignal/; "Informacją nazywamy wielkość abstrakcyjną, która może być przechowywana w pewnych obiektach, przesyłana między pewnymi obiektami, przetwarzana w pewnych obiektach i stosowana do sterowania pewnymi obiektami, przy czym przez obiekty rozumie się organizmy żywe, urządzenia techniczne oraz systemy tych obiektów" /A.Mazurkiewicz/.

Do celów praktycznych wygodna jest następująca definicja /Piotr Sienkiewicz/: "Informacje to zbiór faktów, zdarzeń, cech obiektów itp. zawartych w określonej wiadomości, tak ujęty i podany w takiej formie, że pozwala odbiorcy ustosunkować się do zaistniałej sytuacji i podjąć odpowiednie działania umysłowe lub fizyczne".

Informacje można klasyfikować według dziedzin wiedzy /np. społeczna, biologiczna, techniczna, ekonomiczna, wojskowa/, według fizycznego charakteru wydobywania /np. wzrokowa, słuchowa, a także według właściwości metrologicznych /pomiarowych/.

Informacja, w wyniku przekształceń może przyjmować różne struktury, takie jak np.: naturalna, unormowana, kompleksowa, zdekomponowana, uogólniona, dyskretna, kodowana /w postaci cyfrowej/, pierwotna, wtórna. Szczególne znaczenie dla współczesnych systemów informacyjnych ma cyfrowa postać informacji, która z kolei przyjmuje postać sygnału elektrycznego.

Z technicznego punktu widzenia celowe jest rozpatrywanie następujących form informacji:

- informacja parametryczna, występująca najczęściej w postaci wyników pomiarów jako zbiory liczbowych ocen wartości mierzonych wielkości;

- informacja topologiczna, dogodna w opisie obrazów i sytuacji, przedstawiona w postaci form geometrycznych, obrazów przestrzennych itp.;

- informacja abstrakcyjna, którą stanowią formuły matematyczne, uogólnione obrazy i pojęcia.

Ogólnie można powiedzieć, że informacja, która niewiedzę użytkownika częściowo lub całkowicie redukuje bądź zaspokaja jego uświadomione lub nieuświadomione potrzeby informacyjne, jest - z punktu widzenia użytkownika - pożądana. Ważność informacji dla użytkownika zależy: od problemu, czyli określonej sytuacji informacyjnej /im ważniejsze jest zadanie informacyjne, tym informacja uzyskana w czasie jego zrealizowania jest ważniejsza/; od efektywności systemu informacyjnego realizującego dany proces informacyjny /jeśli system zapewnia otrzymanie informacji pełnej, dokładnej i aktualnej, to informacja ta przedstawiać będzie dla użytkownika większe wartości, niżli byłaby to informacja niepełna, niedokładna i nieaktualna/. Z tego widać, że wartości informacji wiążą się z zagadnieniem efektywności systemów informacyjnych.

Reasumując dotychczasowe rozważania dotyczące informacji, można sformułować następujące wnioski:

1/ informacje są obiektem badań który podlega pomiarowi, a więc charakteryzują je zarówno cechy jakościowe, jak i cechy ilościowe;

2/ informacje są środkiem zaspokajania określonych potrzeb informacyjnych;

3/ procesy informacyjne realizowane są w określonych systemach działania;

4/ nie istnieje informacja "in abstracto", lecz jedynie informacja dla określonego systemu /biologicznego, społecznego, technicznego, dowodzenia itp./.

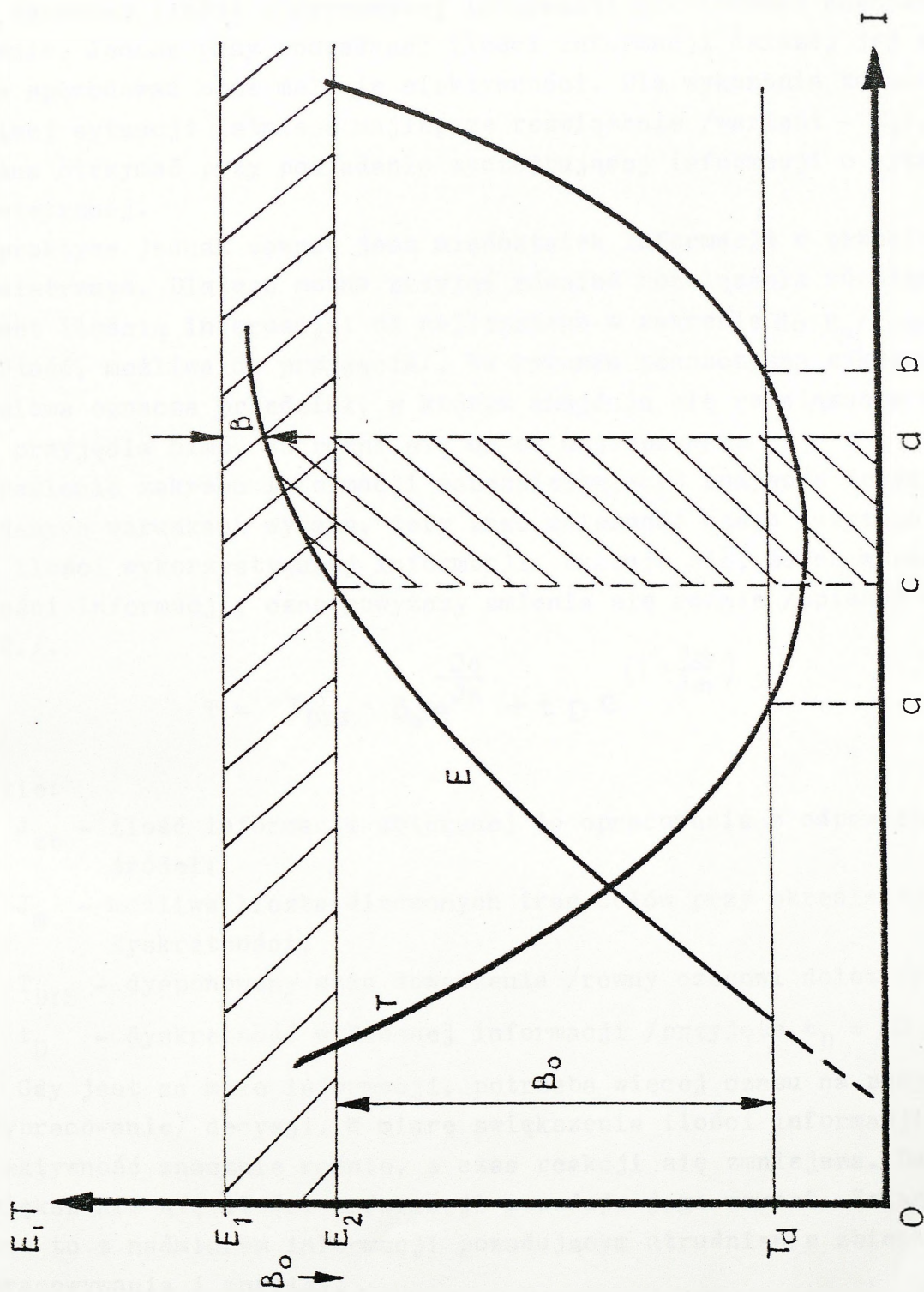
Skuteczność dowodzenia zależy między innymi od poprawności decyzji, zorganizowanego systemu dowodzenia, stopnia jego automatyzacji i czasu reakcji. Decyzje dowódcy w systemie obrony powietrznej dotyczące prowadzenia działań bojowych w ramach operacji przeciwpowietrznej, stanowią podstawę do planowania i realizacji wszystkich przedsięwzięć mających na celu wykonanie zadania. Bardzo często pisze się i mówi, że decyzja powinna być podjęta we właściwym czasie, zgodnie z przewidywanym rozwojem sytuacji i wszechstronnie uzasadniona. Osiągnięcie tego jest związane z wykonaniem

wielu zadań składających się na treść dowodzenia. Jednym z nich jest nieprzerwane zdobywanie, opracowywanie, zobrazowywanie i realizowanie danych o sytuacji powietrznej. Zadanie to zaliczane jest do najbardziej złożonych i trudnych. Polega ono na ciągłym, we właściwym czasie i wymaganym zakresie, zabezpieczeniu stanowiska dowodzenia w wiarygodną informację o położeniu i stanie przeciwnika, wojsk własnych, a także o warunkach prowadzenia działań bojowych /operacji/. Od realizacji tego zależy: trafność wniosków z oceny sytuacji, aktualność i zasadność podjętych decyzji, jakość planowania działań bojowych /operacji/ i efektywność użycia sił i środków. Do wykonania każdego zadania dowodzenia jest potrzebna określona ilość /zakres/ informacji o wymaganej wartości. Zwiększenie czy zmniejszenie ilości danych nie prowadzi do jednoznacznej zmiany skuteczności podjętej decyzji i zużytego na to czasu. Zależność między efektywnością dowodzenia /E/ a także zużytym na podejmowanie decyzji czasem /T/ i ilością wykorzystywanej informacji /I/ jest pokazana na rys.1 i opisana wzorem:

$$E = E_{\max} \left[1 - B_0 e^{-\frac{J_0}{J_n}} \right] \quad /2.1/$$

- E_{\max} - efektywność "idealna" dowodzenia;
- B_0 - początkowa entropia /po wprowadzeniu informacji/;
- J_n - zadana liczba celów powietrznych w nalocie /zadana liczba celów do zniszczenia/;
- J_0 - ilość informacji możliwa do uzyskania /liczba celów, o których przekazywana jest informacja o wymaganej jakości/.

Ilencja entropii i B=0,8
Auto Warunki e



Rys.1. Zależność efektywności i czasu dowodzenia od ilości informacji.

Ze wzrostem ilości otrzymywanej informacji efektywność dowodzenia rośnie. Jednak przy posiadanej ilości informacji dalszej jej zwiększenie spowodować może malenie efektywności. Dla wykonania zadania w dowolnej sytuacji istnieje najlepsze rozwiązanie /wariant - E_1 /, które można otrzymać przy posiadaniu wyczerpującej informacji o sytuacji powietrznej.

W praktyce jednak zawsze jest niedostatek informacji o przeciwniku powietrznym. Dlatego można przyjąć również rozwiązania różniące się nawet ilością informacji: od najlepszego w zakresie do E_2 /graniczna wartość, możliwa do przyjęcia/. Na rysunku płaszczyzna zakreskowana - pozioma oznacza przedział, w którym znajdują się rozwiązania możliwe do przyjęcia mimo, że różni się on od najlepszego.

Określenie zakresu informacji zabezpieczającej podjęcie decyzji w danych warunkach wymaga, żeby znać zależność czasu zużytego na to, od ilości wykorzystywanej informacji. Okazuje się, że ze wzrostem ilości informacji, czas powyższy zmienia się różnie /opisany wzorem 2.2./.

$$T = T_{DYS} \cdot B_0 e^{-\frac{J_0}{J_n}} + t_D e^{(1 - \frac{J_{zb}}{J_m})} \quad /2.2/$$

gdzie:

J_{zb} - ilość informacji zbieranej do opracowania z odpowiednich źródeł;

J_m - możliwa liczba śledzonych tras celów przy określonej dyskretności;

T_{DYS} - dysponowany czas dowodzenia /równy czasowi dolotu/;

t_D - dyskretność wydawanej informacji /przyjęto $t_D = 10$ s/.

Gdy jest za mało informacji, potrzeba więcej czasu na podjęcie /wypracowanie/ decyzji. W miarę zwiększenia ilości informacji efektywność znacznie rośnie, a czas reakcji się zmniejsza. Dalsze zwiększenie się ilości informacji powoduje jego wzrost. Związane jest to z nadmiarem informacji powodującym utrudnienie zbierania, opracowywania i analizy.

Jeżeli czas podjęcia decyzji jest ograniczony / T_g /, to dowolny zakres informacji w przedziale a-b można uważać za wystarczający, ponieważ zabezpiecza przyjęte rozwiązanie w dopuszczalnym okresie. Jednak koniecznym tylko będzie ten zakres informacji, który znajduje się w przedziale c-d, to znaczy zabezpiecza podjęcie skutecznej

decyzji w niezbędnym czasie.

W odniesieniu do odpowiedniego systemu dowodzenia /organa dowodzenia/ znając powyższe zależności, można drogą eksperymentów i obliczeń ustanowić zakres informacji, konieczny do efektywnego rozwiązania każdego zadania dowodzenia w wymaganym czasie. Ponadto zależności powyższe mogą być wykorzystane dla: organizacji i budowy systemów informacyjnych; uzasadnienia struktury informacyjnej w zautomatyzowanych systemach dowodzenia wojskami i innych zadań informacyjnego zabezpieczenia procesu dowodzenia; przy planowaniu przedsięwzięć w zakresie zwiększenia żywotności, niezawodności i odporności na zakłócenia pracy środków zbierania, opracowywania, przekazywania i zobrazowania informacji. Niedociągnięcia w pracy tych środków prowadzą do utraty bądź opóźnienia części informacji, a w następstwie do obniżenia efektywności dowodzenia.

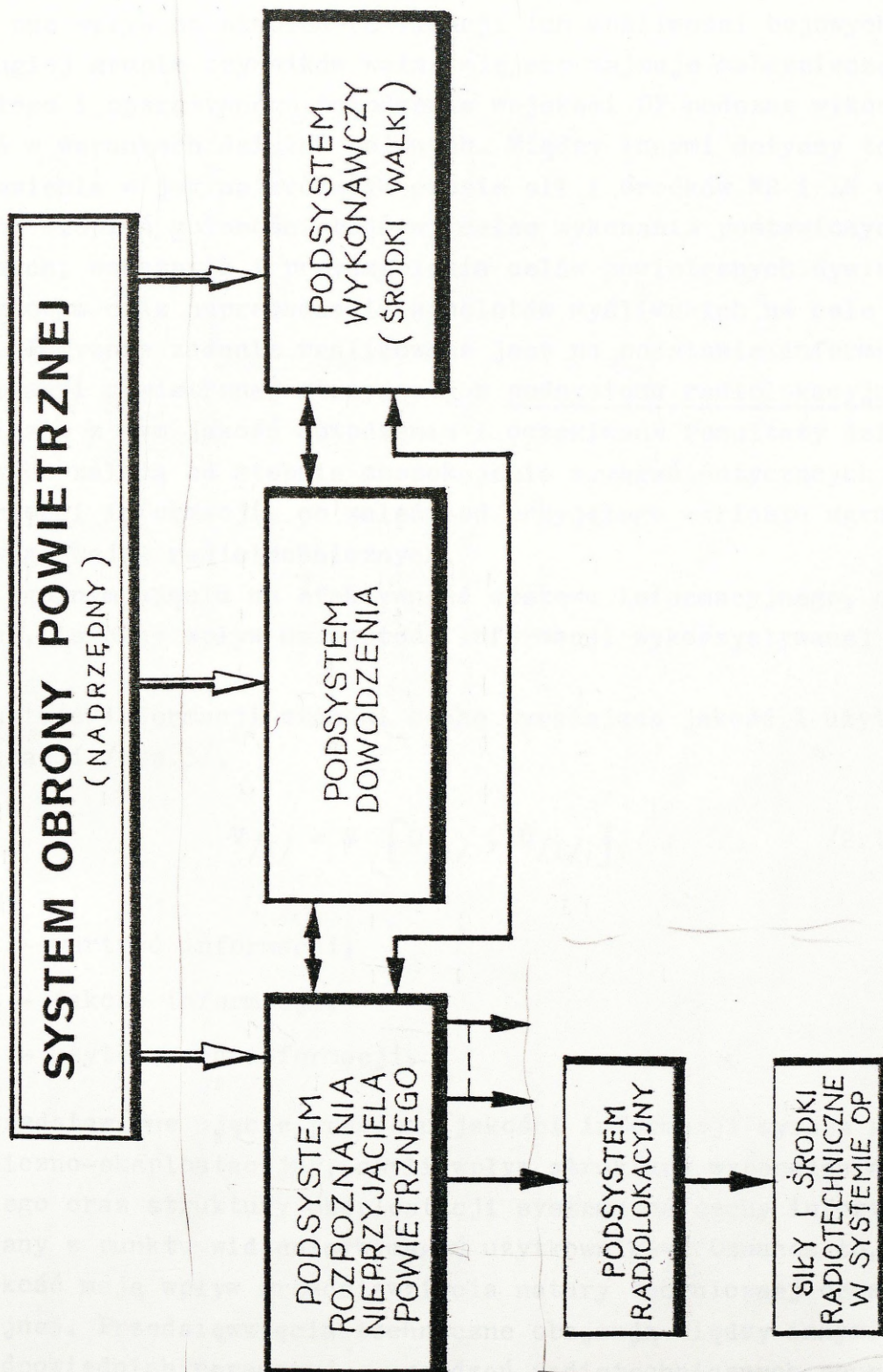
2.1. ANALIZA WARTOŚCI INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ W SYSTEMIE OBRONY POWIETRZNEJ

W systemie obrony powietrznej można wyodrębnić następujące podsystemy: podsystem rozpoznania przeciwnika powietrznego; podsystem dowodzenia i podsystem wykonawczy /środków walki/.

System obrony powietrznej /OP/ można przedstawić w postaci następującego modelu /rys.2/.

W skład podsystemu rozpoznania nieprzyjaciela powietrznego wchodzi podsystem radiolokacyjny obejmujący siły i środki WRt w systemie OP /WLiOP oraz WOPL/. Podstawowym zadaniem powyższego podsystemu jest zdobywanie, opracowywanie i dostarczanie podsystemowi dowodzenia i środków walki, informacji o sytuacji w obszarze obserwacji przestrzeni powietrznej /nad terytorium kraju i w pobliżu jego granic/. Obszar obserwacji przestrzeni powietrznej /otoczenie/ stanowić może miejsce znajdowania się SNP przeciwnika oraz własnych środków walki.

Efektywność użycia wojsk raketowych /WR/ i lotnictwa myśliwskiego /LM/ w systemie obrony powietrznej w działaniach zależy od wielu czynników. Jedne z nich bezpośrednio wpływają na rezultaty działań bojowych uwarunkowane ilościowym posiadaniem sił i środków oraz ich możliwościami.



Rys.2. Miejsce podsystemu radiolokacyjnego w systemie OP.

Drugie dotyczą przygotowania do działań i dowodzenia wojskami - mają one wpływ na stopień realizacji ich możliwości bojowych. W drugiej grupie czynników ważne miejsce zajmuje zabezpieczenie ciągłego i operatywnego dowodzenia wojskami OP podczas wykonywania zadań w warunkach działań bojowych. Między innymi dotyczy to: postawienia w jak najkrótszym czasie sił i środków WR i LM w odpowiedni stopień gotowości bojowej celem wykonania postawionych zadań bojowych, wskazania i przydzielenia celów powietrznych dywizjom raketowym oraz naprowadzania samolotów myśliwskich na cele powietrzne. Powyższe zadanie realizowane jest na podstawie informacji o sytuacji powietrznej otrzymanej z podsystemu radiolokacyjnego. W związku z tym jakość dowodzenia i oczekiwane rezultaty działań bojowych zależą od stopnia zaspokojenia wymagań dotyczących ilości i wartości informacji, co zależy od przyjętego wariantu ugrupowania bojowego wojsk radiotechnicznych.

W ogólnym ujęciu na efektywność systemu informacyjnego, oprócz ilości, istotny wpływ ma wartość informacji wykorzystywanej w systemie.

Wartość informacji stanowi cechę wyrażającą jakość i użyteczność informacji /rys.3/.

$$V_{/I/} = V [Q_{/I/}, U_{/I/}] ; \quad /2.1.1/$$

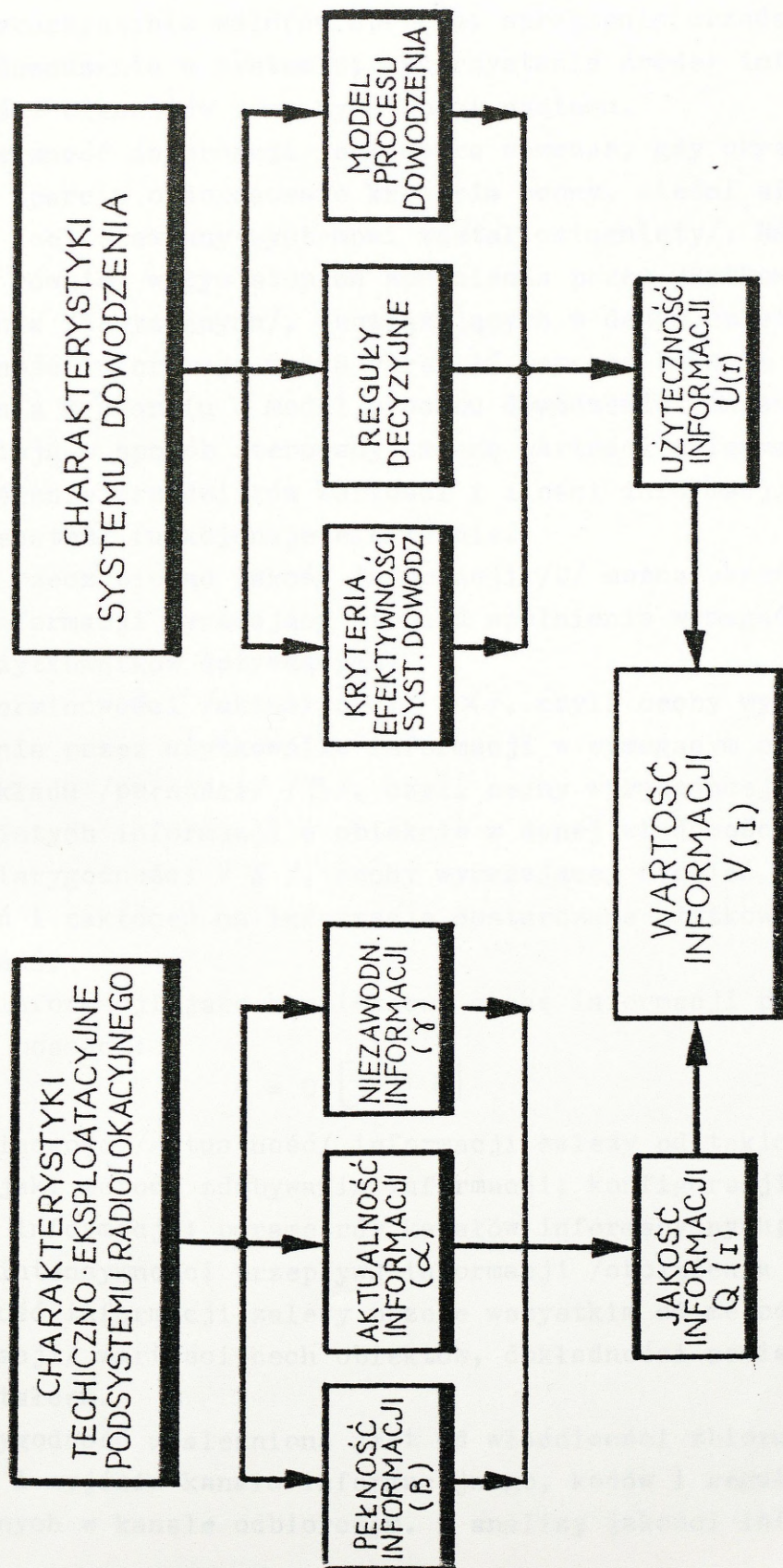
gdzie:

V_I - wartość informacji;

Q_I - jakość informacji;

U_I - użyteczność informacji.

Przedstawione ujęcie problemu jakości informacji wyraża aspekt techniczno-eksploatacyjny, czyli wpływ struktury wyposażenia technicznego oraz struktury eksploatacji systemu na cechy informacji, oceniany z punktu widzenia wymagań użytkowników. Oznacza to, że na jakość mają wpływ przedsięwzięcia natury technicznej oraz eksploatacyjnej. Przedsięwzięcia techniczne obejmują między innymi osiągnięcie odpowiednich parametrów urządzeń radiotechnicznych poprzez zastosowanie nowoczesnych rozwiązań w okresie projektowania i produkcji oraz zabiegi doskonalące w okresie eksploatacji. Aspekt eksploatacyjny obejmuje przedsięwzięcia organizacyjne w zakresie:



Rys.3. Schemat analizy systemowej procesów informacyjnych.

doboru i rozmieszczenia w ugrupowaniu bojowym sprzętu radiotechnicznego; wykorzystania walorów sprzętu; sprzężenia urządzeń zautomatyzowanego dowodzenia w systemie; wykorzystania źródeł informacji; niezawodności elementów oraz żywotności systemu.

Użyteczność informacji jest dobra wówczas, gdy określona informacja w oparciu o dopasowane kryteria oceny, mieści się w przedziale żądanym /cel stawiany systemowi został osiągnięty/. Na jej użyteczność ma również wpływ stopień spełnienia przez użytkowników zasad dowodzenia /decyzyjnych/, obowiązujących w danym czasie.

Użyteczność informacji można określić poprzez badanie efektywności dowodzenia w oparciu o model procesu dowodzenia. Badania na modelu umożliwiają w sposób sterowany zmianę wartości informacji i poprzez to określenie przedziałów wartości i ilości informacji, przy których model /system/ funkcjonuje efektywnie.

Ogólnie rzecz biorąc jakość informacji /Q/ można określić jako cechę informacji wyrażającą stopień spełnienia wymagań stawianych przez użytkowników dotyczących:

a/ terminowości /aktualności/ / α /, czyli cechy wyrażającej fakt otrzymania przez użytkownika informacji w wymaganym czasie;

b/ składu /pełności/ / β /, czyli cechy wyrażającej zawartość rzeczowych informacji o obiekcie w danej wiadomości;

c/ wiarygodności / γ /, cechy wyrażającej stopień wpływu zniekształceń i zakłóceń na informacje dostarczane użytkownikowi w danej wiadomości.

Jakość informacji jako kompleksową cechę informacji przedstawić można w postaci:

$$Q = Q [\alpha \beta \gamma] \quad /2.1.2/$$

Terminowość /aktualność/ informacji zależy od takich charakterystyk jak: metody zdobywania informacji; konfiguracji sieci przesyłania informacji; parametrów kanałów informacyjnych; niezawodności sieci; intensywności przepływu informacji /obciążenia systemu/.

Pełność informacji zależy przede wszystkim od metod pomiaru /obserwacji/ wartości cech obiektów, dokładności pomiaru stopnia zniekształceń.

Wiarygodność uzależniona jest od właściwości zbioru sygnałów na wejściu i wyjściu kanału informacyjnego, kodów i reguł decyzyjnych stosowanych w kanale odbiorczym. Z analizy jakości informacji można

sformułować następujący wniosek: wartość informacji jest tym większa, im większa jest jej pełność /większy udział informacji pożądanej/, aktualność/mniejsze opóźnienie/ i wiarygodność.

Użyteczność informacji $U_{/I/}$ ustala się ze względu na problem decyzji oraz kryterium decyzji. Oznacza to, że informacja użyteczna to tyle, co informacja użyteczna dla określonego decydenta stosującego ją wobec pewnego problemu decyzyjnego i uwzględniającego określone kryterium decyzji.

W odniesieniu do przedstawionego systemu OP, podstawowym zadaniem bojowym środków walki jest zniszczenie celów powietrznych działających w ich strefach rażenia. Przy czym przez zniszczenie należy rozumieć takie uszkodzenie, przy którym cel nie jest w stanie wykonać swojego zadania bojowego.

Każde oddziaływanie systemu wykonawczego na cel powietrzny powinno być poprzedzone działaniami systemu rozpoznania w zakresie wydania informacji o sytuacji powietrznej, o jakości zapewniającej skuteczne wykonanie wszystkich zadań siłami w systemie OP. Dla zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych środków walki konieczne jest spełnienie podstawowego wymogu: wydanie takiej informacji o obiektach powietrznych, której ilość i wartość zabezpieczy pełną realizację ich możliwości w zakresie maksymalnej liczby ostrzelań /przez LM i WR w systemie OP/ za okres nalotu.

Wówczas efektywność użycia bojowego wojsk radiotechnicznych, analogicznie jak efektywność WR i LM, można oceniać według stopnia zgodności realnych możliwości WRt w zakresie wydania informacji o obiektach powietrznych z wymaganą jakością i ilością informacji o obiektach, które mogą być obezwładnione przez system wykonawczy.

Kryterium oceny efektywności użycia bojowego WRt $/K_{WRt}/$ przedstawia wyrażenie:

$$K_{WRt} = \begin{cases} \frac{M_{WRt}}{Nz} & \text{przy } M_{WRt} < Nz \\ 1 & \text{przy } M_{WRt} \geq Nz \end{cases} \quad /2.1.3/$$

gdzie: $M_{WRt} = \sum_{j=1}^{iz} P_{WRt_j}$ /2.1.4/

P_{WRt_j} - prawdopodobieństwo wydania informacji o każdym j-tym celu z wymaganą jakością;

M_{WRt} - ilościowe możliwości wydania informacji o wymaganej jakości;
 Nz - zadana liczba celów do ostrzelania przez PZR lub samoloty myśliwskie.

Kryterium K_{WRt} jest zgodne w formie i treści z kryterium efektywności systemu OP $/E_{OP}/$. W wyniku tego można ocenić wpływ efektywności różnych wariantów użycia bojowego WRt na efektywność działań bojowych WR i LM i pododdziałów zakłóceń:

$$E_{OP}^{WRt} = K_{WRt} \cdot E_{OP} \quad /2.1.5/$$

gdzie: E_{OP}^{WRt} - efektywność działań bojowych WR, LM i pododdziałów zakłóceń w systemie OP z uwzględnieniem przyjętego wariantu użycia bojowego WRt.

Kryterium K_{WRt} /w tym przypadku jako współczynnik/ charakteryzuje stopień realizacji oczekiwanych rezultatów działań bojowych. Jakość informacji o sytuacji powietrznej w systemie OP można określić na podstawie wskaźników prawdopodobieństwa, do których między innymi można zaliczyć:

a/ terminowość wykrywania celów i przekazywania informacji o nich - oznacza wykrywanie obiektów odpowiednio przed potrzebną rubieżą informacji radiolokacyjnej - może być oceniana wskaźnikiem prawdopodobieństwa terminowego wykrywania każdego celu;

b/ ciągłość śledzenia celu, rozumiana jako ciągłe obserwowanie radiolokacyjne każdego wykrytego obiektu w przeciągu czasu wymaganego dla wykonania zadań naprowadzania - oceniane na podstawie wskaźnika prawdopodobieństwa ciągłego śledzenia każdego celu;

c/ dokładność informacji, przedstawiająca sobą wielkość błędu określania współrzędnych położenia każdego wykrytego i śledzonego obiektu powietrznego - oceniana na podstawie wskaźnika prawdopodobieństwa określania współrzędnych położenia celu z zadaną dokładnością;

d/ pełność informacji - obejmuje wydanie danych z ustaloną dyskretnością i oceniana jest na podstawie wskaźnika prawdopodobieństwa "obsługiwania" każdego celu.

Wymienione wskaźniki prawdopodobieństwa określające jakość informacji, a także współczynniki K_{WRt} i M_{WRt} w każdym wariantcie użycia bojowego WRt zależą od następujących czynników: charakteru działań przeciwnika powietrznego; możliwości bojowych różnych typów przeciw-

lotniczych zestawów raketowych /PZR/ i samolotów myśliwskich; poziomu przygotowania zmian bojowych SD związków, oddziałów WR i LM; ugrupowania bojowego WRt i parametrów strefy informacji radiolokacyjnej; odporności na zakłócenia środków rozpoznania radiolokacyjnego; żywotności ugrupowań bojowych WRt w warunkach ogniowego oddziaływania przeciwnika.

Na zakończenie należałoby stwierdzić, że za pomocą teoretycznych i doświadczalnych współczynników można określić wpływ na jakość informacji radiolokacyjnej odpowiednich czynników.

2.2. WPŁYW TAKTYKI DZIAŁANIA I MOŻLIWOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNYCH SNP PAŃSTW NATO NA JAKOŚĆ INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ W PROCESIE DOWODZENIA WOJSKAMI W SYSTEMIE OBRONY POWIETRZNEJ

Państwa NATO zwracają szczególną uwagę na zwiększenie możliwości lotnictwa w pokonywaniu obrony powietrznej przeciwnika. Równoległe z doskonaleniem środków walki są wypracowywane nowe sposoby działań lotnictwa. Determinowane jest to /jak twierdzą "Zachodni"/ wzrostem złożoności pokonywania systemów obrony powietrznej w warunkach specyfiki Europejskiego Teatru Wojny /ETW/, z uwagi na pojawienie się nowych, doskonalszych środków walki z samolotami w powietrzu, zwiększeniem możliwości stacji radiolokacyjnych oraz doskonaleniem systemów ostrzegania i dowodzenia.

W pokonywaniu systemu OP nadal obowiązują następujące sposoby: obejście zasadniczych ugrupowań bojowych systemu obrony powietrznej; skryte przenikanie do obiektu uderzeń; przełamanie ugrupowania obrony powietrznej. Wybór jednego z powyższych sposobów zależy przede wszystkim od złożoności systemu OP i możliwości bojowych lotnictwa NATO. Uwzględniając współczesne i perspektywiczne środki obrony powietrznej i napadu powietrznego oraz warunki ETW przewiduje się przewagę sposobu przełamania ugrupowania OP. W państwach NATO przeważa pogląd, że pokonanie systemu OP państw Układu Warszawskiego wymagać będzie przede wszystkim obezwładnienia przynajmniej do 80 % środków OP w procesie przełamania. Przewiduje się również kompleksowe zastosowanie taktycznych metod i sposobów obniżenia skuteczności oddziaływania środków OP - w tym poprzez zabiegi przeciwradiolokacyjne.

Działania przeciwradiolokacyjne przeciwnika obejmują przede wszystkim: zmniejszanie powierzchni skutecznej odbicia SNP /samolotów/; stosowanie zakłóceń radiolokacyjnych; lot na małych i bardzo małych wysokościach; manewr przeciwradiolokacyjny /kursem, wysokością, prędkością, szykiem i ugrupowaniem lotnictwa w powietrzu/; sposób oddziaływania ogniowego.

Działania przeciwradiolokacyjne przeciwnika mają znaczący wpływ na jakość informacji radiolokacyjnej.

2.2.1. Wpływ zmniejszania skutecznej powierzchni odbicia celów na jakość informacji radiolokacyjnej

Wielkość skutecznej powierzchni odbicia celów powietrznych ma znaczący wpływ na zasięg oraz prawdopodobieństwo ich wykrywania, tym samym na strukturę przestrzenną strefy informacji radiolokacyjnej, tworzonej przez system radiolokacyjny obrony powietrznej. Wpływ na zasięg wykrywania można obliczyć za pomocą uproszczonego wzoru na zasięg wykrywania RLS:

$$D_{\max} = \sqrt[4]{E_s \cdot \sigma_c} \quad /2.2.1/$$

E_s - potencjał energetyczny RLS;

σ_c - skuteczna powierzchnia odbicia obiektu powietrznego /powierzchnia, od której odbija się fala elektromagnetyczna/.

Kilkakrotne zmniejszenie skutecznej powierzchni odbicia powoduje kilkudziesięcioprocentowe zmniejszenie możliwości wykrywania obiektów powietrznych przez stację radiolokacyjną /zawężenie strefy informacji radiolokacyjnej/ pod względem odległości.

Minimalne i maksymalne wartości skutecznej powierzchni odbicia dla podstawowych grup środków napadu powietrznego przeciwnika w zależności od zakresu częstotliwości RLS zostały przedstawione w załączniku 1.

W państwach NATO realizuje się zmniejszenie skutecznej powierzchni odbicia między innymi poprzez: ulepszenie konfiguracji samolotów; zastosowanie w konstrukcji samolotów materiałów kompozytorowych /zamiast tradycyjnych metali/, które nie odbijają fal elektromagnetycznych; wykonanie bardzo efektywnych pokryć maskujących, tłumiących lub rozpraszających energię sygnałów radiolokacyjnych; zmniejszenie liczby anten. Zastosowanie elektronicznych maszyn cyfrowych do obli-

czeń modeli samolotów perspektywicznych i najnowszych osiągnięć z zakresu technologii pozwoliło na kilkakrotne /i więcej/ zmniejszenie skutecznej powierzchni odbicia samolotów. Samoloty B-52 i F-4, mają powierzchnie skuteczne odbicia odpowiednio 20-25 m² i do 8 m². Natomiast samoloty F-14 i F-15, przy których konstruowaniu wykorzystano EMC, mają powierzchnie skuteczne odbicia około 3 m². Skuteczne powierzchnie odbicia samolotów najnowszej generacji: F-16 wynosi do 1,7 m²; samolotów bombowych - B-1A i B-1B odpowiednio wynoszą - do 10 m² i do 1-3 m² /dla RLS zakresu cm/.

Zastosowanie odpowiednich pokryć maskujących może zmniejszyć prawie dwukrotnie zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnych.

W Stanach Zjednoczonych opracowano plan zbudowania "niewidzialnego" /wg programu Stealth/ samolotu o specjalnym kształcie. Na jego budowę wykorzystane będą materiały pochłaniające lub tłumiące fale radiowe.

Zakłada się, że zmniejszenie powierzchni skutecznej odbicia będzie zasadniczym kierunkiem działania w wojskowym przemyśle lotniczym w latach dziewięćdziesiątych. Potwierdzeniem tego są programy dotyczące opracowania i wdrożenia do produkcji najbardziej priorytetowych aparatów latających różnych klas o małej widzialności. Odnosi się to do samolotu bombowego B-2, samolotu myśliwskiego F-117 i rakiety skrzydlatej ACM.

Technologie współczesne poprzez program "STEALTH" pozwalają zmniejszyć powierzchnię skuteczną odbicia samolotów prawie do 70 % w porównaniu z samolotami o konstrukcji tradycyjnej. Przy tym zasięg wykrywania takiego samolotu zmniejszy się o jedną trzecią /zgodnie z wyrażeniem 2.2.1/.

Z uwagi na prognozowane w latach dziewięćdziesiątych masowe zastosowanie przez państwa NATO samolotów mało widzialnych, nasuwa się problem przeciwdziałania im. Toteż zasadniczą sprawą tych lat będzie zwiększenie odległości wykrywania radiolokacyjnego aparatów latających mało widzialnych.

Kierunki działań w zakresie rozwiązania tego problemu przedstawione zostały w IV rozdziale rozprawy.

2.2.2. Wpływ lotu obiektów powietrznych na małych wysokościach na jakość informacji radiolokacyjnej

Z oceny potencjalnego przeciwnika powietrznego państw NATO wynika, że lotnictwo uderzeniowe działać będzie podczas pokonywania obrony powietrznej, wykonując loty na małych i bardzo małych wysokościach /ok. 70 % SNP w nalocie/ i na wąskich odcinkach frontu, wykorzystując elementy zaskoczenia taktycznego jaki daje możliwości skrytego podejścia do celu.

Lot na małych wysokościach jest sposobem przeciwdziałania ogniwo OP, stawianym na pierwszym miejscu. Sposób ten jest doskonalony na ćwiczeniach i szkoleniach, jest obowiązujący we wszystkich państwach NATO. Ostatnio dla każdego typu samolotu wypracowuje się optymalne warunki lotu. W celu zmniejszenia wysokości i zwiększenia prędkości lotu instalowane są na samolotach specjalne, zautomatyzowane systemy kierowania lotem z uwzględnieniem rzeźby terenu i omijania przeszkód.

Doświadczenia wojen lokalnych wskazują, że system OP lepiej pokonać obniżając wysokość lotu samolotu niż zwiększając jego prędkość. Najbardziej prawdopodobnymi wysokościami pokonywania stref rażenia wojsk raketowych OP, które zapewniają dostatecznie wysokie bezpieczeństwo, są wysokości w granicach 70 - 150 m^{2/}.

Zastosowanie powyższego sposobu w ewentualnej przyszłej wojnie będzie miało znaczący wpływ na sprawność procesu rozpoznania sytuacji powietrznej przez podsystem radiolokacyjny systemu OP. Spowoduje to po pierwsze: - niedobór informacji o SNP przeciwnika /lub brak/, w wyniku "skurczenia się" zewnętrznej granicy strefy informacji radiolokacyjnej i jej "nieszczelności" na małych wysokościach, spowodowany ograniczonymi możliwościami zasięgowymi środków radiolokacyjnych i wpływem rzeźby terenu. W konsekwencji nastąpi znaczne zmniejszenie zasięgu i prawdopodobieństwa wykrywania oraz przerwy /lub niemożliwości/ w śledzeniu celów powietrznych oraz pogorszenie jakości opracowywanej informacji - tym samym mogą zmniejszyć się możliwości podsystemu radiolokacyjnego w zakresie zabezpieczenia informacyjnego działań bojowych środków walki. Po drugie - spowoduje skrócenie

2/ Poglądy na prowadzenie operacji powietrznej na terytorium PRL przez siły powietrzne państw NATO, DWOPK, 1986, s.36.

czasu dolotu T_{dol} /dysponowanego/ SNP, który determinuje stopień gotowości bojowej pododdziałów /oddział, ZT/ wojsk radiotechnicznych, gdyż czas osiągania przez nie gotowości do wykonywania zadań bojowych T_g nie może być większy od czasu dolotu celów do określonych rubieży, czyli $T_g < T_{dol}$.

Wartość liczbowa czasu dolotu w tym przypadku można obliczyć na podstawie zależności:

$$T_{dol} = \frac{D_{wykr.} + d_{poz.}}{v_c} - t_{op} \quad /2.2.2/$$

gdzie:

- $D_{wykr.}$ - zasięg wykrywania celów powietrznych przez dyżurne RLS na wysokości prawdopodobnego nalotu nieprzyjaciela;
- $d_{poz.}$ - odległość od pozycji dyżurnej RLS do zewnętrznej granicy strefy informacji danego pododdziału zabezpieczającego w informację proces naprowadzania LM lub wskazywania celów dywizjonom raketowym /pr, BR/;
- v_c - prędkość lotu celu;
- t_{op} - czas opóźnienia informacji liczony od chwili wykrycia celu do przejścia informacji o nim do SD danego pododdziału /ZT/.

Ważnym czynnikiem, który rzutuje na możliwości przeciwnika powietrznego w zakresie jego oddziaływania na terytorium Polski, są taktyczne promienie działania środków napadu powietrznego. Promienie działania współczesnych samolotów /raket/ na małych wysokościach są znacznie mniejsze od maksymalnych - osiąganych na wysokościach średnich i dużych - załącznik 1 rys.2. Promień taktyczny samolotu można obliczyć na podstawie wyrażenia:

$$d = R_t - D_t \quad /2.2.3/$$

gdzie:

- R_t - promień taktyczny działania samolotu, który wynosi:
 $0,5 D_t$ lub $0,4 - 0,35 D_{max}$;
- D_t - taktyczny zasięg lotu samolotu, który wynosi: $0,8 D_{max}$ - dla samolotów bombowych i $0,7 D_{max}$ - dla samolotów myśliwsko-bombowych;
- D - odległość od lotniska startu do obiektu uderzenia.

Z przedstawionych wielkości taktycznych promieni działania samolotów /załącznik 1, rys.2/ wynika, że: większość samolotów myśliwsko-bombowych z lotnisk RFN, wykonując lot na małej wysokości, może działać do rubieży BYDGOSZCZ-KALISZ; samoloty lotnictwa pokładowego mogą działać do rubieży GORZÓW WLK.-BYDGOSZCZ.

W przypadku nalotu powyższych samolotów ze zmiennym profilem lotu, będą mogły objąć swym zasięgiem cały obszar Polski.

2.2.3. Wpływ stosowania zakłóceń radioelektronicznych na jakość informacji radiolokacyjnej

Zakłócenia radioelektroniczne stanowią jeden ze skutecznych czynników obozwładnienia środków obrony powietrznej, w tym środków radiolokacyjnych. Amerykańska koncepcja walki radioelektronicznej, która jest doskonała i sprawdzana w czasie różnego rodzaju ćwiczeń, przewiduje dwa rodzaje osłony samolotów, tj. grupową oraz indywidualną. Dla pierwszej zostały skonstruowane specjalne samoloty wyposażone w aparaturę rozpoznania radioelektronicznego i urządzenia do zakłóceń aktywnych /EA-6B, F-105, F-4G i kolejne generacje jak EF-111 i F-16/. Do drugiej - zestawy środków osłony indywidualnej /samolotów i śmigłowców/ obejmują odbiorniki wykrywania i urządzenia do stosowania zakłóceń biernych i czynnych /umieszczone w specjalnych zasobnikach/. Samoloty specjalne według opinii specjalistów mogą realizować dwa podstawowe zadania: tworzenie stref zakłóceń z bezpiecznej odległości, tzn. spoza strefy rażenia środków OP; obozwładnianie radioelektroniczne przez włączenie do szyków bojowych samolotów zakłócających.

Przy nalotach znad morza strefy dyżerowania samolotów wyznacza się na przewidywanym kierunku przełamania OP poza zasięgiem ognia rakiet średniego zasięgu na wysokości 6000 m, w odległości 90-100 km od rejonu rozmieszczenia atakowanych obiektów. Gdy obiekty ataku znajdować się będą w głębi terytorium kraju, samoloty WRe będą wykonywały lot w składzie ugrupowania uderzeniowego lotnictwa, znajdując się na jego czele /kilka kilometrów przed/, nad lub poniżej ugrupowania. Zadaniem tych samolotów będzie tworzenie bezpiecznego pasa przelotu dla grupy uderzeniowej poprzez stosowanie zakłóceń czynnych i biernych oraz oddziaływanie ogniowe na stacje radiolokacyjne pociskami raketowymi. Po doprowadzeniu samolotów grupy ude-

rzeniowej do celu samoloty WRe mogą wykonywać manewr w celu ich wsparcia ze stref dyżerowania w określonych sektorach.

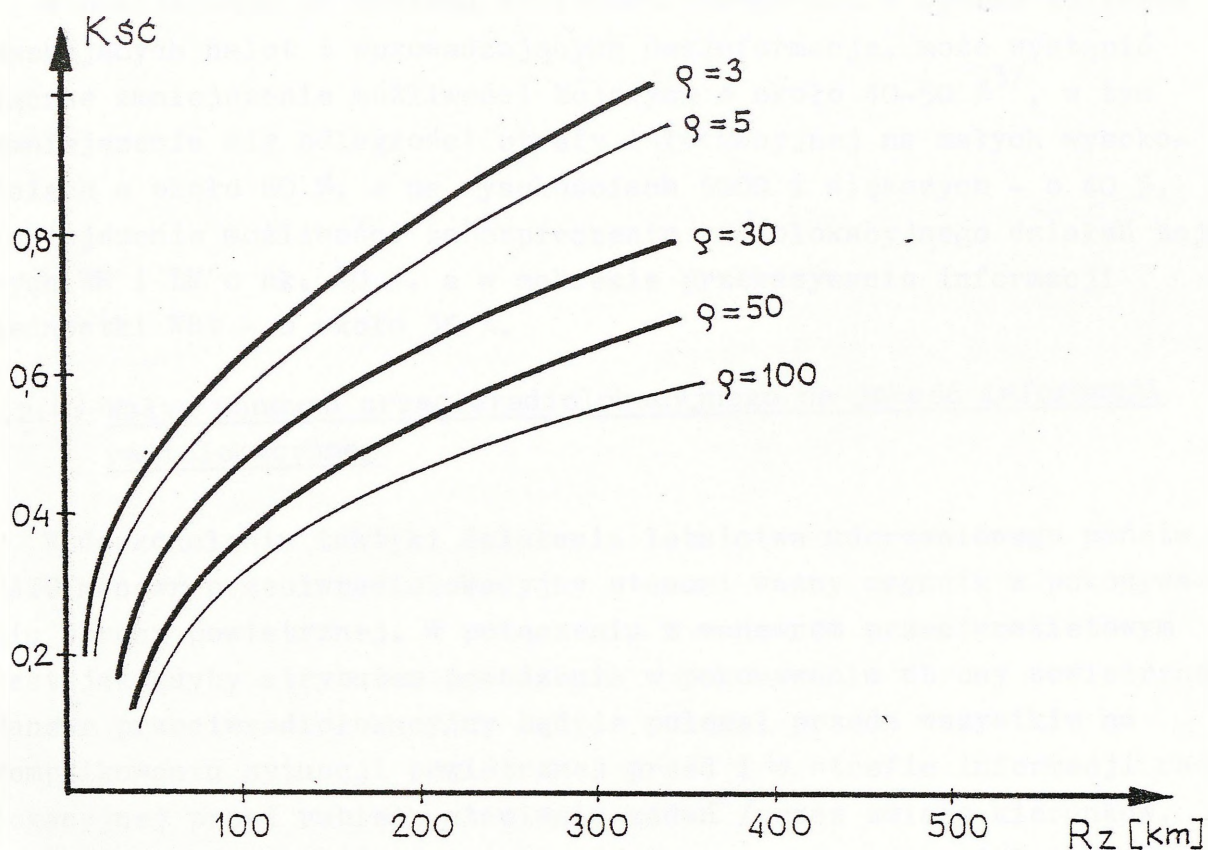
Najdogodniejszą wysokością do stosowania zakłóceń jest 5000 m. Trzy samoloty WRe mogą objąć efektywnymi zakłóceniami obszar w kształcie kwadratu o boku 120 km. Przy zmniejszeniu wysokości lotu zasięg zakłóceń znacznie maleje. Na wysokości 1500-1800 m zasięg spada do 12-15 km. Wówczas utrudnione będzie przede wszystkim określenie składu grupy, potrzebnego do wskazywania celów. Z tego wynika, że loty na małych i bardzo małych wysokościach ograniczają zakres zastosowania zakłóceń radioelektronicznych ze względu na małą skuteczność ich użycia.

Taktyka walki radioelektronicznej zmierza przede wszystkim do osłony własnych sił przy równoczesnym obozwładnieniu środków OP przeciwnika. To uwidacznia się w doskonaleniu i konstruowaniu nowych pocisków powietrze-ziemia /p-z/ samonaprowadzających się na źródło promieniowania. Duże znaczenie ma zagadnienie dezinformowania obrony powietrznej /systemu radiolokacyjnego OP/ oraz tworzenie warunków przewyższających możliwości informacyjne systemu radiolokacyjnego.

Szczególnie wysoką skuteczność tej formy działań uzyskać można poprzez stosowanie mini samolotów bezpilotowych. Przewiduje się wsparcie grupy samolotów uderzeniowych samolotami bezpilotowymi o różnym przeznaczeniu: jako cele pozorne, wyposażone we wzmacniacze echa radiolokacyjnego, do pozorowania ataku; wykonujące zadania rozpoznania; stosujące zakłócenia radiolokacyjne.

Kompleksowe użycie samolotów bezpilotowych może spowodować zmniejszenie możliwości informacyjnych systemu OP poprzez: jednoczesne działanie w zakresie stosowania zakłóceń radioelektronicznych; dodatkowo tworzenie dużej liczby celów fałszywych oraz niszczenie pracujących stacji radiolokacyjnych. Ponadto, w przypadku pozorowania ataku może spowodować mylne uruchomienie systemu OP.

Zakłócenia radiolokacyjne spowodują ściśnięcie /kompresję/ struktury przestrzennej strefy informacji radiolokacyjnej, a także powstawanie "dziur" /"luk"/ w strefie informacji. Wartość liczbowa ściśnięcia można uzyskać na podstawie zależności oraz wykresu /rys.4/.



Rys.4. Interpretacja graficzna zależności współczynnika ściśnięcia od odległości - od pozycji RLP do źródła zakłóceń /dla RLS-PRW 13, 9, 16/

$$K_{śc} = \frac{D_z}{D} = \frac{1}{\sqrt[4]{1 + A \frac{\rho}{R_z^2}}} \quad /2.2.4/$$

gdzie: $A = 77 \frac{G_{odb.} \cdot f \lambda^2}{N}$ - wielkość zależna od typu RLS;

ρ - widmowa gęstość mocy zakłóceń /W/ MHz/;

R_z - odległość od pozycji RLP do zakłóceń;

D_z, D - odległość wykrywania RLS z oddziaływaniem i bez oddziaływania zakłóceń szumowych;

$K_{śc}$ - współczynnik ściśnięcia strefy informacji radio-
lokacyjnej.

W odniesieniu do systemu radiolokacyjnego OP, w wyniku zakłóceń maskujących nalot i wprowadzających dezinformacje, może wystąpić łączne zmniejszenie możliwości bojowych o około 40-50 %^{3/}, w tym zmniejszenie się odległości strefy informacyjnej na małych wysokościach o około 60 %, a na wysokościach 5000 i większych - o 40 %, zmniejszenie możliwości zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych WR i LM o ok. 40 %, a w zakresie przekazywania informacji jednostki WRt - o około 35 %.

2.2.4. Wpływ manewru przeciwradiolokacyjnego na jakość informacji radiolokacyjnej

W doskonaleniu taktyki działania lotnictwa uderzeniowego państw NATO manewr przeciwradiolokacyjny stanowi ważny czynnik w pokonywaniu obrony powietrznej. W połączeniu z manewrem przeciwrakietowym jest jak gdyby atrybutem powodzenia w pokonywaniu obrony powietrznej. Manewr przeciwradiolokacyjny będzie polegał przede wszystkim na komplikowaniu sytuacji powietrznej przed i w strefie informacji radiolokacyjnej przed rubieżą stawiania zadań /przez zmianę kierunków, wysokości, prędkości lotu, zmianę szyku w ugrupowaniu lub ugrupowania/, aby w końcowym efekcie jakość i ilość informacji wydanej wojskom rakietowym i lotnictwu myśliwskiemu OP nie zapewniały skutecznego ich działania.

Formy tego rodzaju manewru mogą w najbliższej przyszłości być różne. Jedną z nich jest manewr kursem /kilkakrotna zmiana kierunku lotu/ z jednoczesnym niżaniem lotu. Może to spowodować okresowe zanikanie śledzonych celów, a poprzez to utrudnić opracowanie i analizę informacji radiolokacyjnej.

Drugą formą manewru może być stopniowe niżanie lotu do wysokości, na której system radiolokacyjny ma minimalne możliwości w zakresie wykrywania i śledzenia obiektów powietrznych. Trzecią formą manewru może być zmiana szyku samolotów na różnych etapach lotu i rozśrodkowany sposób wchodzenia samolotów w strefę wykrywania posterunków radiolokacyjnych. Odstępy i odległości między samolotami a grupami zwiększa

3/ Biuletyn informacyjny nr 4/131/, MON 1979, s. 159.

się do granic widzialności wzrokowej. Przelot na małej wysokości stwarza możliwości skrytego zbliżania się do celu ataku. Natomiast rozdzielenie się celów grupowych na mniejsze grupy lub pojedyncze samoloty w chwili wejścia w strefę informacji systemu radiolokacyjnego, spowodować może przeciążenie tego systemu w opracowywaniu napływającej informacji.

Kolejnym manewrem, na który obecnie zwraca się dużą uwagę w programach szkoleniowych, jest zagęszczenie szyków samolotów przed wejściem grupy w strefę informacji radiolokacyjnej, aby stwarzało to trudności w ustaleniu składu grupy i utrudniało naprowadzanie samolotów myśliwskich i wskazywanie celów dywizjom raketowym systemu OP. Połączenie powyższego manewru z tak zwanym przemiennym wyprzedzaniem lub "źmijką", ze zmianą miejsca prowadzącego i prowadzonego unieвозмоżliwić może przejście stacji radiolokacyjnych na automatyczne śledzenie celu /dotyczy to przede wszystkim stacji naprowadzania raket/.

Manewr prędkością jest mniej skuteczny. Znaczący wpływ ma jedynie na czas śledzenia wykrytego celu powietrznego, lecącego na małej wysokości, z uwagi na mały zasięg wykrywania przez RLS. Manewry przeciwradiolokacyjne stosowane przez przeciwnika na małej wysokości lotu celów powietrznych mają największy wpływ na efektywność użycia WRT obrony powietrznej /na wartość wydawanej informacji/. Zachodzi konieczność uwzględniania tego w procesie doskonalenia /tworzenia/ systemu radiolokacyjnego.

2.3. WPŁYW MOŻLIWOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNYCH ŚRODKÓW WALKI WLIOP ORAZ WOPL NA JAKOŚĆ INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ W PROCESIE DOWODZENIA

Miernikiem możliwości bojowych środków walki będących na uzbrojeniu wojsk działających w systemie OP jest oczekiwany rezultat działań bojowych wyrażony przewidywaną liczbą zniszczonych środków napadu powietrznego oraz miejscem i czasem, w których granicach został osiągnięty. Miejsce w przestrzeni i czas osiągnięcia oczekiwanego rezultatu działań bojowych stanowią istotny element treści zadania bojowego stawianego pułkom lotniczym i dywizjom raketowym. Możliwości jego wykonania są więc zdeterminowane możliwościami czasowo-

przestrzennymi zestawów raketowych będących na uzbrojeniu pododdziałów raketowych oraz możliwościami czasowo-przestrzennymi będących aktualnie na uzbrojeniu samolotów myśliwskich.

Wykorzystanie w pełni posiadanych możliwości czasowo-przestrzennych środków walki nie zawsze jest możliwe. Wynika to m.in. z ograniczonych możliwości zabezpieczenia radiolokacyjnego ich działań przez wojska radiotechniczne.

2.3.1. Wpływ możliwości czasowo-przestrzennych samolotów MiG-23MF, MiG-21 bis, MiG-29 na jakość informacji radiolokacyjnej

Proces zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych LM jest złożony. Na jego skuteczność ma wpływ wiele czynników. Między innymi skuteczność ta zależy od stopnia spełnienia wymagań w zakresie parametrów przestrzennych strefy informacji radiolokacyjnej, stawianych wojskom radiotechnicznym przez LM.

Duże znaczenie ma precyzyjne określenie wymagań w odniesieniu do zadań bojowych wykonywanych przez LM. Wymaga to uwzględnienia elementów mających zasadniczy wpływ na możliwości czasowo-przestrzenne samolotów w zakresie wykonania danego zadania bojowego. Wariantowanie wymagań zależnie od wykonywanych zadań umożliwi lepsze /dopasowane/ wykorzystanie możliwości bojowych zarówno środków walki, jak i zabezpieczenia. W praktyce często przyjmuje się jeden "sztywny" wariant w określeniu wymagań, co może mieć odbicie w mniejszej skuteczności obrony powietrznej. Toteż celowym staje się przedstawienie ważniejszych czynników mających znaczny wpływ na możliwości czasowo-przestrzenne samolotów w odniesieniu do wykonywanych zadań bojowych. Umożliwić to może dostarczenie informacji radiolokacyjnej stanowiskom dowodzenia środkami walki, bardziej dopasowanej do warunków działań bojowych.

Określenie przestrzeni bojowego oddziaływania samolotów myśliwskich jest celowe z punktu widzenia zadań bojowych wykonywanych w tej przestrzeni i wymaga każdorazowo konkretnego podejścia. Przestrzeń ta, inna dla każdego typu samolotu, zależy od ilości i rodzaju paliwa, wariantu uzbrojenia, składu grupy, warunków startu i lądowania,

warunków lotu, a w tym zwłaszcza od profilu lotu i zakresu stosowanych prędkości. Te natomiast zależą od rodzaju i sposobu wykonania zadania bojowego przez konkretny samolot.

Poza przestrzenią parametrem determinującym możliwości bojowe jest czas wykonania zadań bojowych przez samolot w danym punkcie przestrzeni oddziaływania bojowego. Na czas ten wpływają między innymi następujące możliwości czasowe samolotów: czasy startu; prędkość wznoszenia i charakterystyki naboru wysokości oraz zniżania, zakres dysponowanych prędkości lotu, możliwości rozpędzenia i hamowania, możliwości uzbrojenia oraz możliwości dyżurowania w powietrzu.

Do podstawowych możliwości czasowo-przestrzennych charakteryzujących samoloty MiG-21 bis, MiG-23MF i MiG-29, stanowiących podstawę do określenia wymagań dla wojsk radiotechnicznych, można zaliczyć: taktyczny promień działania; wysokościowy zakres lotu, warianty naboru wysokości; prędkościowy zakres lotu, charakterystyki rozpędzania.

Można wnioskować, że wartości liczbowe wskaźników czasowo-przestrzennych samolotów myśliwskich nie są stałe. Zmieniać się będą w określonym przedziale zależnie od warunków w jakich wykonywane będą zadania bojowe. Toteż realizacja tych zadań wymaga między innymi różnych potrzeb w zakresie informacji radiolokacyjnej. Dotyczy to zarówno jej ilości, jak i jakości.

Bliższa analiza tych wskaźników pozwoli precyzyjniej określić potrzeby informacyjne w dowodzeniu środkami walki, w tym informacji radiolokacyjnej.

2.3.1.1. Wpływ promienia taktycznego samolotów MiG-21 bis, MiG-23MF i MiG-29 na jakość informacji radiolokacyjnej

Realna wartość liczbową promienia taktycznego R_T jest ściśle związana z określonym zadaniem bojowym i warunkami jego wykonania. Określając warunki lotu, można dokonać obliczeń R_T . Promienie działania samolotów: MiG-21 bis, MiG-23MF przedstawione są w załączniku 2 rys.1.2, a MiG-29 na rys.6, 6a i rys.5.

Przedstawione tabele i wykres sporządzone zostały bez uwzględnienia zapasu na walkę powietrzną /wykonanie zadania bojowego/. Wpływ wykonywanego zadania na wartość promienia taktycznego można przedstawić w oparciu o przykładowe dwa warianty warunków lotu podczas przechwytywania celów powietrznych:

a/ wariant 1 - lot na małych wysokościach z dwiema raketami bez zbiorników dodatkowych /H=500 m/ samolotu MiG-23MF /rys.3 załącznik 2/;

b/ wariant 2 - lot na dużych wysokościach i w stratosferze na przechwycenie celu z przedniej półsfery, dwiema raketami bez zbiorników dodatkowych samolotu MiG-23MF /rys.4 załącznik 2/.

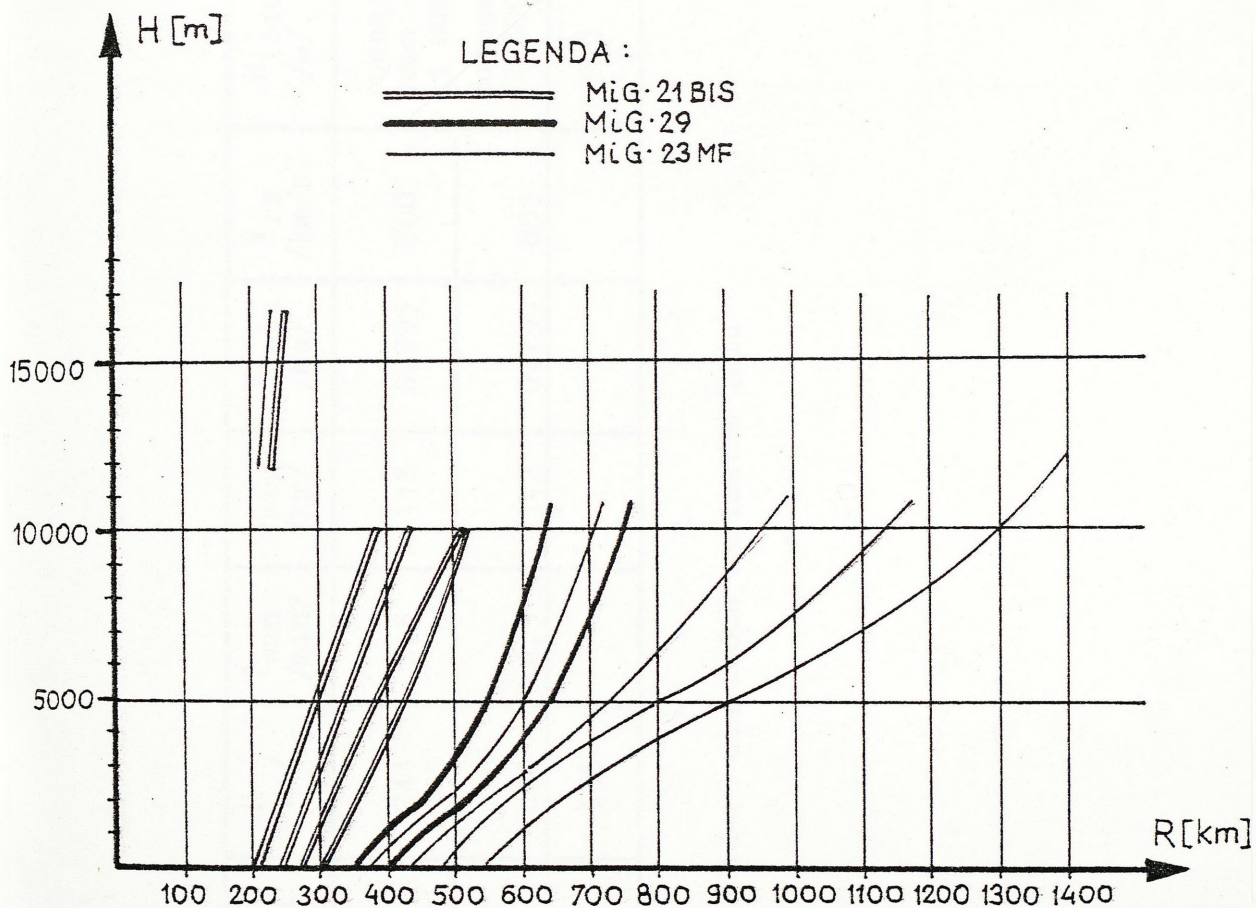
Zależność promienia taktycznego samolotów MiG-21 bis, MiG-23MF i MiG-29 w zależności od wysokości lotu /przy uwzględnieniu 7 minut walki powietrznej na małych wysokościach i uwzględnieniu rozpędzania na wysokościach stratosferycznych/ przedstawiony jest na wykresie /rys.6b/.

Weźmy pod uwagę, że przeciętnie omawiane typy samolotów w reżimie maksymalnego dopalania zużywają 10-15 razy, w reżimie maksymalnych obrotów silnika 3-4 razy więcej paliwa niż przy locie w reżimach ekonomicznych^{4/}, co powoduje, że każda minuta na tych zakresach pracy silnika w sposób zasadniczy limituje wartość R_T . Wykorzystanie tych reżimów w walce jest koniecznością. W aspekcie stałego rozwoju poglądów na współczesną walkę powietrzną, a zwłaszcza grupową walkę manewrową, ocena dysponowanego paliwa na wykonanie zadania bojowego jest kwestią trudną. Wynika to z trudności przeprowadzenia kalkulacji czasu współczesnej walki powietrznej, pozwalającego efektywnie użytkować posiadane uzbrojenie. Praktycznie więc taktyczny promień działania określa się dokonując kompromisu między potrzebami przestrzennymi bojowego oddziaływania, a czasowymi potrzebami prowadzenia walki powietrznej pozwalającymi efektywnie użytkować uzbrojenie.

Na podstawie powyższych rozważań można przyjąć, że efektywna przestrzeń bojowego oddziaływania samolotów typu MiG-29 podczas wykonywania typowych zadań myśliwskich zależna będzie od wysokości i określona promieniem taktycznym zawartym w granicach dla MiG-29 195-650 /115-450, bez zbiornika zapasowego/ km, dla samolotu MiG-23MF 165-250 km, a dla samolotu MiG-21 bis - 80-200 km.

Z przedstawionych wielkości promieni taktycznych na małych wysokościach wynika, że są większe niż zasięgi wykrywania RLS. Jedyne promień taktyczny MiG-21 jest porównywalny z zasięgami wykrywania

4/ Samolot MiG-23MF na H=500 m zużywa w ciągu minuty około 850 l paliwa w locie z maksymalnym dopalaniem i około 210 l paliwa w locie przy maksymalnych obrotach silnika, podczas gdy przy prędkości ekonomicznej 56,5 l.



Rys.5. Wykres promieni działania samolotów MiG-21bis, MiG-23MF i MiG-29 /w oparciu o rys.1 i 2 - załącznik 2 i rys.6/

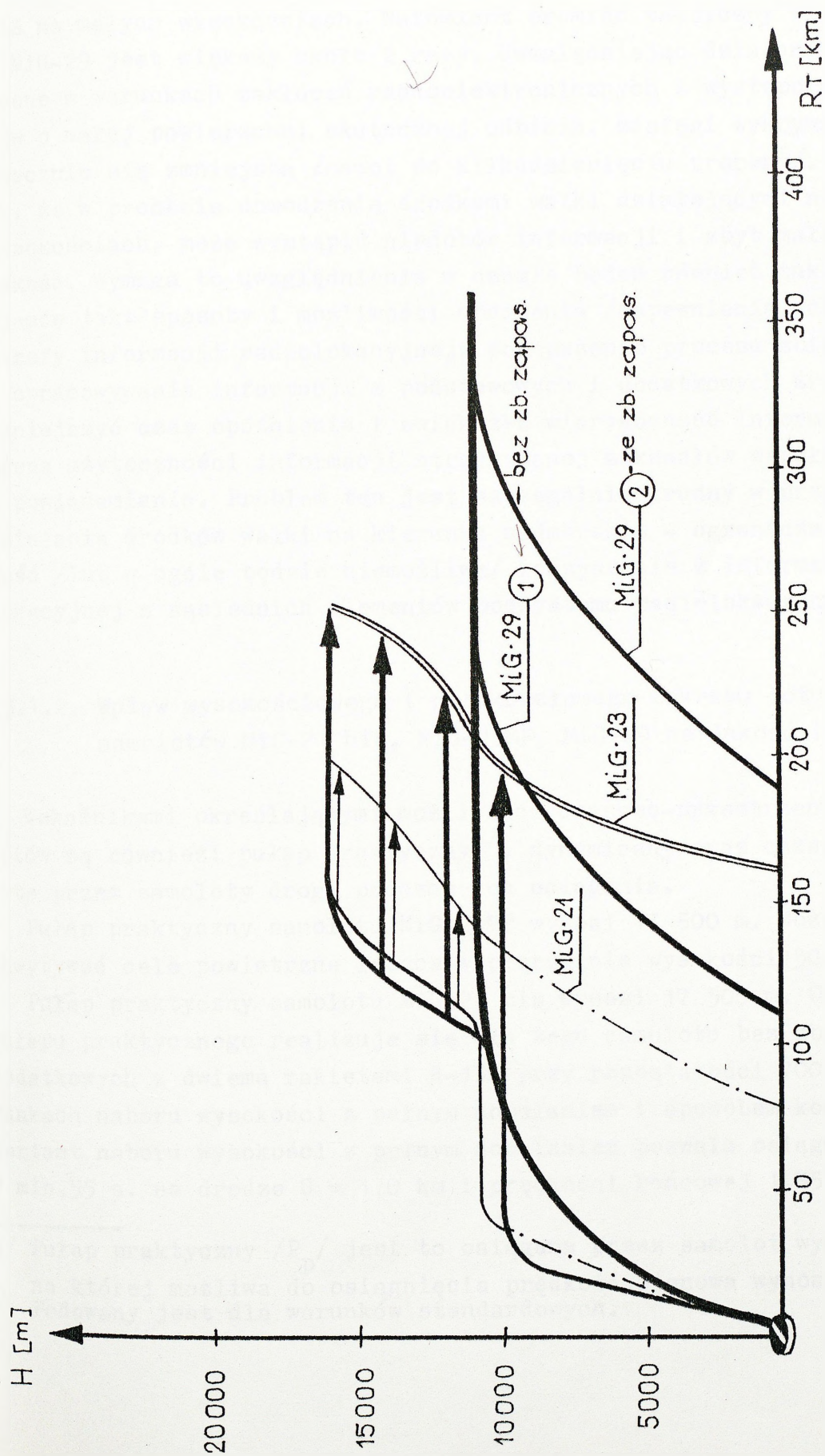
Lp.	Wariant uzbrojenia i napełniania paliwem	R /km/	T _{wzn} /min/	L _{wzn} /km/	V _{lotu} /Ma/	V _{rz} /km/h/	H _{lotu} /m/	masa start. m _{st.} /kg/
1.	Zbiornik dodatkowy-PTB-1500, 4 belki bombowe BD2-UMK-2A	741	8,5	112	0,795	800	początkowa - 11 000 końcowa 12 300	16693
2.	Jak wyżej i zrzut zbiorników dodatkowych po wypracowaniu paliwa	820 355	8,5	112	0,795	855	200	

Rys.6. Promień działania MiG-29 dla dwóch wariantów lotu

Warunki lotu Promień taktyczny	Dodatkowy zbiornik PTB-1500 uzbroj. - 2xR-27R i 2xR-73E, czas walki - 7 min.		Bez dodatkowego zbiornika
	Zbiornik zrzucany	Zbiornik niezrzucany	
R_{Tmax} /km/ H = 12 000 m	650	670	450
R_T /km/ H = 200 m $V_{rz} = 800$ km/h	185	192	115

Rys.6a. Promienie taktyczne samolotu MiG-29





Rys.6_b. Zależność promienia taktycznego samolotów od wysokości lotu w oparciu o rys.2 - załącznik 2 oraz rys.6a.

RLS na małych wysokościach. Natomiast promień taktyczny MiG-23 i MiG-29 jest większy około 2 razy. Uwzględniając działania prowadzone w warunkach zakłóceń radioelektronicznych i występowania celów o małej powierzchni skutecznej odbicia, zasięgi wykrywania RLS znacznie się zmniejszą /nawet do kilkudziesięciu procent/. Oznacza to, że w procesie dowodzenia środkami walki działającymi na małych wysokościach, może wystąpić niedobór informacji i zbyt mała jej jakość. Wymaga to uwzględnienia w czasie badań również takich problemów jak: sposoby i możliwości obniżenia /zapewnienia/ ciągłej strefy informacji radiolokacyjnej; polepszenie procesu zbierania i opracowywania informacji z podstawowych i dodatkowych źródeł, aby zmniejszyć czas opóźnienia i zwiększyć wiarygodność informacji; ocena użyteczności informacji otrzymywanej z kanałów współdziałania i powiadamiania. Problem ten jest szczególnie trudny w przypadku działania środków walki na kierunku nadmorskim - ogranicza się możliwość /lub w ogóle będzie niemożliwe/ korzystanie z informacji radiolokacyjnej z sąsiednich elementów podsystemu radiolokacyjnego.

2.3.1.2. Wpływ wysokościowego i prędkościowego zakresu lotu samolotów MiG-21 bis, MiG-23MF, MiG-29 na jakość informacji

Wskaźnikami określającymi możliwości czasowo-przestrzenne samolotów są również: pułap praktyczny^{5/}, dynamiczny oraz czasy i przebyte przez samoloty drogi podczas ich osiągania.

Pułap praktyczny samolotu MiG-23MF wynosi 17 500 m. Może przechwytywać cele powietrzne lecące w przedziale wysokości 50-22 000 m.

Pułap praktyczny samolotu MiG-21 bis wynosi 17 500 m. Osiągnięcie pułapu praktycznego realizuje się dla tego samolotu bez zbiorników dodatkowych z dwiema rakietami R-13M przy pozostałości 700 l w warunkach naboru wysokości z pełnym dopalaniem i sposobem kombinowanym. Wariant naboru wysokości z pełnym dopalaniem pozwala osiągnąć P_p - 7 min.55 s. na drodze $S = 170$ km i prędkości końcowej 1,85 Ma.

5/ Pułap praktyczny $/P_p/$ jest to osiągnięta przez samolot wysokość, na której możliwa do osiągnięcia prędkość pionowa wynosi 3 m/s. Podawany jest dla warunków standardowych.

Wariant kombinowany naboru wysokości pozwala osiągnąć P_p w czasie 14 min.40 s. na drodze $S = 260$ km.

W celu osiągnięcia pułapu dynamicznego /10-22 tys. m/ wymagane jest wykonanie górkę od $H = 15\ 500 - 16\ 000$ m przy $V \geq 1,9Ma$. Samolot MiG-29 może przechwytywać cele w przedziale wysokości 30-23 000 m; pułap praktyczny wynosi 17 000 m.

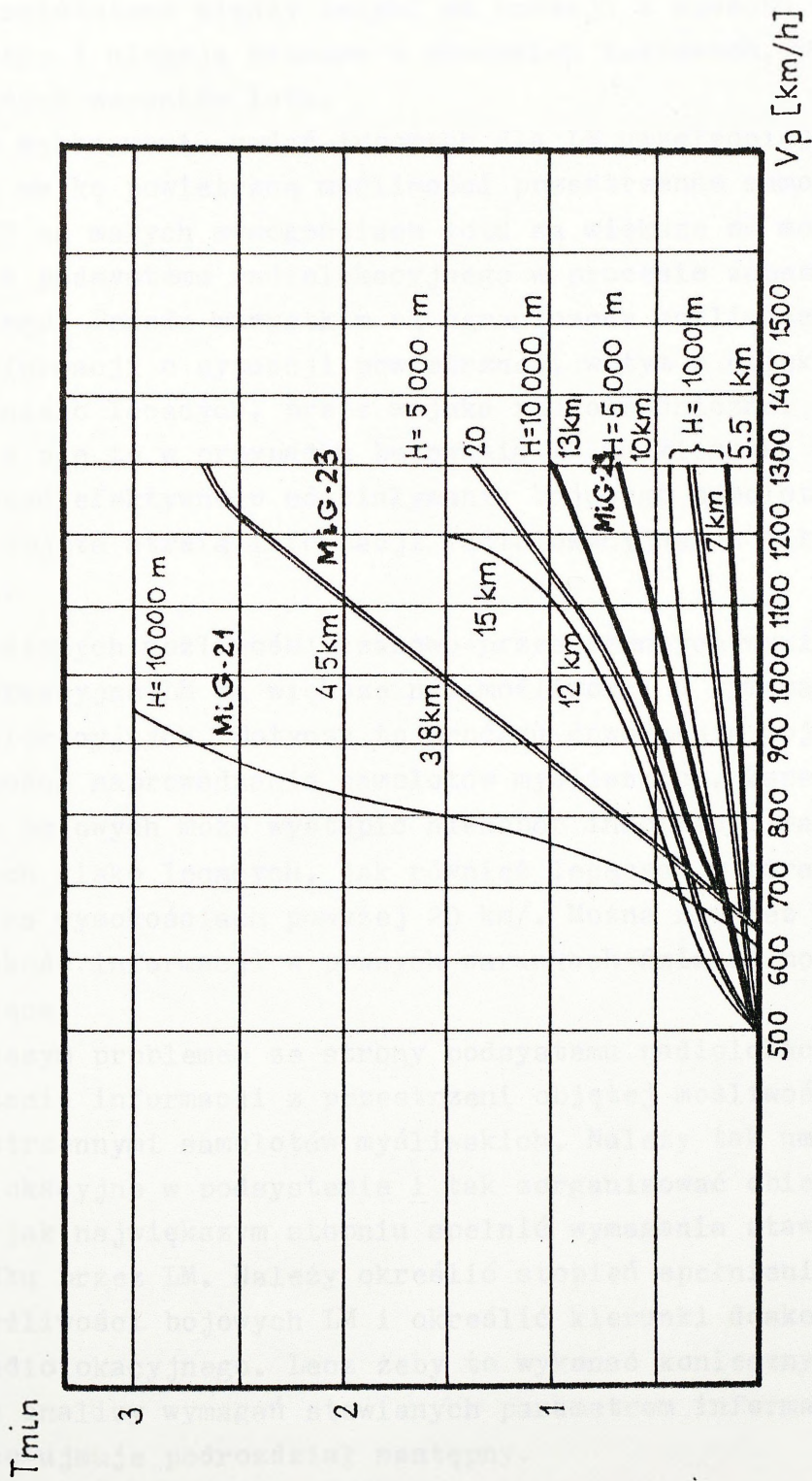
Wysokościowy i prędkościowy zakres lotu z punktu widzenia zabezpieczenia radiolokacyjnego mają znaczny wpływ na wielkość wymaganej odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej /wymagana zewnętrzna granica strefy informacji radiolokacyjnej/.

System radiolokacyjny ma największe trudności w zdobywaniu informacji o obiektach lecących na małych i stratosferycznych wysokościach. To może mieć odbicie w ciągłości śledzenia obiektów powietrznych /w ciągłości dostarczania informacji/, jak i dokładności określania współrzędnych ich położenia w przestrzeni.

Sposoby i czas naboru wysokości przez samoloty będą miały bezpośredni wpływ na odległość do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej. W praktyce nie ma to wpływu do wysokości 2000 m. Natomiast na dużych i stratosferycznych wysokościach czas naboru wysokości może wynosić do kilkunastu minut i odległość do potrzebnej rubieży może się zwiększyć o kilkadziesiąt kilometrów, nawet o ponad sto. Z tego wynika, że jest to zagadnienie ważne i w określonych warunkach działań bojowych IM może mieć znaczący wpływ na sprawność systemu radiolokacyjnego /SD/.

Prędkościowe zakresy lotów rozpatrywanych samolotów przedstawiają się następująco: MiG-23MF osiąga $V_{max} = 2500$ km/h /2,35 Ma/ maksymalna prędkość lotu na małej wysokości wynosi 1350 km/h, a maksymalna prędkość pionowego wznoszenia - 220 m/s; MiG-29 - $V_{max} = 2400$ km/h /2,3 Ma/, V na małej wysokości do 1500 km/h, $V_{wzn.} = 350$ m/s; MiG-21 - $V_{max} = 2175$ km/h /2,05 Ma/, maksymalna prędkość przyrządowa na ziemi wynosi 1300 km/h, maksymalna prędkość pionowego wznoszenia wynosi 225 m/s.

Charakterystyki rozpędzania samolotów MiG-29, MiG-23 i Mig-21 bis przedstawiono na rys.7.



Rys.7. Charakterystyki rozpędzania samolotów do prędkości przyrządowej V_p z dwiema rakietami R-23 bez zbiorników dodatkowych

Reasumując rozpatrywane możliwości przestrzenno-czasowe samolotów można sformułować następujące wnioski:

1. Wartości promieni taktycznych samolotów MiG-21 bis, MiG-23MF, MiG-29 są uzależnione między innymi od rodzaju i sposobu wykonania zadania bojowego i ulegają zmianom w szerokich zakresach, w zależności od przyjętych warunków lotu.

2. Podczas wykonywania zadań typowych dla LM uwzględniających kilkuminutową walkę powietrzną możliwości przestrzenne samolotów MiG-29, MiG-23 na małych wysokościach lotu są większe od możliwości informacyjnych podsystemu radiolokacyjnego w procesie zabezpieczenia radiolokacyjnego. Przede wszystkim są ograniczone możliwościami zdobywania informacji o sytuacji powietrznej, w tym o obiektach powietrznych nisko lecących, przez wojska radiotechniczne. Szczególnie uwidacznia się to w przypadku bazowania LM na kierunku nadmorskim.

3. Przestrzeń efektywnego oddziaływania bojowego samolotów MiG-21 bis może być objęta strefą informacji radiolokacyjnej w całym zakresie wysokości.

Z przedstawionych możliwości czasowo-przestrzennych wynika, że potrzeby informacyjne LM są większe niż możliwości w tym zakresie środków radiolokacyjnych. Dotyczy to procesu dowodzenia wojskami, a w szczególności naprowadzania samolotów myśliwskich. Zapewne w działaniach bojowych może wystąpić niedobór informacji radiolokacyjnej o celach nisko lecących, jak również lecących w stratosferze /szczególnie na wysokościach powyżej 20 km/. Można również wnioskować, że jakość informacji w pewnych warunkach działań może być niewystarczająca.

Najważniejszym problemem ze strony podsystemu radiolokacyjnego jest dostarczanie informacji z przestrzeni objętej możliwościami czasowo-przestrzennymi samolotów myśliwskich. Należy tak umiejscowić środki radiolokacyjne w podsystemie i tak zorganizować obieg informacji, aby w jak największym stopniu spełnić wymagania stawiane w tym przypadku przez LM. Należy określić stopień spełnienia przedstawionych możliwości bojowych LM i określić kierunki doskonalenia podsystemu radiolokacyjnego. Lecz żeby to wykonać koniecznym staje się dokonanie analizy wymagań stawianych parametrom informacji radiolokacyjnej, co ujmuje podrozdział następny.

2.3.2. Wpływ możliwości przestrzenno-czasowych PZR S-125, S-75, S-200, S-300, KUB i KRUG na jakość informacji radiolokacyjnej

Wymagania stawiane wojskom radiotechnicznym przez wojska raketowe zależą między innymi od możliwości przestrzenno-czasowych zestawów raketowych podczas zwalczania przeciwnika powietrznego. Dla danego typu zestawu wielkością charakteryzującą potrzeby w zakresie wymiarów strefy informacji radiolokacyjnej jest czas osiągnięcia gotowości i wymiary strefy startu rakiet. Strefa ta stanowi część przestrzeni, w której powinien znajdować się cel w momencie startu rakiety, aby jej spotkanie z celem nastąpiło w strefie ognia.

Strefa startu rakiet jest określana: wymiarami strefy ognia przeciwlotniczych zestawów raketowych /PZR/; czasem lotu rakiety do punktu spotkania z celem; czasem opóźnienia startu oraz warunkami lotu celu. Granice strefy startu można obliczyć korzystając ze wzorów:

$$D_{ds} = \sqrt{S_d^2 + D_d^2 + 2 S_d \sqrt{D_d^2 - H_c^2 - P_c^2}} \quad /2.3.1/$$

$$D_{bs} = \sqrt{D_b^2 + S_b^2 + 2 S_b \sqrt{D_b^2 - H_c^2 - P_c^2}} \quad /2.3.2/$$

gdzie:

D_{ds}, D_{bs} - odległości rzeczywiste do dalszej, bliższej granicy strefy startu;

D_d, D_b - odległości rzeczywiste do dalszej, bliższej granicy strefy ognia;

$S_d, S_b = V_c / t_{lr} + t_{st}$ / - odległość jaką przeleci cel za czas lotu rakiety t_{lr} do dalszej, bliższej granicy strefy ognia z uwzględnieniem czasu opóźnienia startu t_{st} ;

H_c - wysokość lotu celu;

P_c - parametr kursu celu;

V_c - prędkość celu.

Na małych wysokościach, w warunkach najbardziej niekorzystnych z punktu widzenia zabezpieczenia radiolokacyjnego tzn. dla $P_c \cong 0$, wartość $D_d \approx d_d / d_d$ - odległość pozioma do dalszej granicy strefy ognia/ i wzór /2.3.1/ przyjmie postać:

$$d_{ds} = d_d + V_c / t_{lr} + t_{st} / \quad /2.3.3/$$

t_{st} - czas opóźnienia startu dla omawianych zestawów wynosi około 2s;

t_{lr} - czas lotu rakiety - dla: S-125 wynosi 32s, S-75 - 14-57s,
S-200 - 240s, S-300 - 25-75 s, KRUG - 10-40 s.

Charakterystyka stref ognia PZR S-125M, S-75M, KRUG, KUB, S-200 i S-300 przedstawiona jest w załączniku 3, rys. 1 i 2 oraz na rys. 8 i 9.

Możliwości osiągania gotowości rakiet do startu są określone czasem niezbędnym do przejścia pododdziałów wyposażonych w dany PZR z określonego stopnia gotowości bojowej w gotowość do startu rakiet.

Bardzo istotnym czasem wpływającym między innymi na odległość informacji radiolokacyjnej do potrzebnej rubieży dla danego PZR, będącego w gotowości bojowej nr 1, jest czas zużytkowany na pracę własną SD dr liczony od momentu wydania komendy na zniszczenie celu do momentu dokonania startu pierwszej rakiety. W poszczególnym przypadku jest to czas przeniesienia ognia $/t_{po}/$

$$t_{po} = t_k + t_p + t_{pd} \quad /2.3.4/$$

gdzie:

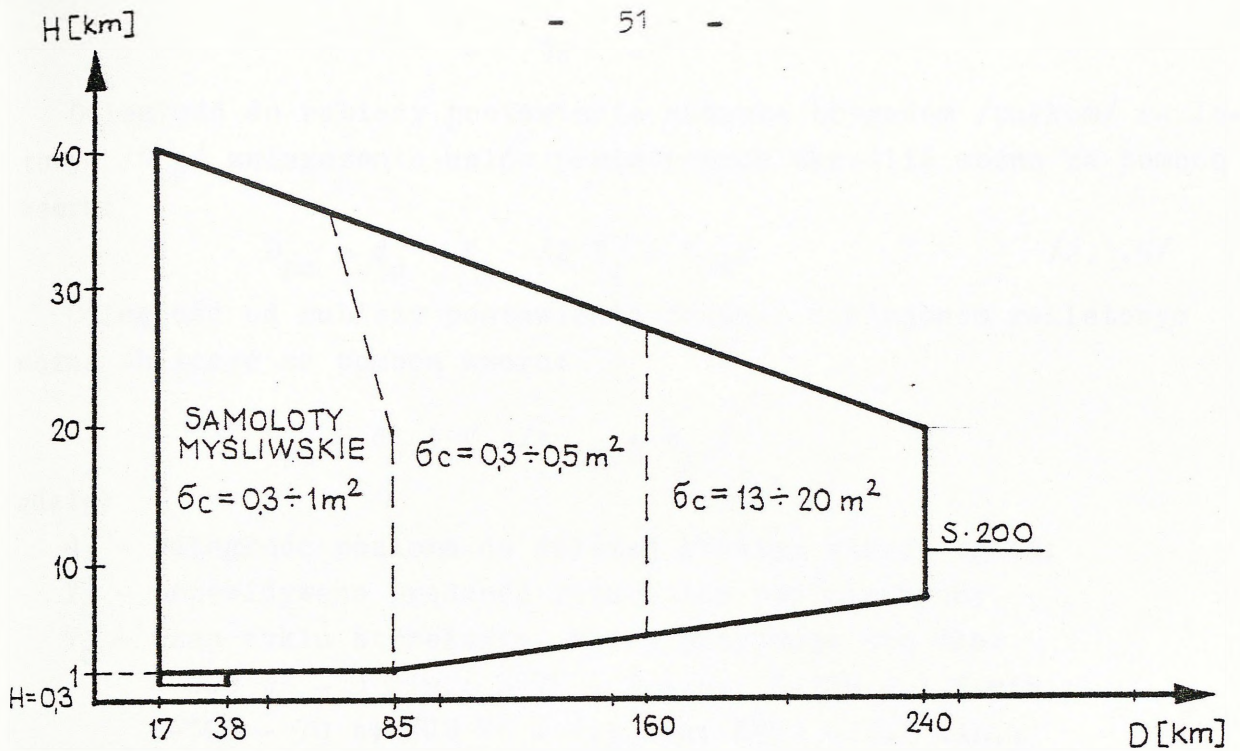
t_k - czas komendy;

t_p - czas na wykrycie i uchwycenie celu przez SNR;

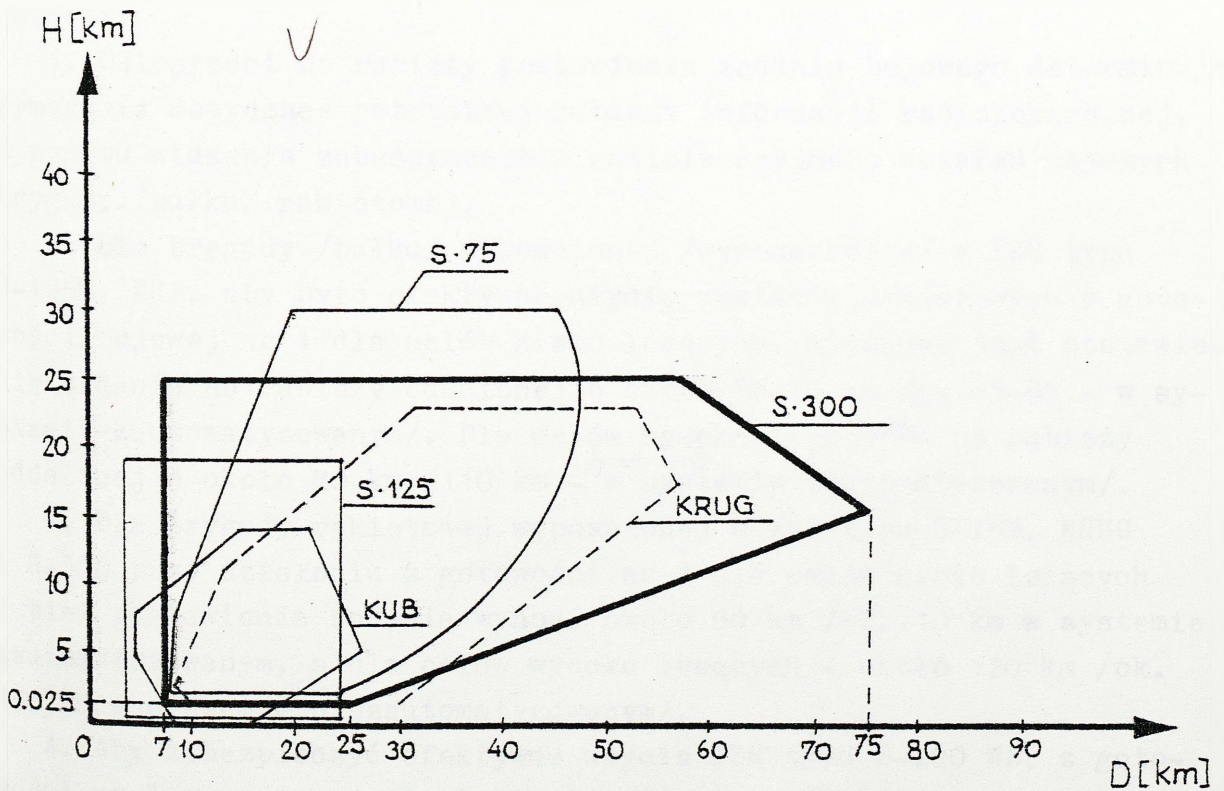
t_{pd} - czas wypracowania danych wyjściowych dla strzelania

stąd dla PZR: S-125M $t_{po} = 25$ s; S-75 - 36 s; S-200 WE - 50 s.

Jak wiadomo, decyzja dowódcy brygady /pułku/ raketowej dociera do dywizjonów raketowych poprzez stawianie zadań, które zawierają: wskazanie celu, jego miejsca w przestrzeni powietrznej; komendę do zniszczenia celu, a w razie potrzeby wskazanie sposobu prowadzenia ognia lub przeniesienia ognia na inny cel. Zadanie powinno być postawione z takim wyliczeniem, aby cele powietrzne zostały ostrzelane potrzebną liczbą rakiet w granicach strefy ognia, a w razie konieczności, aby był czas do przeniesienia ognia na inny cel wskazany /przydzielony danemu dywizjonowi raketowemu do zniszczenia/.



Rys.8. Strefa ognia PZR S-200



Rys.9. Strefy ognia przeciwlotniczych zestawów rakietowych w systemie OP

Odległość do rubieży postawienia zadania brygadam /pułkom/ rakietowym / D_{pz} / zniszczenia celów powietrznych określić można za pomocą wzoru:

$$D_{pz} = d_d + V_c / 2 T_c + t_{SD} / \quad /2.3.5/$$

Odległość od rubieży postawienia zadania dywizjonom rakietowym można obliczyć za pomocą wzoru:

$$D_{pz} = d_d + V_c / t_{rob} + t_{lr} /$$

gdzie:

d_d - odległość pozioma do dalszej granicy strefy ognia;

V_c - przewidywana prędkość lotu celów powietrznych;

T_c - czas cyklu strzelania, który przyjmuje się dla:

S-200 WE - 3 min.; S-75 - 2 min.; S-125 - 1,5 min.;

S-300 - 70 s; KUB M3 - 1,5 min; KRUG - 2,5 min.;

t_{SD} - czas pracy SO brygady /pułku/ - można przyjąć 40 s - system zautomatyzowany dowodzenia;

t_{rob} - czas roboczy dywizjonu /czas bezpośredniego przygotowania strzelania/.

Podsumowując rozpatrywane zagadnienia można sformułować następujące wnioski:

1. Odległości do rubieży postawienia zadania bojowego determinują wymagania dotyczące potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej, z punktu widzenia zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych brygady /pułku/ rakietowej.

2. Dla brygady /pułku/ wyposażonej /wyposażonego/ w PZR typu S-125M, KUB, aby było efektywne użycie zestawów rakietowych z gotowości bojowej nr 1 dla celów nisko lecących, wymagane jest postawienie zadania na rubieży oddalonej o około 60-70 km /ok. 85-95 - w systemie zautomatyzowanym/. Dla celów wysoko lecących - na rubieży oddalonej o około 80 km /110 km ^{broń} - w systemie zautomatyzowanym/.

3. Dla brygady rakietowej wyposażonej w PZR typu S-75M, KRUG i S-300 przy działaniu z gotowości nr 1 dla celów nisko lecących rubież postawienia zadania wynosi około 80 km /ok. 110 km ^{broń} w systemie zautomatyzowanym, a dla celów wysoko lecących - około 120 km /ok. 150 km w systemie niezautomatyzowanym/.

4. Aby zabezpieczyć efektywne użycie PZR typu S-200 WE, z gotowości nr 1 wymagane jest stawianie zadania na rubieży oddalonej o około 85 km dla celów wykonujących lot na średnich wysokościach, około 360 km - dla celów wysoko lecących.

Z oceny możliwości przestrzennych i czasowych przedstawionych PZR wynika, że podsystem radiolokacyjny będzie miał duże problemy w dostarczeniu wymaganej informacji radiolokacyjnej o celach lecących na wysokościach małych a szczególnie na bardzo małych /poniżej 200 m/- dotyczy to zestawów S-125, KUB, S-300.

Ponadto dużym problemem będzie zapewnienie informacji o celach lecących powyżej 20 km - dotyczy to S-75, KRUG, S-300 i S-200. Bardzo trudno będzie też osiągnąć wymaganą jakość informacji o celach nisko lecących. Jakość tej informacji będzie miała istotny wpływ na czas potrzebny na postawienie zadania /wypracowanie decyzji/. Ażeby rozwiązać przedstawiony problem, należy w pierwszej kolejności dokonać oceny wymagań stawianych informacji radiolokacyjnej a następnie określić stopień ich spełnienia. Analiza tych wymagań przedstawiona jest w kolejnym podrozdziale.

2.4. WYMAGANIA DOTYCZĄCE PARAMETRÓW INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ W ŚWIETLE MOŻLIWOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNYCH ŚNP PRZECIWNIKA I WOJSK DZIAŁAJĄCYCH W SYSTEMIE OBRONY POWIETRZNEJ

Skuteczność dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej w znacznej mierze zależy między innymi od wartości i ilości informacji, dostarczonej przez podsystem radiolokacyjny. Z uwagi na to są więc ściśle określone wymagania dotyczące jakości informacji radiolokacyjnej /o sytuacji powietrznej/. Informacja ta powinna być przedstawiona w takiej postaci, aby umożliwić uzyskanie niezbędnych danych do podejmowania decyzji przez dowódców w zakresie oceny sytuacji powietrznej i zwalczania ŚNP przeciwnika, zabezpieczenia naprowadzeń lotnictwa myśliwskiego lub wskazywania celów dywizjom rakietowym.

Z tego wynika, że aby zapewnić wykorzystanie wojsk w największym zakresie możliwości czasowo-przestrzennych środków walki, wymagane są odpowiednie wartości wskaźników możliwości bojowych systemu radiolokacyjnego, przede wszystkim w zakresie odległości wykrycia celu powietrznego, dokładności wskazania miejsca znajdowania się celu w przestrzeni /dokładności naprowadzania na cel/, a także dyskretności i opóźnienia przekazywania informacji. Stąd też można stwierdzić, że informacja o sytuacji powietrznej ma umożliwić: po pierwsze - doprowadzenie wojsk w systemie OP do pełnej gotowości bojowej w celu prowadzenia oczekiwanych działań bojowych; ujawnienie zamiaru taktycz-

nego nalotu przeciwnika powietrznego; określenie kierunku głównego wysiłku i utworzenie niezbędnego stosunku sił na kierunkach, rubieżach i względem celów powietrznych przez racjonalny podział zadań dla poszczególnych jednostek wojsk raketowych, lotnictwa myśliwskiego i pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych - wybranie jednego spośród wariantów działań lub częściowe udokładnienie wcześniej podjętych decyzji, po drugie - podział celów dla poszczególnych zestawów raketowych oraz wskazanie celów stacjom naprowadzania rakiet i naprowadzanie samolotów przechwytyjących cele. Zatem mamy do czynienia w pierwszym przypadku z informacją uogólnioną /wtórną/, obejmującą obszar przestrzeni na podejściach do granic rejonu i w rejonie działań /strefy odpowiedzialności/ - charakteryzującą się dużą wiarygodnością i pełnością, w drugim zaś - z informacją dokładną /pierwotną/, uwzględniającą zasięg działania środków walki - charakteryzującą się, oprócz dużej wiarygodności i pełności, dużą dokładnością /szczegółowością/.

W rezultacie wymagania w zakresie jakości zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych LM i WR w systemie OP sprowadzają się do określenia wymiarów przestrzennych strefy /stref/ informacji radiolokacyjnej /SIR/, jak również określania wymaganej jakości wydawanej informacji.

2.4.1. Wymagania stawiane parametrom informacji radiolokacyjnej w świetle możliwości czasowo-przestrzennych SNP państw NATO

Podczas prowadzenia walki z przeciwnikiem powietrznym osłona obiektów przed niszczącym oddziaływaniem SNP przeciwnika będzie skuteczna, jeżeli środki walki oddziałujące na nie wykonują zadanie przed wejściem SNP do rubieży wykonania zadania /ataku/. Czas, jakim system OP dysponuje względem wykonujących nalot SNP, można określić następująco:

$$T_1^{DYS} = \min \left\{ T_1^{DOL} ; T_1^{ROD} \right\} \quad /2.4.1/$$

gdzie:

T_1^{DOL} - przedział czasu od chwili wykrycia 1-tej grupy SNP przez źródła informacji /RLP/ do chwili jej wejścia na rubież wykonania zadania:

$$T_1^{\text{DOL}} = t_1^{\text{RAT}} - t_1^{\text{WYK}} \quad /2.4.2/$$

przy czym: t_1^{RAT} - czas wejścia 1-tej grupy SNP na rubież wykonania zadania;

t_1^{WYK} - czas wykrycia 1-tej grupy SNP przez podsystem radiolokacyjny;

T_1^{ROD} - przedział czasu określony na podstawie wzoru:

$$T_1^{\text{ROD}} = \begin{cases} t_1^{\text{WY}} - t_1^{\text{WYK}}, & \text{jeżeli na SNP oddziałują LM lub WR;} \\ t_1^{\text{WEK}} - t_1^{\text{WYK}}, & \text{jeżeli na SNP oddziałują środki WRe;} \end{cases}$$

Przy czym: t_1^{WY} - czas najpóźniejszego wyjścia SNP 1-tej grupy ze strefy oddziaływania LM lub WR;

t_1^{WEK} - czas wejścia 1-tej grupy SNP na kurs bojowy.

Wielkość określona zależnością /2.4.1/ nazywa się czasem dysponowanym przez system OP na realizację zadania względem 1-tej grupy SNP przeciwnika. Jest to okres przez jaki elementy systemu OP mogą wykonywać ciąg operacji od chwili wykrycia SNP do chwili zakończenia oddziaływania na nie środków walki systemu /cykl dowodzenia bojowego/^{6/}.

Celem działania systemu OP jest obezwładnienie SNP przeciwnika przed ich dolotem do rubieży wykonania zadania /RWZ/. Stąd warunkiem koniecznym wykonania zadania systemu OP względem SNP 1-tej grupy, przy dowodzeniu z k-tego poziomu /szczebla/ jest spełnienie nierówności:

$$T_1^{\text{DYS}} \geq T_{1,K}^{\text{DOW}} \quad /2.4.3/$$

gdzie:

T_1^{DYS} - czas dysponowany przez system OP - wzór /2.4.1/;

$T_{1,K}^{\text{DOW}}$ - czas trwania cyklu dowodzenia bojowego przy dowodzeniu z k-tego poziomu hierarchicznego:

$$T_{1,K}^{\text{DOW}} = T_{1,K}^{\text{CID}} + T_1^{\text{ODD}} \quad /2.4.4/$$

gdzie:

$T_{1,K}^{\text{CID}}$ - czas trwania cyklu informacyjnego - decyzyjnego^{7/} względem 1-tej grupy przy dowodzeniu z k-tego poziomu;

6/ Cykl dowodzenia obejmuje proces informacyjno-decyzyjny i oddziaływanie środków walki na SNP.

7/ Przedział czasu do chwili wykrycia 1-tej grupy SNP do chwili przekazania decyzji do środków walki o sposobie ich oddziaływania na nią.

T_1^{ODD} - czas trwania cyklu oddziaływania środków walki na 1-tą grupę SNP przeciwnika /od chwili rozpoczęcia wykonywania przez środki walki decyzji o sposobie oddziaływania na 1-tą grupę SNP do chwili jego zakończenia/.

Uwzględniając /2.4.3/ i /2.4.4/ dochodzimy do wniosku, że dopuszczalny czas trwania cyklu informacyjno-decyzyjnego względem 1-tej grupy SNP przy dowodzeniu bojowym z k-tego poziomu jest równy:

$$T_1^{CID \text{ dop}} = \begin{cases} T_1^{DYS} - T_1^{ODD}, & \text{jeżeli } T_1^{DYS} - T_1^{ODD} > 0 \\ 0, & \text{w przypadku przeciwnym} \end{cases} \quad /2.4.5/$$

Z postaci wzoru /2.4.5/ wynika, że w praktyce mogą być sytuacje, w których czas dysponowany przez system OP może być krótszy od czasu niezbędnego środkom walki na wykonanie czynności oddziaływania na SNP.

Czas dolotu /w tym przypadku dysponowany/, który pozostaje do dyspozycji pododdziału /ZT/ wojsk radiotechnicznych /działających w systemie OP/, w celu bezpośredniego przygotowania do wykonania zadań bojowych, można obliczyć ze wzoru /rys.10/:

$$T_{DOL} = \frac{D_w + d_{RLP}}{v_c} - t_{op} \quad /2.4.6/$$

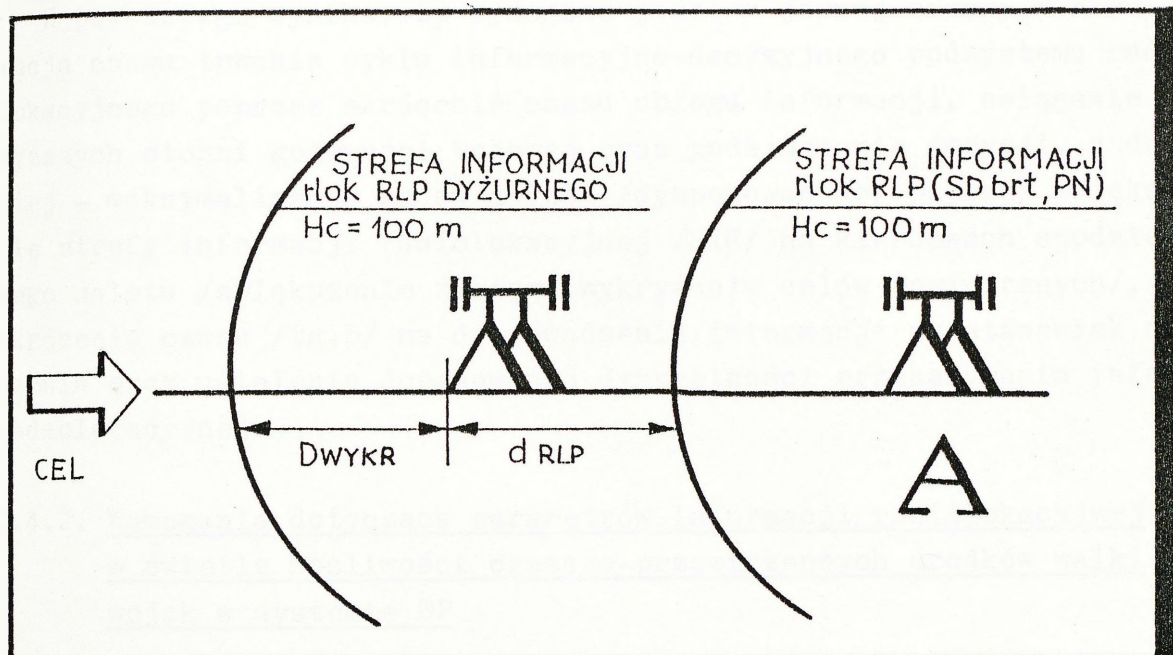
gdzie:

D_w - zasięg wykrycia celów powietrznych przez dyżurne RLP na wysokości prawdopodobnego nalotu przeciwnika;

d_{RLP} - odległość od pozycji dyżurnego RLP do zewnętrznej granicy strefy wykrywania RLP punktu naprowadzania /wskazywania/ celów lub SIR pododdziału /ZT/ radiotechnicznego;

v_c - prędkość lotu celu;

t_{op} - czas opóźnienia informacji liczony od chwili wykrycia celu do przejścia informacji o nim do SD danego pododdziału /ZT/.



Rys.10. Określanie czasu dolotu SNP przeciwnika

Warunkiem koniecznym wykonania zadania przez podsystem radiolokacyjny jest spełnienie nierówności:

$$T_{DYS} \geq T_{CID} \quad /2.4.7/$$

gdzie:

$T_{CID}/T_{DOW}/$ - czas trwania cyklu informatyczno-decyzyjnego

$$T_{CID} = t_{op} + t_{got} + t_{pd} \quad /2.4.8/$$

gdzie:

t_{op} - czas opóźnienia informacji, obejmujący czas przejścia informacji wtórnej powiadamiania na pierwotną i czas obiegu informacji;

t_{pd} - czas potrzebny na podjęcie decyzji;

t_{got} - czas potrzebny na osiągnięcie wyższych stopni gotowości bojowej przez pododdział /ZT/ radiotechniczny.

Z powyższego wynika, że wymagane jest: z jednej strony minimalizacja czasu trwania cyklu informacyjno-decyzyjnego podsystemu radiolokacyjnego poprzez skrócenie czasu obiegu informacji, osiąganie wyższych stopni gotowości bojowej oraz podejmowanie decyzji, z drugiej - maksymalizacja czasu dolotu /dysponowanego/ poprzez zwiększenie strefy informacji radiolokacyjnej /SIR/ na kierunkach spodziewanego nalotu /zwiększenie zasięgu wykrywania celów powietrznych/, skrócenie czasu /tg.b/ na doprowadzenie informacji do stanowisk dowodzenia oraz ustalenie dopasowanej dyskretności przekazywania informacji radiolokacyjnej.

2.4.2. Wymagania dotyczące parametrów informacji radiolokacyjnej w świetle możliwości czasowo-przestrzennych środków walki wojsk w systemie OP

Na podstawie dostępnej literatury można sądzić, że dowodzenie wojskami w systemie OP, w toku działań bojowych może być realizowane w warunkach niepełnej informacji o zamiarze i stanie sił przeciwnika i własnych. Stąd też jednym z celów dowodzenia będzie zapewnienie ciągłej gotowości bojowej wojsk, maksymalne wykorzystanie możliwości bojowych sił i środków w systemie OP w bitwach i walkach z przeciwnikiem.

Możliwości bojowe wojsk raketowych i lotnictwa myśliwskiego w znacznej mierze uwarunkowane są możliwościami bojowymi wojsk radiotechnicznych w zakresie zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych. Przy czym zabezpieczenie radiolokacyjne obejmuje trzy główne elementy, tj. rozpoznanie radiolokacyjne, zabezpieczenie radiolokacyjne dowodzenia wojskami i zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych jednostek wojsk raketowych i lotnictwa myśliwskiego w systemie OP - podstawowe zadanie wojsk radiotechnicznych.

Stąd przy stawianiu zadań pododdziałom /ZT/ wojsk radiotechnicznych konieczne jest określenie wymagań związanych z jakością zabezpieczenia radiolokacyjnego środków walki. Wymagania te przede wszystkim dotyczą: odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej / P_{PRIR} /, jakości i ilości przekazywanej informacji radiolokacyjnej.

2.4.2.1. Wymagania dotyczące odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej

Wartości liczbowe odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej D_{PRIR} dla oddziałów /ZT/ WR i LM powinny odpowiednio zagwarantować: postawienie dywizjonów raketowych w wyższe stopnie gotowości bojowej, dokonanie podziału celów powietrznych i postawienie zadań dywizjom raketowym; postawienie lotnictwa myśliwskiego w określony stopień gotowości bojowej, start i przechwycenie celów powietrznych na określonej rubieży.

2.4.2.1.1. Wymagania stawiane przez wojska raketowe

Wartości liczbowe odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej można obliczyć na podstawie wzoru:

$$D_{PRIR} = D_{ds} + V_c / t_{op} + t_{pd} + t_{got}^{8/} \quad /2.4.8/$$

$$D_{PRIR} = D_d + V_c / t_{op} + t_{pd} + t_{got} + t_{lr} / \quad /2.4.9/$$

gdzie:

D_{ds} - odległość do dalszej granicy strefy startu rakiet km:

$$D_{ds} = D_d + S_d$$

$$S_d = V_c / t_{lr} + t_{st} / \quad t_{st} \quad 2 \text{ s} - \text{można pominąć}$$

t_{op} - czas opóźnienia przekazywanej informacji radiolokacyjnej min.

t_{got} - czas potrzebny na dokonanie startu rakiet z określonego stopnia gotowości bojowej;

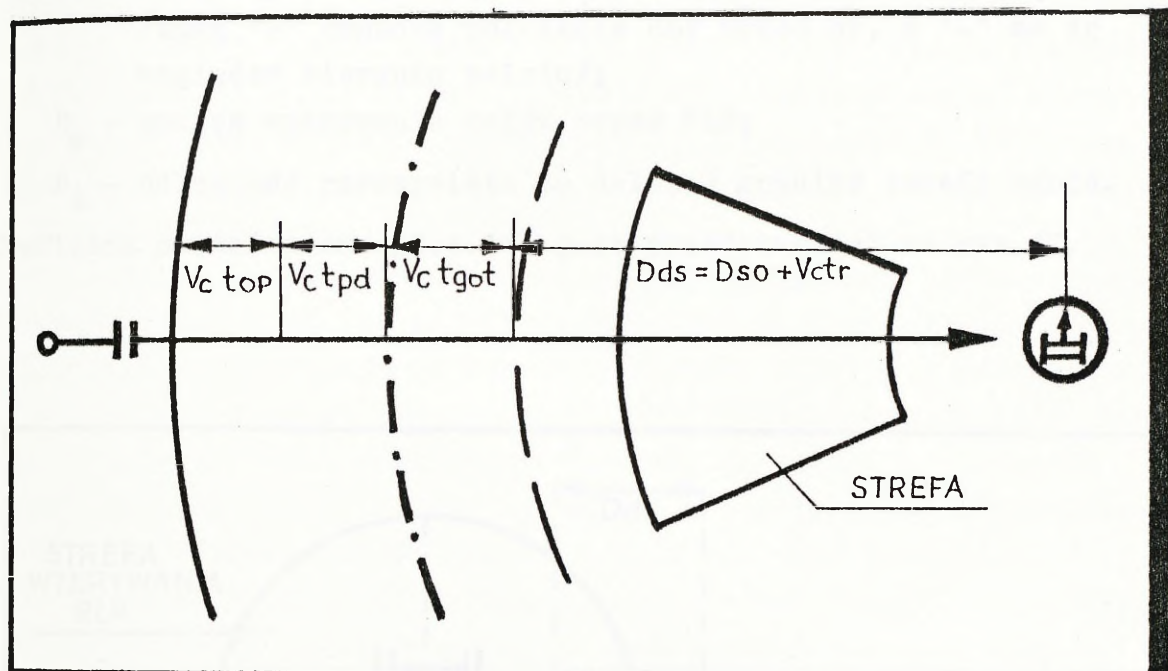
D_d - odległość rzeczywista do dalszej granicy strefy ognia;

t_{lr} - czas lotu rakiety;

t_{st} - czas opóźnienia startu rakiety.

Interpretacja graficzna D_{PRIR} przedstawiona jest na rys.11.

8/ Metodyka opracowywania planów zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych IM i WR wojsk OPK przez batalion radiotechniczny. DW OPK, 989/82, s.14.



Rys.11. Określanie wielkości D_{PRIR} dla WR /dr/

Ze wzoru /2.4.9/ wynika, że:

$$D_{PRIR} = D_d + V_c \cdot T_{DOW_{dop.}} \quad /2.4.10/$$

$T_{DOW_{dop.}}$ - dopuszczalny /potrzebny/ czas trwania cyklu dowodzenia bojowego /wzór 2.4.4/, czyli jest to czas potrzebny na wykonanie w porę zadania bojowego przez dany dywizjon raketowy.

Warunkiem ostrzelenia celu we właściwym czasie na dalszej granicy strefy ognia jest spełnienie nierówności:

$$T_{DOL} \geq T_{DOW_{dop.}} ;$$

Na wartość T_{DOL} mają wpływ wielkości ujęte w wyrażeniu:

$$T_{DOL} = \frac{D_w \pm \Delta D - D_{ol}}{V_c} \quad /2.4.11/$$

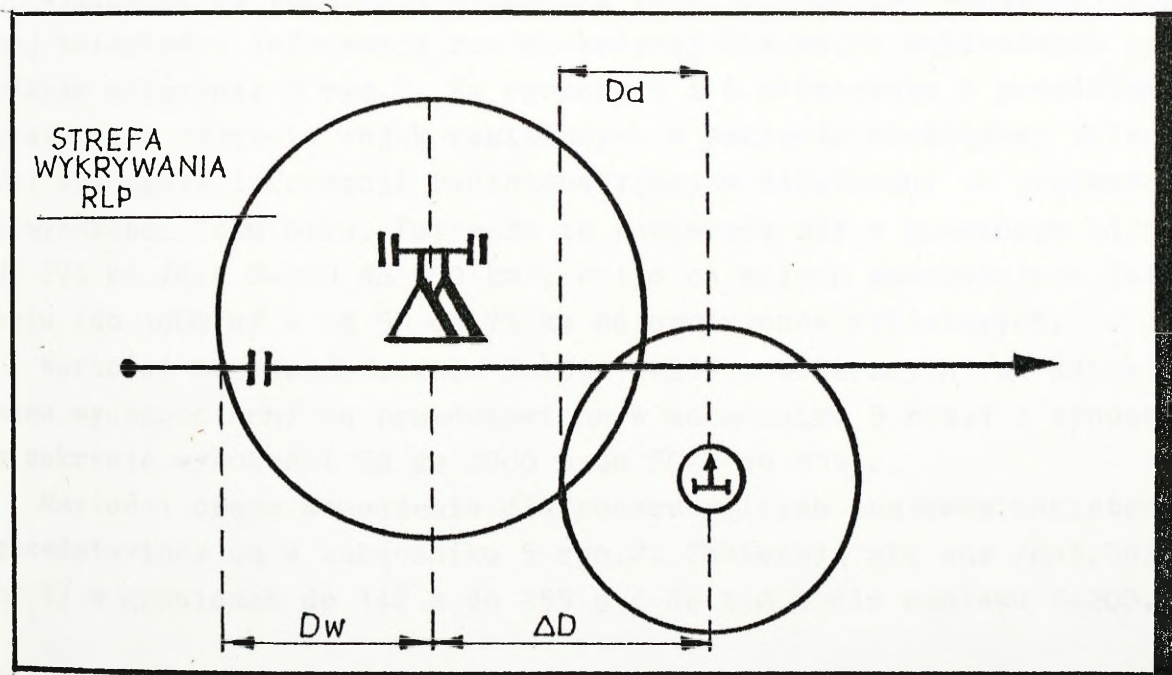
D - odległość RLP od pozycji dywizjonu raketowego na kierunku nalotu przeciwnika;

/znak "+" oznacza położenie RLP przed dr, a "-" za dr względem kierunku nalotu/;

D_w - zasięg wykrywania celów przez RLP;

D_d - odległość rzeczywista do dalszej granicy strefy ognia.

Graficzna postać wzoru /2.4.11/ jest przedstawiona na rys.12.



Rys.12. Graficzne przedstawienie wzoru 2.4.11 /wariant/

Na powyższym rysunku jest przedstawione przykładowe położenie pozycji bojowej RLP i dr^{9/} w odniesieniu do kierunku lotu celu. Ze wzoru i rysunku wynika, że z punktu widzenia wojsk radiotechnicznych uzyskanie i skrócenie czasu dowodzenia dopuszczalnego, należałoby

9/ Można to odnieść do ugrupowania np. brt i BR.

osiągnąć poprzez skrócenie czasu opóźnienia informacji radiolokacyjnej i czasu na podjęcie decyzji przez danego dowódcę oraz wydłużenie T_{DOL} poprzez zwiększenie w odległości strefy /stref/ wykrywania RLP i odpowiednie usytuowanie pozycji RLP względem danego /danych/ dywizjonów raketowych na spodziewanym kierunku nalotu SNP przeciwnika.

Potrzebna informacja radiolokacyjna jest niezbędna do dokonania oceny sytuacji powietrznej i postawienia dywizjonów ogniowych w gotowość bojową. Stąd wynikają potrzeby, z jakiej odległości ma wpływać powyższa informacja do stanowisk dowodzenia wojsk raketowych.

Wyliczone na podstawie wyrażenia /2.4.9/ liczbowe wartości wymaganej odległości informacji radiolokacyjnej dla wojsk raketowych przedstawia załącznik 5 rys.3. Na rysunku 5 i 6 załącznika 5 przedstawiono graficznie potrzeby wojsk raketowych w zakresie niezbędnej odległości wydawania informacji radiolokacyjnej w zależności od prędkości i wysokości lotu celu. Potrzeby te zawierają się w granicach od 59 do 275 km /dla S-200 do 650 km/, w tym na małych wysokościach lotu celu /do 1000 m/ - od 59 do 75 km od dywizjonów raketowych.

Wartości możliwych czasów dolotu celów powietrznych /na odpowiednich wysokościach/ są przedstawione w załączniku 5 rys.1 i wynoszą w zakresie wysokości 50 do 2000 m od 30 s do 436 s.

Wartości czasu dowodzenia dla poszczególnych zestawów raketowych przedstawione są w załączniku 5 rys.2. Zawierają się one /got.boj. nr 1/ w granicach do 142 s do 255 s i do 410 s dla zestawu S-200.

2.4.2.1.2. Wymagania stawiane przez lotnictwo myśliwskie

Prawidłowe funkcjonowanie punktów naprowadzania w procesie naprowadzania w czasie wykonywania zadań bojowych przez LM w systemie OP w dużej mierze zależy od jakości informacji radiolokacyjnej, którą dysponuje.

Rozpatrując naprowadzanie samolotów jako proces dynamiczny można je podzielić na następujące etapy: naprowadzanie wstępne, bezpośrednie, wyprowadzanie samolotu w rejon strefy odpowiedzialności wyznaczonego lotniska lądowania.

Podczas realizacji każdego z tych etapów inne cechy i składniki informacji radiolokacyjnej odgrywają pierwszoplanową rolę. W etapie wstępnego naprowadzania zwykle wykorzystuje się wtórną^{10/} informację radiolokacyjną o celach powietrznych, zobrazowaną: na stole naprowadzania, planszecie, wskaźniku aparatury zautomatyzowanego systemu dowodzenia /ZŁSD/, lub pierwotną^{11/} zobrazowaną: na wskaźniku obserwacji okrężnej /WOO/, pochodząca bezpośrednio ze stacji radiolokacyjnej /radiolokacyjnych/. Najistotniejszym parametrem informacji radiolokacyjnej w tym etapie naprowadzania są wielkości określające wymiary przestrzenne strefy informacji radiolokacyjnej /SIR/, one bowiem między innymi decydują o czasie dysponowanym na przechwycenie, a w konsekwencji obligują wybór sposobu działań danego oddziału /ZT/ lotnictwa myśliwskiego.

Wymagania przestrzenne stawiane strefie informacji radiolokacyjnej, potrzebne dla etapu wstępnego naprowadzania i poprzedzającego go procesu wypracowania decyzji i postawienia zadania bojowego dowódcy /nawigatorowi/ określają położenie rubieży potrzebnej informacji radiolokacyjnej /PRIR/^{12/}. Wyznaczają się ją dla konkretnych warunków lotu celu powietrznego, położenia potrzebnej rubieży wprowadzania do walki /PRWW/ i ugrupowania bojowego oddziału LM i zabezpieczającego jego działanie pododdziału radiotechnicznego.

Zakres i treść pracy wykonywanej na SD /PN/ podczas wstępnego naprowadzania nakładają na informację radiolokacyjną określone wymagania odnośnie pozostałych jej cech i składników. Przy czym ostrość tych wymagań jest tym wyższa im mniejsze są wskaźniki przestrzenne SIR. Dla dowódcy, decydującego o użyciu samolotów myśliwskich, istotnym jest posiadanie wiarygodnych informacji dotyczących składu do zwalczania danego celu powietrznego, ponieważ te dane wpływają bezpośrednio na liczbę wydzielonych do zwalczania sił i środków. Mniejszą natomiast

10/ Informacja tzw. opracowania wtórnego, obejmującego: inicjowanie i przedstawianie tras lotu obiektów powietrznych w oparciu o kolejne informacje z opracowania pierwotnego; utożsamianie tras i określanie charakterystyk obiektów powietrznych, o których dane napływają z różnych źródeł. W literaturze technicznej można spotkać się z określeniem - informacja syntetyczna.

11/ Wynika z tzw. opracowania pierwotnego, które obejmuje: odczytywanie /zdejnowanie/ współrzędnych obiektów powietrznych, kodowanie sygnałów, określenie przynależności i składu obiektów powietrznych oraz innych wielkości w zależności od sytuacji powietrznej i potrzeb. W literaturze technicznej często występuje jako - informacja analogowa.

12/ Poprzez PRIR należy rozumieć zbiór takich położzeń celu powietrznego, które zapewniają jego radiolokacyjne wykrycie, a informacja radiolokacyjna dostarczona na PN o kolejnych położeniach tego celu umożliwia jeszcze wprowadzenie samolotu myśliwskiego do walki na potrzebnej rubieży wprowadzania do walki.

rolę odgrywają takie cechy jak dokładność określania położenia i warunków lotu celu powietrznego oraz czas opóźnienia i dyskretność przekazywanej informacji, o ile robione w tym etapie błędy /wynikające z przybliżonego charakteru kalkulacji i obliczeń/ dadzą się skompensować w etapie naprowadzania bezpośredniego.

Aktualnie na SD i PN korzysta się podczas realizacji etapu wstępnego naprowadzania z informacji radiolokacyjnych o parametrach zawartych w załączniku 6 rys.5.

Etap naprowadzania bezpośredniego obejmuje wprowadzenie samolotu myśliwskiego /grupy samolotów/ do walki na potrzebnej /nakazanej/ rubieży wprowadzania do walki /PRWW/. Wymagania przestrzenne stawiane informacji radiolokacyjnej w tym etapie są związane z zapewnieniem odpowiedniej SIR w obrębie PRWW.

Ogólnie można stwierdzić, że wymagania przestrzenne dla informacji radiolokacyjnej w etapie naprowadzania bezpośredniego są zawężone do określonej przestrzeni w obrębie PRWW i są mniejsze od wymagań w etapie poprzednim. Na pierwszy plan w tym etapie wysuwają się natomiast takie cechy jak: dokładność, ciągłość, minimalna wartość czasu opóźnienia, dyskretność oraz duża rozróżnialność w odległości i w azymucie. Najlepsze wskaźniki w tym zakresie posiada informacja pierwotna pochodząca od RLS zakresu centymetrowego i decymetrowego.

Etap naprowadzania bezpośredniego kończy się po wyprowadzeniu samolotu myśliwskiego z walki w rejon lotniska lądowania - ostatni etap naprowadzania.

Wymagania wobec informacji radiolokacyjnej wyprowadzania samolotu w rejon lotniska lądowania zależą od stopnia skomplikowania sytuacji powietrznej i są określone wymogami zapewnienia bezpieczeństwa własnym samolotom. Może bowiem zaistnieć tak skomplikowana sytuacja powietrzna, że wymagać będzie zarówno precyzyjnego dowodzenia samolotami z ziemi, jak i podczas naprowadzania bezpośredniego. W sytuacji mało skomplikowanej rola nawigatora sprowadzić się może do kontroli lotu wykonywanego według informacji od środków radiotechnicznego ubezpieczenia lotów.

Sposób określania potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej /D_{PRIR}/ zawiera aktualnie obowiązująca metodyka^{13/}

13/ Metodyka opracowywania planów zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych LM i WR wojsk OPK przez batalion radiotechniczny. DW OPK, 1982.

Powyższa metodyka poleca obliczać D_{PRIR} korzystając ze wzoru:

$$D_{PRIR,L} = S_{PRWW} / (1+n) + V_c / (t_{op} + t_{pd} + t_{got} + t_{wzn} + t_m) \pm d; \quad /2.4.12/$$

gdzie:

- S_{PRWW} - odległość od lotniska do potrzebnej rubieży wprowadzenia samolotów myśliwskich do walki;
- n - stosunek prędkości celu do prędkości samolotu myśliwskiego;
- V_c - prędkość celu;
- t_{op} - czas opóźnienia przekazywanej informacji;
- t_{pd} - czas potrzebny na podjęcie decyzji;
- t_{got} - czas potrzebny na start pary samolotów z określonego stopnia gotowości bojowej;
- t_{wzn} - czas potrzebny na nabór odpowiedniej wysokości przy pełnym uzbrojeniu bez dopalania;
- d - odległość odpalania rakiet do celu powietrznego;
- Znak "-" przy ataku z tylnej półsfery
- "+" przy ataku z przedniej półsfery.

Ponadto metodyka poleca potrzebne rubieże informacji radiolokacyjnej dla LM wrysować na mapie dookreżenie w stosunku do lotnisk /stref dyżurowania, DOL/, z których działać będą samoloty.

Taka interpretacja graficzna PRIR /stosowana w praktyce podczas sporządzania planów zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych LM/ jest słuszna tylko w jednym przypadku, gdy odległość do potrzebnej rubieży wprowadzania do walki od lotniska /DOL, strefy dyżurowania/ będzie mieć wartość stałą w każdym punkcie tej rubieży, tzn. gdy PRWW będzie łukiem okręgu o środku położonym w miejscu znajdowania się danego lotniska /DOL, strefy/. Jest to przypadek bardzo rzadki, zwykle bowiem PRWW bywa określana w zadaniu dla jednostek LM w postaci odcinka lub linii łamanej.

Stosowanie zatem polecanej przez omawianą metodykę interpretacji graficznej dla takich przypadków stoi w sprzeczności z definicją PRIR a ponadto daje fałszywy obraz w zakresie możliwości zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych oddziału LM przez dany pododdział radiotechniczny. Jest faktem oczywistym, że obliczona według

/2.4.12/ D_{PRIR} dla PRWW danej w postaci odcinka odpowiada tylko jednemu punktowi w przestrzeni.

Ponieważ odległości do poszczególnych PRWW od lotniska są różne, odpowiadające im D_{PRIR} od danego lotniska nie mogą przyjmować wartości stałej i też muszą być różne. Wynika stąd wniosek, że PRIR nie może być interpretowana w postaci łuku okręgu o środku w miejscu znajdowania się lotniska /strefy, DOL/, a linia tworząca PRIR powinna być wypukłością skierowaną nie od a do PRWW.

Z powyższych rozważań wynika konieczność dokonywania obliczeń poszczególnych położań punktów PRIR dla odpowiadających im, wynikających z kierunku spodziewanego nalotu, punktów PRWW. Oznaczając odległości tych punktów $D_{PRIR,L}$, łatwo wykazać, że dla PRWW danej w postaci odcinka /linii prostej/ wzór na obliczanie $D_{PRIR,L}$ przyjmie postać:

$$\vec{D}_{PRIR,L} = \frac{\vec{S}_{PRWW}}{\cos \alpha} + \vec{V}_c / t_{op} + t_{pd} + t_{gd} + t_{wzn} + t_m / \pm \vec{d} \quad /2.4.13/$$

gdzie: - kąt zawarty między kierunkiem z lotniska do dowolnego punktu PRWW, a jego rzutem prostopadłym na płaszczyznę prostopadłą do PRWW.

Graficzne przedstawienie wzoru /2.4.13/ jest na rys.13 i rys.14.

W praktyce można określić położenia PRIR względem PRWW, a nie lotniska. Taka zmiana układu odniesienia upraszcza postać wzoru:

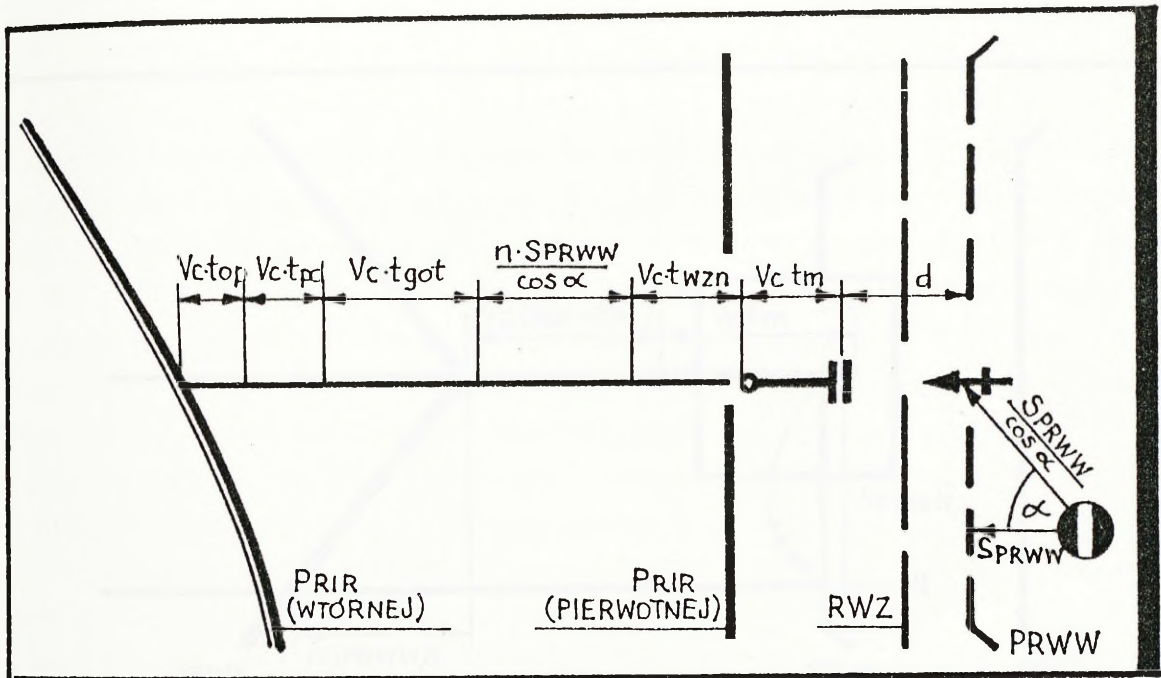
$$D_{PRIR,PRWW} = n \frac{S_{PRWW,L}}{\cos \alpha} + V_c / t_{op} + t_{pd} + t_{got} + t_{wzn} + t_m / \pm d \quad /2.4.14/$$

W przypadku, gdy samoloty działają ze strefy dyżurowania położonej na PRWW, obliczenie odległości poszczególnych punktów PRIR od PRWW można wykonać za pomocą wzoru:

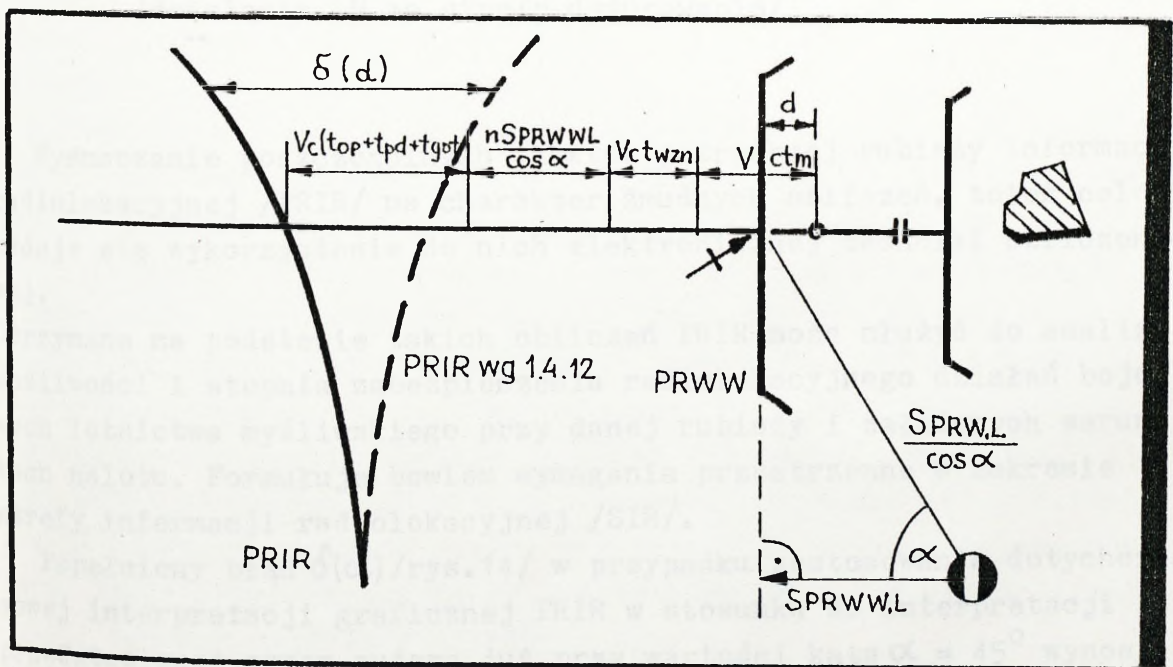
$$D_{PRIR,PRWW} = n S_{PRWW,S} + V_c / t_{op} + t_{pd} + t_m / \pm d \quad /2.4.15/$$

gdzie: $S_{PRWW,S}$ - odległość poszczególnych punktów PRWW od środka strefy dyżurowania.

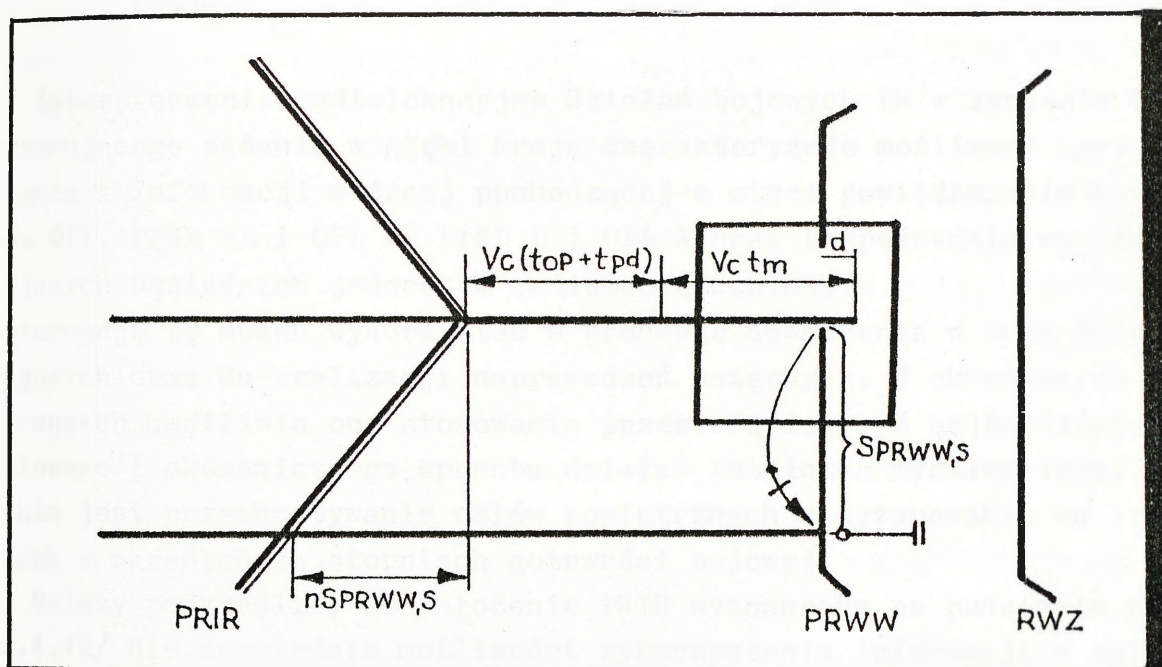
Graficzne przedstawienie wzoru /2.4.15/ jest na rys.15.



Rys.13. Interpretacja graficzna PRIR i sposób jej wyznaczania podczas ataku z przedniej półsfery



Rys.14. Interpretacja graficzna PRIR i sposób jej wyznaczania podczas ataku z tylnej półsfery



Rys.15. Interpretacja graficzna PRIR i sposób jej wyznaczania /działania IM ze strefy dyżurowania/

Wyznaczanie poszczególnych punktów potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej /PRIR/ ma charakter żmudnych obliczeń, toteż celowym wydaje się wykorzystanie do nich elektronicznej techniki obliczeniowej.

Otrzymane na podstawie takich obliczeń PRIR może służyć do analizy możliwości i stopnia zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych lotnictwa myśliwskiego przy danej rubieży i założonych warunkach nalotu. Formułuje bowiem wymagania przestrzenne w zakresie strefy informacji radiolokacyjnej /SIR/.

Popełniony błąd $\delta(\alpha)$ /rys.14/ w przypadku zastosowania dotychczasowej interpretacji graficznej PRIR w stosunku do interpretacji przedstawionej przez autora już przy wartości kąta $\alpha = 45^\circ$ wynosi ponad 30 % obliczonej według wzoru /2.4.12/ odległości $D_{PRIR,L}$.

2.4.2.2. Wymagania dotyczące odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej dla LM działającego w głębi kraju

Zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych LM w systemie OP wykonującego zadania w głębi kraju charakteryzuje możliwość korzystania z informacji wtórnej pochodzącej z sieci powiadamiania korpusów OPK, PŁSD WL i OPL F, PŁSD L i OPL A oraz bezpośrednio współdziałających sąsiednich jednostek radiotechnicznych.

Informację tę można wykorzystać w procesie dowodzenia w toku działań bojowych oraz do realizacji naprowadzeń wstępnych. W określonych warunkach umożliwia ona stosowanie przez oddziały LM najbardziej celowego i ekonomicznego sposobu działań lotnictwa myśliwskiego, jakim jest przechwytywanie celów powietrznych z dyżurowania na lotniskach w określonych stopniach gotowości bojowej.

Należy podkreślić, że położenie PRIR wyznaczone na podstawie wzoru /2.4.12/ nie uwzględnia możliwości wykorzystania informacji o sytuacji powietrznej z powiadamiania, a jedynie odnosi się do informacji pierwotnej, zobrazonej na danym punkcie naprowadzania. Wyznaczone natomiast położenie PRIR na podstawie wzoru /2.4.13/^{14/} może dotyczyć również informacji wtórnej, pochodzącej z powiadamiania operacyjno-taktycznego.

Informacja wtórna, /pochodząca z powiadamiania/ może być wykorzystywana do realizacji naprowadzania wstępnego. W tej sytuacji należałoby spełnić określone wymagania w zakresie PRIR dla pierwotnej informacji radiolokacyjnej wykorzystywanej do naprowadzania bezpośredniego.

Określenie tych ostatnich wymagań sprowadza się do wyznaczenia przestrzeni niezbędnej dla realizacji naprowadzania bezpośredniego w obrębie potrzebnej rubieży wprowadzania do walki /PRWW/. W szczególnym przypadku będzie to zatem przestrzeń znajdująca się przez PRWW, niezbędna do wykonania manewru przez samolot myśliwski /grupę/ w celu wejścia do walki, a w przypadku ataku z tylnej półsfery, także i przestrzeń za PRWW niezbędna do wykonania zbliżenia, ataku i manewru wyjścia z walki.

14/ Dotyczy również wzorów /2.4.14/ i /2.4.15/.

Dla wykonania naprowadzania bezpośredniego w tej przestrzeni niezbędnym jest zapewnienie nawigatorowi naprowadzania SIR w przestrzeni nieco większej, powiększonej na kierunku nalotu SNP przeciwnika o przestrzeń potrzebną do identyfikacji celu na wskaźniku obserwacji okrężnej /WOO/, a także do kompensacji ewentualnych błędów. Błędy te mogą towarzyszyć przejściu z korzystania z informacji wtórnej na korzystanie z informacji pierwotnej. Powstają one w wyniku różnic między: opóźnieniem, dokładnością i dyskretnością omawianych rodzajów informacji radiolokacyjnej. Praktycznie jednak o wartości ogólnego błędu informacji radiolokacyjnej^{15/} decyduje tutaj czas opóźnienia informacji wtórnej.

Z powyższych rozważań wynikają kolejne wymagania. Po pierwsze - potrzeba zobrazowania na WOO i wskaźniku pomiaru wysokości ciągłej informacji radiolokacyjnej o celach powietrznych w przestrzeni przed PRWW, o głębokość / $D_{PRIR, PRWW}$ /, którą można obliczyć korzystając z zależności:

$$D_{PRIR, PRWW} = v_c / t_{op} + t_N + t_m / \bar{r} d; \quad /2.4.16/$$

gdzie:

t_N - czas potrzebny nawigatorowi naprowadzania na identyfikację celu na WOO /średnio wynosi 20-30 s/;

t_{op} - czas opóźnienia informacji wtórnej w stosunku do pierwotnej.

Po drugie - w przypadku ataku z tylnej półsfery celu, potrzeba posiadania ciągłej informacji radiolokacyjnej zobrazowanej na WOO punktu naprowadzania i możliwości pomiaru wysokości, w przestrzeni zawartej między PRWW a rubieżą wyprowadzenia z walki.

Odległość tych rubieży ΔD można obliczyć korzystając ze wzoru:

$$\Delta D = v_c \left[/t_z + m /t_c + t_w/ \right] + d + \frac{a}{1-n}; \quad /2.4.17/$$

gdzie:

t_z - czas potrzebny na zbliżenie się do celu przez samolot myśliwski i przechwycenie;

Dla $d = 6$ km przy prędkości zbliżania ok. 300 km/h

$t_z = 30 - 40$ s;

15/ Ogólny błąd informacji radiolokacyjnej jest błędem średniokwadratowym błędów wynikających z czasu opóźnienia, dokładności i dyskretności informacji radiolokacyjnej.

t_e - czas celowania / $t_c = 15 - 20 \text{ s}^{16}$;

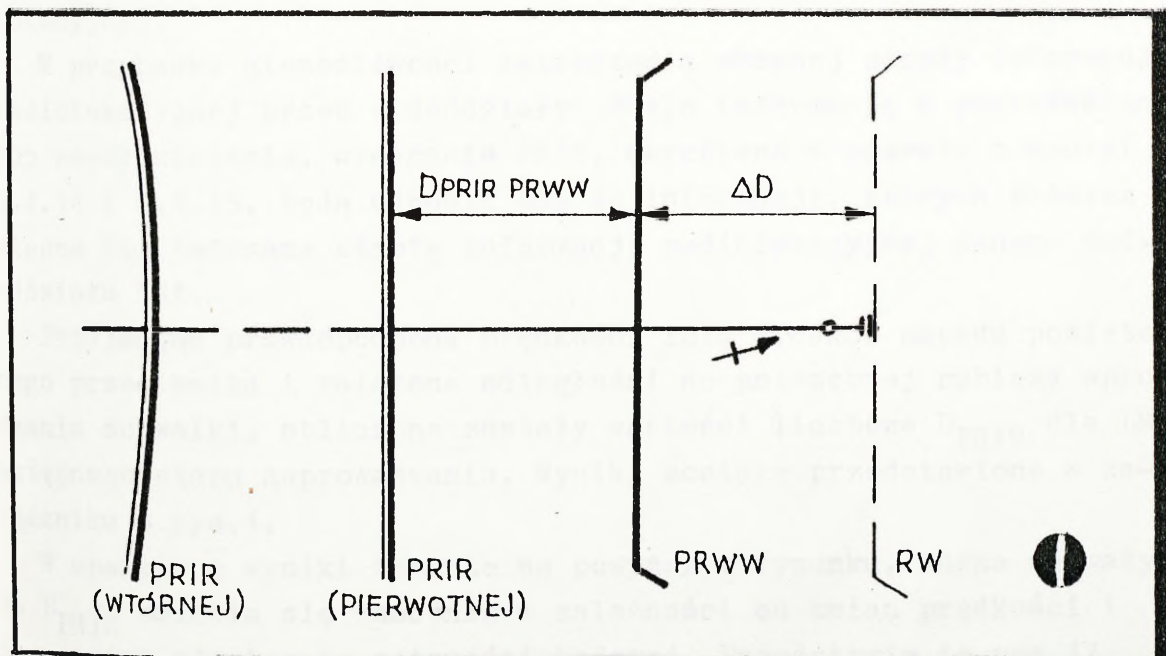
t_w - czas wyprowadzenia z ataku / $t_w = 5 \text{ s}$;

a - błąd naprowadzania w odległości.

Najczęściej jednak odległość ta bywa zdeterminowana względami taktycznymi. Wymagania powyższe obrazuje rys.16.

Spełnienie przedstawionych w niniejszym podrozdziale wymagań dotyczących PRIR wtórnej oraz pierwotnej stanowi podstawowy warunek zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych oddziałów IM.

Należy zauważyć, że tak sformułowane wymagania dla informacji pierwotnej nie zależą od sposobu działań IM, jego bazowania, są natomiast ściśle związane z położeniem PRWW.



Rys.16. Interpretacja graficzna wymagań w zakresie SIR potrzebnej do realizacji naprowadzania /etap naprowadzania bezpośredniego/

16/ Samolot MiG-23MF metodyka szkolenia lotniczego. Część II. Zastosowanie bojowe. Lot.213/81.

2.4.2.3. Wymagania dotyczące odległości potrzebnej informacji radiolokacyjnej dla LM działającego w rejonie nadmorskim

W rejonie nadmorskim oddziały LM mają szczególnie trudne warunki wykonywania zadań bojowych z uwagi na ograniczone możliwości uzyskania informacji radiolokacyjnej o sytuacji powietrznej na dalekich podejściach do PRWW. Wiąże się to z faktem, że zabezpieczające je pododdziały wojsk radiotechnicznych tworzą strefę informacji radiolokacyjnej jako jedne z pierwszych w systemie OP przy ograniczonych możliwościach własnych środków. Możliwości zdobywania informacji radiolokacyjnej można zwiększyć poprzez ewentualne wykorzystanie informacji ze środków radiolokacyjnych MW i WOP stąd istnieje konieczność współdziałania z nimi w zakresie wymiany informacji radiolokacyjnej.

W przypadku niemożliwości zwiększenia własnej strefy informacji radiolokacyjnej przez pododdziały WRT, o informację z powiadamiania lub współdziałania, wymagania PRIR, określane w oparciu o wzory: 2.4.14 i 2.4.15, będą odnosić się do informacji, których źródłem są własne RLP tworzące strefę informacji radiolokacyjnej danego pododdziału WRT.

Przyjmując prawdopodobne prędkości lotu środków napadu powietrznego przeciwnika i założone odległości do potrzebnej rubieży wprowadzania do walki, obliczone zostały wartości liczbowe D_{PRIR} dla LM wstępnego etapu naprowadzania. Wyniki zostały przedstawione w załączniku 6 rys.1.

W oparciu o wyniki zawarte na powyższym rysunku, można zauważyć, że D_{PRIR} zmienia się znacznie w zależności od zmian prędkości i S_{PRWW} oraz od stopnia gotowości bojowej. Przedstawia to rys.17.

D_{PRIR} /km/	S_{PRWW} /km/			
	20	40	60	100
D_{PRIR_1}	94-174	109-191	126-207	166-240
D_{PRIR_2}	137-267	154-284	172-300	206-333

Rys.17. Zależność D_{PRIR} od wartości S_{PRWW} i V_c ;

Przyjęto:

D_{PRIR_1} - w got.boj. nr 1; V_c zmienia się przy każdym S_{PRWW}
 D_{PRIR_2} - w got.boj. nr 2; w zakresie od 700-1400 km/h

Obliczone wartości D_{PRIR} bezpośredniego etapu naprowadzania przedstawione są w załączniku 6 rys.3.

Zakres zmian D_{PRIR} w zależności od zmian V_c przedstawiony jest na rysunku 18.

D_{PRIR} /km/	V_c /km/h/				
	700	800	900	1400	1800
D_{PRIR_1}	23	28	33	53	70
D_{PRIR_2}	40	47	53	82	105

Rys.18. Zależność D_{PRIR} bezpośredniego naprowadzania od V_c .

Przyjęto: $V_m - V_c = 200-300$ km/h

2.4.3. Wymagania stawiane jakości informacji radiolokacyjnej w procesie naprowadzania i wskazywania celów

Skuteczność naprowadzania /wskazywania celów/ w dużej mierze zależy od zapewnienia odpowiedniej jakości informacji radiolokacyjnej tworzącej strefę informacji /SIR/ niezbędną do naprowadzania.

Jakość informacji określa stopień spełnienia wymagań stawianych przez użytkowników przede wszystkim w zakresie jej pełności /w tym składu/, aktualności i dokładności.

Pełność informacji radiolokacyjnej oznacza jej wymaganą kompletność. Wymaganą kompletność informacji radiolokacyjnej należy rozumieć jako pewien skład tych wiadomości o sytuacji powietrznej, które są niezbędne w procesie dowodzenia.

Przy określaniu składu informacji niezbędnej dla danego stanowiska dowodzenia należy mieć na uwadze, że nadmiar informacji w czasie dowodzenia jest tak niepożądany jak niedobór. Nadmiar wiadomości niepotrzebnych bezpośrednio w czasie dowodzenia /podczas walki/ utrudnia szybką orientację w sytuacji i komplikuje proces dowodzenia, ponadto przeciąża kanały informacji, ograniczając przechodzenie potrzebnych wiadomości.

Do wiadomości, niezbędnych dla większości szczebli dowodzenia wojsk w systemie obrony powietrznej, w procesie dowodzenia w czasie działań bojowych należą:

- a/ współrzędne bieżące położenia każdego obiektu w przestrzeni powietrznej /x,y,H lub D,β,H/;
- b/ dane z rozpoznania przynależności obiektów powietrznych;
- c/ skład bojowy każdego celu, typ i ugrupowanie bojowe samolotów w składzie celu;
- d/ charakter działań bojowych celu /manewr kursem, prędkością, wysokością, zmiana ugrupowania, stosowanie zakłóceń radioelektrycznych itp./;
- e/ prędkość lotu celu powietrznego.

Większość spośród wyżej wymienionych wiadomości uzyskuje się z pierwotnej informacji radiolokacyjnej, niektóre ujawniają się w czasie opracowania, uogólnienia oraz analizy całości otrzymanych wiadomości, włączając również informacje napływające z powiadamiania i współdziałania.

Wymagania w zakresie aktualności informacji radiolokacyjnej charakteryzują dopuszczalne wartości takich wskaźników jak czas opóźnienia i dyskretność przekazywanej informacji.

Dopuszczalny czas opóźnienia informacji i dopuszczalna dyskretność przekazywanej informacji nie powinny zmniejszać efektywności działań bojowych oddziałów /ZT/ WR i LM.

Wymagane wartości tych wskaźników dla informacji wykorzystywanej w procesie naprowadzania /wskazywania celów/ zależą od etapu naprowadzania, a także od charakteru nalotu, intensywności warunków lotu celów powietrznych /prędkości, wysokości, stosowanych manewrów/. Zależą zatem od rozwijającej się sytuacji taktycznej.

Ogólnie można stwierdzić, że wymagane czasy opóźnienia i dyskretności powinny zapewnić pełną charakterystykę faktycznej sytuacji powietrznej, terminowe wykrycie manewru i zmian ugrupowania oraz uniemożliwienia mylenia tras.

Ponieważ czasy opóźnienia i dyskretności informacji są źródłem błędów dynamicznych, które z kolei wpływają na wartość prawdopodobieństwa zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania /wskazywania celów/, sprecyzowanie wymagań /dopuszczalnych wartości wskaźników/ jest możliwe przy założonej wartości tego prawdopodobieństwa i przy znanych wartościach innych parametrów określających powyższe prawdopodobieństwo /w etapie naprowadzania wstępnego i bezpośredniego/.

Dąży się, aby informacja radiolokacyjna wykorzystywana na SD plm /PN/ do realizacji naprowadzeń bezpośrednich i SD brygad /pułków/ raketowych, miała czas opóźnienia o wartości bliskiej zeru, a dyskretność nie większą niż 10 s.

Czasy opóźnienia występujące w obiegu informacji radiolokacyjnej przedstawia załącznik 6 rys.5.

Wymagania dotyczące dokładności informacji zależą od jej przeznaczenia. Aby określić wartość liczbową tych wymagań należałoby sformułować stopień ich spełnienia w postaci potrzebnych wielkości prawdopodobieństw zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania i wskazywania celów. Wartości tych prawdopodobieństw z kolei są zdeterminowane zakładanymi wartościami prawdopodobieństw wykonania zadania bojowego przez pojedynczy samolot myśliwski /grupę/ lub dywizjon raketowy oraz oczekiwanym rezultatem działań bojowych i innymi wskaźnikami skuteczności bojowej.

Wymagane jest by na SD plm, BR /pr/ dokładność informacji we współrzędnych płaskich nie była mniejsza od 1,5 - 2 km, a w wysokości w granicach 0,5 km.

Największe wymagania odnośnie dokładności informacji radiolokacyjnej stawiane są przy realizacji etapu naprowadzania bezpośredniego i wskazywania celów.

Współcześnie dąży się do tego, by walka powietrzna odbywała się na dużych odległościach, bez kontaktu wzrokowego z obiektem ataku, przy użyciu uzbrojenia raketowego i systemów kierowania uzbrojenia. W tych warunkach wydawać by się mogło, że wymagania dotyczące dokładności informacji radiolokacyjnej wydawanej dla PN powinny zmaleć.

W rzeczywistości jednak, biorąc pod uwagę możliwości stosowania zakłóceń pokładowych stacji radiolokacyjnych przez przeciwnika, należy również liczyć się z koniecznością prowadzenia walki powietrznej /przy użyciu półautomatycznych celowników optycznych/ na bardzo małych odległościach. Powodzenie w takiej walce jest możliwe przy bardzo precyzyjnym wyprowadzaniu samolotu w tylną półsferę, na odległość pozwalającą praktycznie natychmiast użyć w sposób racjonalny posiadane uzbrojenie. Stwarza to wysokie wymagania w zakresie określania współrzędnych przez RLS. Wymagania te spełniają, jak wskazuje na to praktyka popierająca obliczenia teoretyczne, współczesne RLS zakresu centymetrowego i decymetrowego.

Wymagania stawiane dokładności informacji radiolokacyjnej można spełnić poprzez wykorzystanie informacji z RLS mających najlepsze charakterystyki w zakresie dokładności, zastosowanie nowoczesnych zestawów zautomatyzowanego zbierania i opracowania informacji, eliminację ogniów pośrednich w kanałach informacji, wybór dopasowanych sposobów zabezpieczenia radiolokacyjnego każdego stanowiska dowodzenia i należyte wyszkolenie bojowe składu osobowego.

2.4.4. Porównanie możliwości bojowych środków radiotechnicznych z wymaganiami dotyczącymi parametrów informacji radiolokacyjnej

Możliwości systemu radiolokacyjnego w zakresie prowadzenia działań bojowych przez wojska w systemie OP dotyczą przede wszystkim czasu gotowości bojowej wojsk radiotechnicznych i zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych wojsk raketowych i lotnictwa myśliwskiego.

Możliwości te określają następujące wskaźniki liczbowe:

- a/ czas dysponowany /dolotu/, w celu przygotowania się pododdziału /ZT/ WRT do wykonania zadania bojowego;
- b/ odległość do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej dla wojsk raketowych i lotnictwa myśliwskiego;
- c/ jakość informacji radiolokacyjnej;
- d/ prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania lotnictwa myśliwskiego P_z nap. / i wskazywania celów P_{wc} / dywizjonom raketowym.

2.4.4.1. Możliwości pododdziałów WRt w zakresie spełnienia wymagań co do czasu dolotu^{17/} /dysponowanego/

Czas gotowości bojowej do działań dla każdego pododdziału /ZT/ WRt są zróżnicowane, między innymi w zależności od czasu dolotu SNP przeciwnika. Czas dolotu zależy z jednej strony od taktycznych sposobów pokonywania systemu OP i prędkości SNP przeciwnika, z drugiej zaś - od miejsca dyslokacji danego RLP, zasięgu wykrywania naszych środków radiolokacyjnych i szybkości dostarczania informacji do stanowisk dowodzenia.

W załączniku 4 /rys.1 i 2/ przedstawiono wartości liczbowe czasu dolotu - zależnie od czasu opóźnienia informacji, zasięgu wykrywania i prędkości lotu celu powietrznego. Przyjęto: prędkości lotu celów powietrznych - 900 i 1400 km/h na małych wysokościach /do 1000 m/, realny uśredniony czas opóźnienia^{18/} na szczeblu PŁSD - w systemie zautomatyzowanym - 30 s i niezautomatyzowanym - 60 s oraz na szczeblu BRt /PŁSD OPL F i WL/ 50 s i 180 s.

Wartości liczbowe czasu dolotu, w odniesieniu do odległości wykrywania / D_w / w zakresie od 40 do 100 km / $H_c = 50 - 1000$ m/ przedstawione są na rysunku 19 oraz w załączniku 4 rys.2.

	System zautomatyzowany				System niezautomatyzowany			
	$D_w = 40-100\text{km}$ / $H_c=50-1000\text{m}/$		T_{DOW}		$D_w = 40-100\text{km}$ / $H_c=50-1000\text{m}/$		T_{DOW}	
	$V_1=900$ /km/h/	$V_2=1400$ /km/h/	T_{DOW_1} /s/	T_{DOW_2} /s/	$V_1=900$ /km/h/	$V_2=1400$ /km/h/	T_{DOW_1} /s/	T_{DOW_2} /s/
T_{DOL} /s/ /PŁSD/	130- 370	70-220	90	300	100- 340	40-190	120	330
T_{DOL} /s/ /BRt/	100- 350	50-180	120	330	220	-	220	450

Rys.19. Wartości liczbowe T_{DOW} w zależności od wartości odległości wykrywania, prędkości i czasu opóźnienia.

17/ Należy rozumieć jako czas dolotu SNP przeciwnika od chwili ich wykrycia przez dyżurne RLP do czasu podejścia do granicy zewnętrznej strefy wykrywania RLP PŁSD, punktu naprowadzania, wskazywania celów.

18/ J.Kochanowski. Zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych WR i LM OPK podczas zwalczania celów powietrznych typu CRUISE. Rozprawa habilitacyjna. WCSR, 1985, s.70.

Przy czym:

T_{DOW_1} - czas dowodzenia, gdy RLP jest w got. boj. nr 1;

T_{DOW_2} - w gotowości nr 2.

Czas dowodzenia obliczony za pomocą wzoru /2.4.8/.

Żeby wykonać zadanie musi być spełniony warunek:

$$T_{DOL} \geq T_{DOW} \quad /2.4.13/$$

Z przedstawionych danych wynika, że warunek nie jest spełniony w odniesieniu do celów lecących na małych wysokościach. Przede wszystkim wpływają na to ograniczenia techniczne możliwości środków radiolokacyjnych w zakresie wykrywania celów nisko lecących oraz duży czas włączenia, co przede wszystkim determinuje duży czas cyklu informacyjno-decyzyjnego /czasu gotowości bojowej/.

Spełnienie $T_{DOL} \geq T_{DOW}$ jest możliwe przede wszystkim poprzez realizację przedsięwzięć organizacyjnych. Dotyczy to: wyboru miejsca dyslokacji RLP /szczególnie pierwszorzutowych/ a poprzez to uzyskania odpowiedniej wartości d_{RLP} ^{19/}; doboru RLS; zwiększenia możliwości poprawienia w krótkim czasie parametrów strefy informacji radiolokacyjnej na spodziewanych kierunkach nalotu SNP przeciwnika; organizowania dopasowanej, dyżurnej strefy informacji radiolokacyjnej, pod kątem zminimalizowania czasu przejścia do gotowości bojowej nr 1; doskonalenia obiegu informacji radiolokacyjnej; doskonalenia wykonywania manewrów sprzętem i pododdziałami.

W ramach przedsięwzięć technicznych należałoby zwrócić szczególną uwagę na skrócenie czasu opóźnienia informacji radiolokacyjnej i czasu podejmowania decyzji poprzez doskonalenie zautomatyzowanego zbierania, opracowania, gromadzenia, przekształcania i zobrazowania informacji o określonej postaci.

Realizacja powyższych przedsięwzięć jest złożona. Każde z nich stanowi duży problem do rozwiązania, a wszystkie mają wspólny cel - uzyskać informacje o jak najlepszej jakości i użyteczności.

19/ np.: dla $H_c = 300$ / $D_w = 70$ km/; $V = 900$ km/h; $d_{RLP} = 20$ i 40 km;

Czas dolotu wynosi odpowiednio dla: - $t_{op} = 20$ s - $T_{DOL} = 300$
i 410s;
- $t_{op} = 60$ s - $T_{DOL} = 300$
i 380s;

czyli nastąpiło zwiększenie T_{DOL} o 80 - 160 s w odniesieniu do $d_{RLP} = 0$.

Wybór miejsca dyslokacji RLP jest uzależniony od kształtu i wielkości strefy odpowiedzialności pododdziału radiotechnicznego /PŁSD/, rzeźby terenu, prawdopodobnych kierunków nalotu SNP przeciwnika. Usytuowanie RLP w danym ugrupowaniu bojowym powinno umożliwiać jak największe "wydłużenie" SIR na kierunku prawdopodobnego nalotu SNP przeciwnika. Chodzi o to, żeby uzyskać jak największą wartość d_{RLP} /wzór 2.4.6/. W praktyce d_{RLP} jest zawarte w pobliżu lub mniejsze od zera /małe wymiary strefy odpowiedzialności/. Świadczy to o tym, że nie ma możliwości zwiększenia w dużym zakresie czasu dolotu T_{DOL} , w ramach danej strefy odpowiedzialności. Konieczne więc jest organizowanie /rozwijanie/ RLP poza strefą odpowiedzialności, na kierunku spodziewanego nalotu, na czas działań wojennych, w ramach tzw. zagęszczenia strefy informacji radiolokacyjnej. Pozwala to znacznie zwiększyć T_{DOL} /rys.2, zał.4/ poprzez zwiększenie d_{RLP} .

Wymagane jest zautomatyzowanie opracowania i przekazywania informacji z WRLP oraz doskonalenie wykonywania manewru sprzętem na wysunięte pozycje. W rejonie podgórskim czy nadmorskim wymagane są specyficzne rozwiązania tego problemu.

Odpowiedni dobór stacji radiolokacyjnych rozwiniętych na RLP ma zapewnić jak najlepszą strukturę przestrzenną i częstotliwościową strefy informacji radiolokacyjnej. Chodzi tu o stacje o największym zasięgu wykrywania celów nisko lecących i w stratosferze oraz odporne na zakłócania radioelektroniczne, a także dużej dokładności określania składu i rozróżnialności współrzędnych. Wymaga to zastosowania na RLP stacji różnych zakresów fal /cm, dcm i m/. Nadają się do tego RLS nowej generacji, na których zastosowana jest kompresja impulsów echa i cyfrowa obróbka sygnału oraz najnowsze cyfrowe układy przeciwzakłóceniami i przestrajaniami częstotliwości. Obecnie brak jest takich stacji zakresu metrowego, średniego zasięgu. Stacje zakresu centymetrowego i decymetrowego są w trakcie wdrażania.

Zautomatyzowany obieg informacji najlepiej funkcjonuje obecnie w wojskach OP. Obejmuje on informacje radiolokacyjne z pododdziałów macierzystych WRt. Opracowanie i przekazywanie informacji z dodatkowych źródeł realizuje się sposobem ręcznym. Wojska OPL i Lotnicze /KL/ są w trakcie wdrażania sprzętu automatyzacji. Problemem jest więc sprzężenie wdrażanych zautomatyzowanych systemów zbioru i opracowania informacji w wojskach OPL i Lotniczych /KL/ z systemem radiolokacyjnym wojsk OP.

Ważnym problemem jest zorganizowanie dyżurnej strefy informacji radiolokacyjnej /SIR/. Dotyczy to przede wszystkim włączenia do pracy takich RLS i na takich RLP, które by tworzyły SIR o najlepszych parametrach na wybranych kierunkach /spodziewanego nalotu/. Obecnie opracowane i realizowane jest to w oparciu o program na komputer, określający w miarę dopasowane grafiki wyboru RLP i włączenia RLS do pracy dyżurnej. Dopracowania wymaga wykorzystanie RLP wojsk CPL.

2.4.4.2. Możliwości pododdziałów WRT w zakresie speżnienia wymagań, co do odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej

Dla oceny możliwości wojsk radiotechnicznych w systemie obrony powietrznej w zakresie dostarczenia informacji o obiektach powietrznych w procesie dowodzenia wojskami raketowymi i lotnictwem myśliwskim, należy dokonać porównania wyliczonych odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej z odległościami możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej. Ponadto trzeba też przedstawić relacje między czasem dysponowanym /doletu/ a czasem dowodzenia stanowisk dowodzenia pododdziałów /ZT/ wojsk raketowych i oddziałów lotnictwa myśliwskiego.

Dla określenia przydatności informacji radiolokacyjnej w zakresie zabezpieczenia radiolokacyjnego, można posłużyć się wskaźnikiem przestrzennej efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych WR i LM. Wskaźnik ten określony jest stosunkiem odległości do możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej:

$$K = \frac{D_{MRIR}}{D_{PRIR}} \quad /2.4.18/$$

gdzie:

D_{MRIR} - odległość do możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej, mierzona od miejsca dyslokacji dr, PRWW.

$$D_{MRIR} = D_w + d_{RLP}$$

gdzie:

D_w - zasięg wykrywania RLP /zewnątrzna granica strefy informacji radiolokacyjnej/;

d_{RLP} - odległość danego RLP od dywizjonu lub PRWW na kierunku spodziewanego nalotu.

System radiolokacyjny^{20/} będzie w stanie wykonać zadanie zabezpieczenia radiolokacyjnego wojsk raketowych, lotnictwa myśliwskiego jedynie przy warunku $K \geq 1$.

Warunkiem ostrzelania celu w wymaganym czasie przez dywizjon raketowy i naprowadzania samolotów myśliwskich na cel, jest spełnienie nierówności:

$$T_{DCL} \geq T_{DCW}_{dop} \quad - \text{ujęto we wzorze /2.4.10/}.$$

2.4.4.2.1. Możliwości spełnienia wymagań stawianych przez wojska raketowe

Wyliczone na podstawie wyrażenia /2.4.9/ liczbowe wartości wymaganej odległości do rubieży informacji radiolokacyjnej $/D_{PRIR}/$ dla wojsk raketowych przedstawia rys.3 załącznik 5.

Na podstawie danych na rys.5 i rys.6 załącznika 5 przedstawiono graficzne porównanie potrzebnej i możliwej rubieży wydawania informacji radiolokacyjnej dla WR na średnich i dużych oraz małych wysokościach lotu celów. Na rysunku uwzględniono możliwości teoretyczne sprzętu radiolokacyjnego w zakresie odległości wykrywania celów powietrznych na danej wysokości. Potrzeby w zakresie odległości do rubieży informacji radiolokacyjnej na średnich i dużych wysokościach wynoszą od 80 km do 275 km oraz dla zestawu S-200 do 650 km.

Wymagania te są możliwe do spełnienia przez wojska radiotechniczne, ponieważ wskaźnik przestrzennej efektywności $K > 1$ a dla S-200 - dla wysokości lotu celów do 20 km. Natomiast na małych wysokościach /do 1000 m/, potrzeby wynoszą od 70 km do 95 km. Możliwe są do spełnienia przez WRt od wysokości 200 i 300 m /S-125, KUB i S-300/ oraz od wysokości 400 m dla zestawów S-75 i KRUG.

Możliwości w zakresie rubieży informacji radiolokacyjnej na bardzo małych wysokościach można zwiększyć poprzez wysunięcie w stosunku do dywizjonu raketowego danego RLP, na kierunku spodziewanego nalotu. Na rys.6 załącznika 5 jest widoczne, że dla $d_{RLP}=50\text{km}$ potrzeby są spełnione.

^{20/} Cdniesć to można do pododdziału /oddziału, ZT WRt/ i oddziału /ZT/ WR i LM.

Innym sposobem zwiększającym zdolność spełnienia wymagań co do PRIR może być minimalizacja niezbędnego /dopuszczalnego/ czasu dowodzenia $/T_{DOW}/$. Porównanie czasów dowodzenia dla poszczególnych zestawów raketowych i czasu dolotu w zależności od dalszej granicy stref ognia przedstawione są na rys.4 załącznika 5 na podstawie rys.1 i 2 tegoż załącznika.

W przypadku stosowania przez przeciwnika zakłóceń o dużym stopniu intensywności z wykorzystaniem samolotów WRe, współczynnik ściśnięcia strefy wykrywania danego RLP może wynosić od 0,75 do 0,90 $/q = 10 - 100 \frac{W}{MHz} /^{21}/$, przy odległości źródła zakłóceń do RLP - 150km. Spowodować to może podniesienie dolnej granicy strefy informacji radiolokacyjnej na małych wysokościach o ok. 150 m.

Biorąc pod uwagę znaczne zmniejszenie prawdopodobieństwa wykrywania obiektów przez RLS oraz zmniejszenie dokładności informacji o sytuacji powietrznej, możliwości WRt w zakresie wydania informacji mogą zmniejszyć się nawet do 50 %^{22/}.

2.4.4.2.2. Możliwości spełnienia wymagań stawianych przez lotnictwo myśliwskie

Wartość liczbowa odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej powinna gwarantować postawienie lotnictwa myśliwskiego w określony stopień gotowości bojowej, zapewnić start i przechwycenie celów powietrznych na określonej rubieży.

Dla wstępnego etapu naprowadzania wyliczone odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej są przedstawione na rys.2 załącznika 6. Na rys.2 załącznika 6 przedstawiono graficznie porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej, tworzonej przez dane RLP /brt/ dla potrzeb LM. Przyjęto prawdopodobne prędkości lotu SNP przeciwnika wynoszących: 700, 800, 900, 1400 i 1800 km/h.

Z przedstawionych rysunków wynika, że wartość liczbowa wskaźnika przestrzennej efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych lotnictwa myśliwskiego w przedziale małych wysokości i w całym zakresie przyjętych prędkości celów powietrznych oraz niezbędnych

21/ K.Korzecki, E.Piatkowski, Obrona radioelektroniczna wojsk CPL.

Skrypt ASG WP, 1986, zał.5.

22/ Biuletyn informacyjny nr 4/131/, MCN 1979, s.159.

czasów opóźnienia informacji jest znacznie mniejsza od jedności. Wartość ta zmniejsza się wraz ze wzrostem prędkości lotu celów. Dla prędkości do 900 km/h wartość $K \geq 1$ od wysokości równej około 3000 m. Natomiast, gdy $V_c = 1400$ km/h warunek spełniony jest od wysokości ok. 5000 m, a przy $V_c = 1800$ km/h - od wysokości ok. 8000 m. Wartość wskaźnika efektywności $/K/$ można zwiększyć poprzez zmianę odległości od RLP /PN/ do lotniska, lecz jest to znacznie ograniczone.

Oznacza to, że w przyjętych do rozważania warunkach, wojska radiotechniczne nie mogą zapewnić wymaganej rubieży informacji radiolokacyjnej dla wstępnego etapu naprowadzania, w oparciu o informację pierwotną /otrzymywaną bezpośrednio z RLS /RLP/. Odnosi się to przede wszystkim do wysokości małych i średnich. Można spełnić te wymagania w przypadku wykorzystania informacji z radiowych sieci powiadamiania lub z kanałów powiadamiania zautomatyzowanego systemu dowodzenia - co nie jest możliwe przy działaniach lotnictwa myśliwskiego na kierunku nadmorskim. W pewnych warunkach można zabezpieczyć w informację radiolokacyjną lotnictwo działające ze stref dyturowania. Wówczas znacznie może zmienić się D_{PRIR} a poprzez to zwiększy się wskaźnik K .

Z analizy rysunku nr 3 i 4 załącznika 6 wynika, że dla małych wysokości lotu celów powietrznych, wskaźnik przestrzennej efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych lotnictwa myśliwskiego $K > 1$ dla warunku $700 \leq V_c \leq 1400$ km/h, dla średnich i dużych wysokości $K \gg 1$.

Wynika z tego, że w bezpośrednim etapie naprowadzania posterunki radiolokacyjne wydające informacje dla punktów naprowadzania stwarzają korzystne warunki dla lotnictwa myśliwskiego w zakresie wymaganej rubieży informacji radiolokacyjnej.

2.4.4.3. Możliwości pododdziałów WRT w zakresie spełnienia wymagań dotyczących jakości informacji radiolokacyjnej

Na jakość informacji radiolokacyjnej przede wszystkim rzutują następujące jej parametry: dokładność, czas opóźnienia i dyskretność oraz ogólny błąd /dokładność/. Możliwości pododdziałów WRT w zakresie spełnienia wymagań informacyjnych dotyczą przede wszystkim tych parametrów.

2.4.4.3.1. Możliwości spełnienia wymagań w zakresie dokładności informacji radiolokacyjnej

W systemie niezautomatyzowanym dokładność informacji radiolokacyjnej określona jest błędami wnoszącymi przez stacje radiolokacyjne i ogniwa opracowania informacji.

Dokładność informacji pierwotnej o obiektach powietrznych określona jest błędami spowodowanymi niedokładnością pomiaru współrzędnych przez poszczególne urządzenia stacji radiolokacyjnej. Dokładność określania współrzędnych zawiera się w przedziałach:

- w odległości $300 \text{ m} < \sigma_D < 2000 \text{ m}$
- w azymucie $0,5^\circ < \sigma_\beta < 2^\circ$
- w wysokości $100 \text{ m} < \sigma_H < 1000 \text{ m}$.

Wymagania w zakresie dokładności określenia współrzędnych mogą być spełnione przez stacje zakresu centymetrowego i decymetrowego, a szczególnie przez stacje posiadające możliwości kompresji impulsów echa.

Ogniwa opracowania informacji radiolokacyjnej wnoszą takie błędy, jak: odczytywania współrzędnych obiektu powietrznego przez operatora; nanoszenia obiektów na planszet we współrzędnych biegunowych i prostokątnych; oznaczania czasu namiaru.

Dokładność odczytywania współrzędnych /średniokwadratowy błąd odczytu/ obliczona z wyrażenia:

$$\sigma_{od} = \sqrt{\sigma_D^2 + \sigma_\beta^2 + \sigma_H^2} \quad /2.4.19/$$

zawiera się on w przedziale od 550 m do 2600 m^{23/}.

Wartość σ_β została przedstawiona w jednostkach liniowych poprzez:

$$\sigma_\beta [\text{km}] = 0,0174 \cdot D [\text{km}] \cdot \Delta\beta [\text{min}] \quad /2.4.20/$$

$\Delta\beta$ - błąd odczytu wyrażony w minutach.

Przyjęto błędy odczytu:

$520 \text{ m} \leq \sigma_\beta \leq 870 \text{ m}$; - dla zakresu wskaźnika - 100 km

$1044 \text{ m} \leq \sigma_\beta \leq 1740 \text{ m}$; - dla zakresu wskaźnika - 200 km

$1566 \text{ m} \leq \sigma_\beta \leq 2610 \text{ m}$; - dla zakresu wskaźnika - 300 km

$100 \text{ m} \leq \sigma_D \leq 200 \text{ m}$;

$100 \text{ m} \leq \sigma_H \leq 200 \text{ m}$.

23/ patrz odnośnik 18/ na s.77 rozprawy.

Błąd kątowy azymutu - $20' \leq \sigma_{\beta} \leq 30'$.

Dokładność nanoszenia położenia /tras/ obiektów powietrznych na planszet we współrzędnych biegunowych można obliczyć na podstawie wzoru:

$$\sigma_{nan} = \sqrt{\sigma_{Dnan}^2 + \sigma_{\beta nan}^2} \quad - /2.4.21/$$

Na planszecie w skali 1:500 000 błąd nanoszenia wynosi:

- w odległości $\sigma_{Dnan} = 1 \text{ km}$;
- w azymucie $\sigma_{\beta nan} = 1^{\circ}$.

Na planszecie w skali 1:250 000 błąd wynosi:

- w odległości $\sigma_{Dnan} = 500 \text{ m}$;
- w azymucie $\sigma_{\beta nan} = 1^{\circ}$.

Wartości dokładności nanoszenia obiektów powietrznych na planszet są przedstawione w tabeli:

Zakres planszetu /km/	Skala plansz. 1:500 000		Skala plansz. 1:250 000	
300		5300		5220
200		3500		3440
100		2000		1770

Rys.20. Wartości dokładności nanoszenia obiektów powietrznych na planszet.

Dokładność nanoszenia tras obiektów powietrznych na planszet we współrzędnych prostokątnych /przekształcenie współrzędnych biegunowych na prostokątne/ mieści się w zakresie - $\sigma_{xy} \leq 4,9 \text{ km}$.

Dokładność oznaczenia czasów namiarów zawiera się od 2000 m do 12 500 m, dla prędkości lotu celu od 150 m/s do 730 m/s.

Dokładność informacji radiolokacyjnej obliczyć można za pomocą wzoru:

$$\sigma_{ir} = \sqrt{\sum_{ir=1}^k \sigma_{ir}^2} \quad /2.4.22/$$

σ_{ir} - średniokwadratowy błąd danego ogniwa opracowania informacji;

k - liczba ogniw opracowania informacji.

Obliczone wartości dokładności informacji radiolokacyjnej zawierają się w przedziale od 5000 do 15 000 m.

W systemie zautomatyzowanym dokładność informacji radiolokacyjnej zdejmowanej zależy od technicznych możliwości aparatury oraz oprogramowania jednostki centralnej systemu zautomatyzowanego.

W opracowaniu pierwotnym dokładność określania współrzędnych x, y w zależności od przyjętej skali zdejmowania informacji, wynosi: $\pm 0,6$ km dla skali od 0 - 150 km i 1,2 km dla skali od 0 - 300 km oraz 2,4 km dla skali 0 - 600 km. Dokładność określania wysokości wynosi ± 1 km.

Dokładność ekstrapolacji przyjmuje wartość od 0,68 do 2,32 km, przy czasie eksploatacji od 10 s do 60 s.

Z powyższego wynika, że zautomatyzowany system zabezpiecza zdejmowanie i przekazywanie informacji radiolokacyjnej z dokładnością od 0,68 do 2,32 km, w zależności od wielkości czasu ekstrapolacji.

W opracowaniu wtórnym dokładność ekstrapolacji wynosi 7 km dla czasu ekstrapolacji $t_e = 50$ s.

2.4.4.3.2. Możliwości spełnienia wymagań w zakresie czasu opóźnienia i dyskretności informacji radiolokacyjnej

W niezautomatyzowanym systemie zdejmowania informacji radiolokacyjnej cały proces obiegu informacji zależy przede wszystkim od możliwości osób biorących udział w opracowaniu, transmisji i przetwarzaniu informacji radiolokacyjnej oraz od ilości zastosowanych środków łączności.

W procesie opracowywania informacji radiolokacyjnej na poszczególnych szczeblach organizacyjnych bierze udział zespół osób funkcyjnych, wnoszących odpowiednie czasy opóźnienia. Ponadto wnoszony jest czas niezbędny do wykonania analizy sytuacji powietrznej.

Łączny czas opóźnienia informacji radiolokacyjnej w systemie niezautomatyzowanym jest następujący na:

- SD krt /PPN/ wynosi około 25 s;
- SD brt /SD DLMB/ wynosi około 30 s /w złożonej sytuacji około 90 s/;
- SD BRt /PłSD OPL i WLF/ wynosi około 75 s /w złożonej sytuacji około 237 s/;

natomiast w relacji:

- SD krt - SD brt wynosi około 60 s.;

- SD brt - SD BRt wynosi około 110 s /ok.200 s/;
- SD krt - SD BRt /jako łączny czas opóźnienia/ około 130 s, /około 230 s/.

Dyskretność informacji radiolokacyjnej w niezautomatyzowanym systemie dowodzenia uzależniona jest od możliwości i sprawności środków łączności oraz od możliwości i poziomu wykształcenia osób funkcyjnych biorących udział w opracowaniu, transmisji i przetwarzaniu informacji radiolokacyjnej, a także od liczby obiektów powietrznych w rejonie obserwacji danego szczebla dowodzenia. Ilość celów śledzonych przez RLS /RLP/ na dowolnym pułapie można określić według zależności:

$$N_H = \frac{D \cdot G}{V_c} \quad /2.4.23/$$

gdzie:

- N_H - liczba celów śledzonych na danej wysokości;
- D - zasięg wykrywania RLS na danej wysokości m;
- G - intensywność nalotu /cele/s/;
- V_c - prędkość celu m/s.

Praktycznie liczba celów śledzonych /zobrazowanych "echosygnarów"/ przez RLS jest nieograniczona, ponieważ RLS i wskaźniki radiolokacyjne posiadają duże zdolności rozdzielcze w odległości i współrzędnych katowych. Z analizy możliwości osób funkcyjnych wynika, że z dyskretnością 1 min operator jest w stanie przekazać informacje o 9-10, a spiker o 8-9 obiektach powietrznych. Planszecista we współrzędnych biegunowych może wrysować informację na planszet o 7-8, a planszecista we współrzędnych siatki o 6-7 obiektach powietrznych.

Przeciętny czas meldowania o sytuacji powietrznej wynosi w relacji: SD krt /RLP/ - SD brt-8 s; SD brt - SD BRt-9 s.

Z powyższego wynika, że system niezautomatyzowany zabezpiecza transmisję informacji w odstępach minutowych o 7-8 obiektach powietrznych w relacji RLP - SD brt oraz w odstępach 2 minutowych o 12-14 obiektach powietrznych w relacji SD brt - SD BRt.

Zatem dyskretność przekazywanej informacji o wymienionej liczbie obiektów powietrznych /jednocześnie działających/ wynosi w relacji RLP - SD brt-60 s; SD brt - SD BRt-120 s.

Dyskretność informacji pogarsza się ze wzrostem liczby obiektów powietrznych w rejonie obserwacji danego szczebla dowodzenia. Powoduje to zwiększenie odległości pomiędzy poszczególnymi położeniami celów a poprzez to może utrudnić lub uniemożliwić praktyczne wykorzystanie informacji radiolokacyjnej przez WR i LM. Należy więc dążyć do tego, aby dyskretność przekazywania informacji była jak najmniej, poprzez wykonanie przedsięwzięć organizacyjnych i technicznych.

W zautomatyzowanym systemie zdejmowania informacji radiolokacyjnej proces obiegu informacji zależy głównie od możliwości osób funkcyjnych biorących udział w opracowaniu informacji.

Łączny czas opóźnienia informacji radiolokacyjnej w systemie zautomatyzowanym wynosi na:

- SD krt - 10-20 s;
- SD brt - 20 - 30 s;
- SD BRT - 30 - 40 s.

W relacji:

- krt - brt - około 20 s;
- brt - BRt - około 30 s;
- krt - BRt - 50 - 90 s /sumaryczny czas opóźnienia/.

Z punktu widzenia taktycznego informacja o każdym obiekcie powietrznym powinna być przekazywana ze źródła do SD w sposób ciągły lub przerywany z taką dyskretnością, która zapewniałaby uzyskanie na wskaźniku ZtSD ciągłej trasy lotu.

Dyskretność t_D można określić za pomocą następującego wzoru:

$$t_D = \frac{l_d}{v_c} \quad /2.4.24/$$

gdzie:

l_d /m/ - dopuszczalny odcinek trasy między dwoma kolejnymi położeniami obiektu powietrznego;

v_c /m/s/ - prędkość lotu obiektu powietrznego.

Dopuszczalny odcinek trasy między kolejnymi położeniami znacznika obiektu zobrazonego na wskaźniku radiolokacyjnym /planszecie/, w przypadku zobrażenia elektronicznej siatki znaczników odległości, wynosi $l_d = 10$ km, jak również w przypadku zobrażenia współrzędnych siatki OP - 61 równy jest długości boków kwadratu drugiego podziału, a więc na szerokości geograficznej Polski około 12 km $/l_d = 12$ km/.

Przy założeniu, iż liczba ogniów biorących udział w opracowaniu informacji radiolokacyjnej nie ma wpływu na dyskretność przekazywanej informacji, będzie ona zdeterminowana obrotami systemów antenowych RLS będących na wyposażeniu WRt.

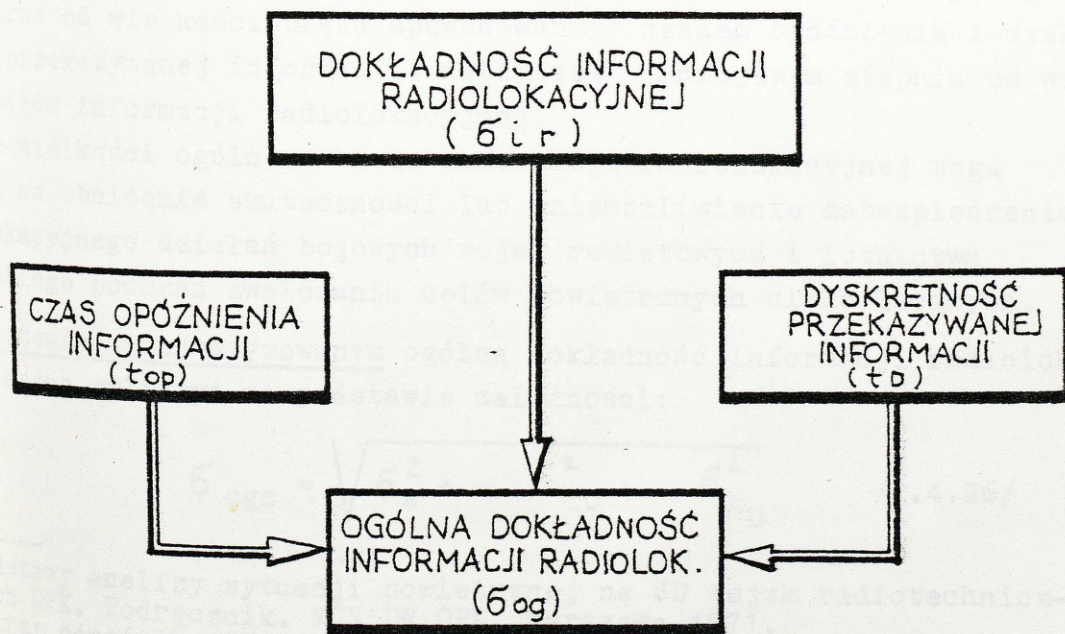
System antenowy większości RLS obraca się ze średnią prędkością 3 lub 6 obr./min., co daje co 20 s lub 10 s zmianę sytuacji na wskaźnikach ZtSD.

Biorąc pod uwagę prędkość SNP i możliwości obrotowe systemów antenowych RLS należy przyjąć, że dyskretność przekazywanej informacji radiolokacyjnej powinna wynosić 10 s.

W zależności od liczby obrotów anteny RLS na minutę, dyskretność przekazywanej informacji radiolokacyjnej wynosi: 10 s przy 6 obr./min. i 20 s przy 3 obr./min.

2.4.4.3.3. Możliwości spełnienia wymagań w zakresie ogólnej /wypadkowej/ dokładności /błędu/ informacji radiolokacyjnej

W procesie opracowania informacji radiolokacyjnej, oprócz dokładności informacji radiolokacyjnej, należy również uwzględnić czas opóźnienia informacji i dyskretność przekazywania, które są składnikami ogólnej dokładności informacji radiolokacyjnej /rys.21/.



Rys.21. Schemat powstawania ogólnej dokładności /błędu/ informacji radiolokacyjnej

W systemie niezautomatyzowanym ogólna dokładność informacji radiolokacyjnej, jako błąd średniokwadratowy równa się pierwiastkowi kwadratowemu z sumy niezależnych od siebie błędów poszczególnych elementów wpływających na ogólny błąd^{24/}.

W tym przypadku:

$$\sigma_{og} = \sqrt{\sigma_{inf}^2 + \sigma_{TO}^2 + \sigma_{t_D}^2} \quad /2.4.25/$$

gdzie:

- σ_{inf} - błąd informacji radiolokacyjnej;
- σ_{TO} - błąd informacji radiolokacyjnej spowodowany czasem opóźnienia;
- σ_{t_D} - błąd informacji radiolokacyjnej spowodowany dyskretnością przekazywania.

Wartość ogólnego błędu informacji radiolokacyjnej w zależności od błędów składowych prędkości lotu $/V_c/$ równej 220 i 700 m/s i dokładności określania odległości $/\sigma_D/$ - 1 km są następujące^{25/}:

- dla prędkości lotu celu 220 m/s zawiera się w granicach od 25 do 65 km;

- dla $V_c = 700$ m/s zawiera się w granicach od 79 do 209 km.

Wynika z tego następujący wniosek: ogólna dokładność zależy w głównej mierze od wielkości błędu spowodowanego czasem opóźnienia i dyskretnością przekazywanej informacji, natomiast w mniejszym stopniu od wielkości błędu informacji radiolokacyjnej.

Duże wielkości ogólnego błędu informacji radiolokacyjnej mogą przyczynić się do obniżenia skuteczności lub uniemożliwienia zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych wojsk rakietowych i lotnictwa śmigłowego podczas zwalczania celów powietrznych nisko lecących.

W systemie zautomatyzowanym ogólną dokładność informacji radiolokacyjnej można wyliczyć na podstawie zależności:

$$\sigma_{ogz} = \sqrt{\sigma_e^2 + \sigma_{TO}^2 + \sigma_{t_D}^2} \quad /2.4.26/$$

Podstawy analizy sytuacji powietrznej na SD wojsk radiotechnicznych OPK. Podręcznik. MCN DW OPK. Warszawa 1971.

Patrz: odnośnik 18/ rozprawy, s.77 załącznik 13.

gdzie:

σ_e , σ_{TC} , σ_{t_D} - błąd informacji spowodowany czasem ekstrapolacji, opóźnienia i dyskretnością przekazywania

Wartości liczbowe ogólnej dokładności mieszczą się w zakresie:

- dla $V_c = 220$ m/s - od 13 do 20 km

- dla $V_c = 700$ m/s - od 39 do 64 km.

W obliczeniach przyjęto: $\sigma_D = 1$ km; $\sigma_{x,y} = 1,17$ km.

Podsumowując rozpatrywane zagadnienia można sformułować następujące wnioski:

1. Ogólna dokładność informacji radiolokacyjnej w głównej mierze zależy od czasu ekstrapolacji, opóźnienia i dyskretności przekazywanej informacji radiolokacyjnej, natomiast w minimalnym stopniu od dokładności określania odległości.

2. Ogólna dokładność informacji radiolokacyjnej w systemie zautomatyzowanym jest zbyt duża i wpływa ujemnie na możliwości wykorzystania ZtSD w zabezpieczeniu radiolokacyjnym działań bojowych wojsk rakietowych i lotnictwa myśliwskiego podczas zwalczania celów nisko lecących i o małej powierzchni skutecznej odbicia radiolokacyjnego.

2.4.4.4. Prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego wskazywania celów dywizjom rakietowym

Jako kryterium oceny możliwości zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych wojsk rakietowych w systemie obrony powietrznej przyjmuje się prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego wskazywania celów.

Kryterium to w pełni charakteryzuje możliwości pododdziałów radiotechnicznych podczas wskazywania celów dla wojsk rakietowych.

Natomiast jakość wykonania zadania wskazania celów dywizjom ogniowym ocenia się na podstawie wpływu dokładności informacji radiolokacyjnej na wielkość prawdopodobieństwa zabezpieczenia wskazywania celów.

Prawdopodobieństwo nacelowania stacji naprowadzania rakiet na wskazany cel można obliczyć na podstawie wyrażenia^{26/}

$$P_{zwc} = \Phi\left(\frac{R_D}{2\sigma_D}\right) \Phi\left(\frac{R_B}{2\sigma_B}\right) \Phi\left(\frac{R_E}{2\sigma_E}\right) \quad /2.4.27/$$

26/ Taktyka WRt wojsk OPK. Podręcznik, DW OPK 643/75, s.65.

$$\Phi\left(\frac{R_D}{2\sigma_D}\right) = \Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad /2.4.28/$$

gdzie:

$\Phi\left(\frac{R_D}{2\sigma_D}\right)$ - gęstość prawdopodobieństwa charakteryzująca prawdopodobieństwo trafienia przypadkowej wartości w przedział o długości równej R_D ;

$R_D, R_\beta, R_\varepsilon$ - wymiary przestrzeni przeszukiwanej przez SNR w odległości, azymucie i kącie położenia przy ustalonym położeniu anteny i skali odległości SNR;

$\sigma_D, \sigma_\beta, \sigma_\varepsilon$ - średniokwadratowe błędy wskazywania według odpowiednich współrzędnych.

Błędy wskazywania / $\sigma_D, \sigma_\beta, \sigma_\varepsilon$ / oraz ich składowe określa się według wzoru^{26/}:

$$\sigma_{D, \beta, \varepsilon} = \sqrt{\sigma_{D, \beta, \varepsilon \text{ irl}}^2 + \sum_{i=1}^n \sigma_{D, \beta, \varepsilon i}^2} \quad /2.4.29/$$

Błędy dynamiczne zawarte w błędach informacji radiolokacyjnej uwzględnione są we wzorze:

$$\sigma_{D, \beta, \varepsilon \text{ irl}} = \sqrt{\sigma_{D, \beta, \varepsilon \text{ RLS}}^2 + \sigma_{D, \beta, \varepsilon \text{ dyn}}^2} \quad /2.4.30/$$

gdzie:

$\sigma_{D, \beta, \varepsilon \text{ irl}}$ - błąd informacji radiolokacyjnej w określonej współrzędnej.

Błędy przeciwlotniczego zestawu raketowego są znane i w czasie cyklu strzelania / T_c / są stałe. Można je wyrazić jedną wielkością

($\sigma_{D, \beta, \varepsilon \text{ przr}}^2$)

Wówczas:

$$\sigma_{D, \beta, \varepsilon} = \sqrt{\sigma_{D, \beta, \varepsilon \text{ irl}}^2 + \sigma_{D, \beta, \varepsilon \text{ przr}}^2} \quad /2.4.31/$$

gdzie:

$\sigma_{D, \beta, \varepsilon \text{ przr}}^2$ - uśredniona wartość średniokwadratowego błędu zestawu raketowego.

^{26/} Taktyka WRT wojsk OPK. Podręcznik, DW OPK 643/75, s.65.

Wartości liczbowe prawdopodobieństwa wskazywania celów wahają się w dużym zakresie i zależą głównie od dokładności określania odległości, azymutu i wysokości przez stacje radiolokacyjne; sposobu wskazywania celów powietrznych oraz od wymiarów przestrzeni przeszukiwanej przez SNR. Wartości liczbowe prawdopodobieństwa przedstawia rys.22 i 24.

PZR $\sigma_{x,y} / \text{km/}$	S-125	S-75	S-300	KUB	KRUG	BRLS /stop/
0,48	0,86	0,90	0,99	0,94	0,99	0,5
1,8	0,80	0,84	0,99	0,89	0,99	1
3,5	0,70	0,75	0,99	0,58	0,98	2
5,2	0,59	0,63	0,99	0,41	0,90	3
6,9	0,48	0,53	0,99	0,31	0,78	4
8,7	0,41	0,45	0,98	0,21	0,68	5
10	0,35	0,39	0,98	-	0,59	6
13	0,26	0,30	0,97	-	0,46	8

Rys.22. Obliczone wartości prawdopodobieństwa wskazywania celów zależne od $\sigma_{x,y}$ informacji radiolokacyjnej.

Do obliczeń przyjęto: $\sigma_{D_{RLS}} = 1 \text{ km}$; $V_c = 300 \text{ m/s}$; $t_{op} = 30 \text{ s}$;
 $\sigma_{H_{RLS}} = 300 \text{ m}$; $\sigma_{\beta, \epsilon \text{ dyn.}} = 0$; $D_{WC} = 100 \text{ km}$ oraz dane zawarte na rys.24.

	$R_D / \text{km/}$	$R_\beta / \text{stop/}$	$R_\epsilon / \text{stop/}$	$\sigma_{D_{ZR}} / \text{m/}$	$\sigma_{\beta_{ZR}} / \text{stop/}$	$\sigma_{\epsilon_{ZR}} / \text{stop/}$
S-125	50	6	6	40	1,5	1,5
S-75	75	7	7	100	2	2
S-300	120	± 40	30	20	1	1
KUB	50	3,25	9	20	0,1	0,1
KRUG	75	± 5	$\pm 9,5$	20	0,1	0,1

Rys.23. Dane do obliczeń D_{WC} .

Ponadto do obliczeń wykorzystano wzory:

$$\sigma_{D_{dyn.}} = \frac{V_c \cdot t_{op}}{3}$$

$$\sigma_{\epsilon_{RLS}} = \frac{\sigma_{H_{RLS}} \cdot 57,3}{D_{WC}}$$

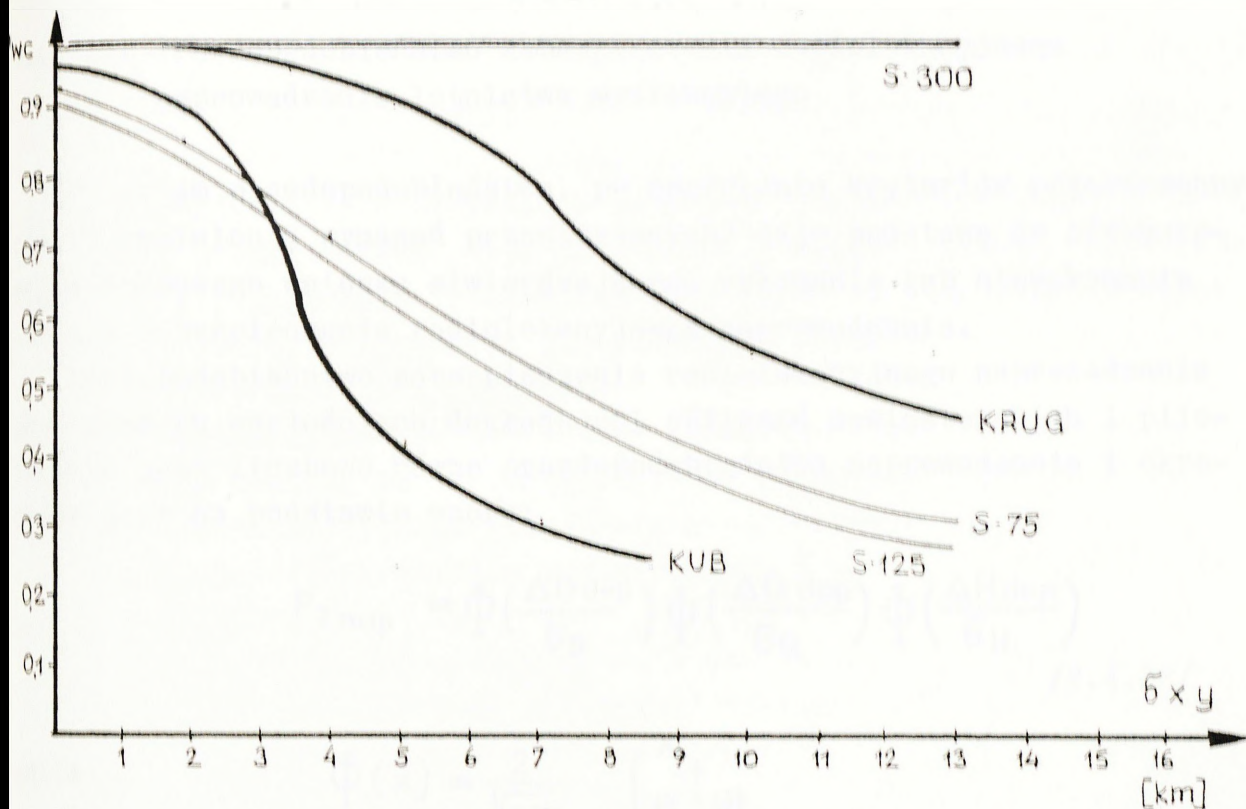
przy czym:

$$\sigma_{\beta} = \sigma_{B_{RLS}} \cdot D \cdot 0,0174 \quad \text{km}$$

Ze sporządzonego wykresu /rys.24/ wynika, że dokładność informacji radiolokacyjnej ma różny wpływ na P_{WC} zestawom raketowym. Największe wymagania w tym zakresie ma zestaw KUB a najmniejsze S-300.

W toku wykonywania obliczeń P_{WC} wynikało, że największy wpływ na jego wartość mają współrzędne katowe, a szczególnie dokładność określania azymutu przez stacje radiolokacyjne. Zależność taka jest dość niekorzystna, ponieważ w praktyce trudno jest uzyskać małe wartości $\sigma_{B_{RLS}}$. Szczególnie dotyczy to stacji zakresu metrowego i decymetrowego. Lepiej jest, jeżeli chodzi o dokładność określania odległości. W oparciu o tzw. kompresję impulsu sygnału echa można określić odległość od obiektu powietrznego z dokładnością kilkudziesięciu, kilkuset metrów.

Można również wnioskować, iż konieczna jest minimalizacja błędów w określaniu współrzędnych obiektów powietrznych w procesie zautomatyzowanego zbioru i opracowania informacji radiolokacyjnej.



Rys.24. Zależność prawdopodobieństwa wskazywania od dokładności informacji radiolokacyjnej /dla S-125, S-75, S-300, KUB, KRUG/

Jak wynika z rysunku 22 wartości liczbowe prawdopodobieństwa wskazania celów powietrznych SNR odpowiadają stawianym wymaganiom $P_{zwc} \geq 0,9$ jedynie dla RLS, których dokładność określania współrzędnych celów powietrznych jest obecnie największa /K-66, P-37, NUR-31, 32,11, JWAOR-M2/.

Zwiększone wartości prawdopodobieństwa wskazania celów można będzie uzyskać poprzez wprowadzenie nowych typów RLS, umożliwiających określenie współrzędnych obiektów powietrznych z większą dokładnością i poprzez automatyzację procesu wskazywania celów, a także poprzez zmniejszenie wielkości błędów ogniw nacelowania SNR na cel powietrzny.

2.4.3.5. Prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania lotnictwa myśliwskiego

Kryterium prawdopodobieństwa, po spełnieniu kryteriów przestrzennych /czyli spełnieniu wymagań przestrzennych/ daje podstawę do sformułowania końcowego wniosku stwierdzającego wykonanie lub niewykonanie zadania zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania.

Prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania przy stałych wartościach dokładności obliczeń nawigacyjnych i pilotowania jest liczbowo równe prawdopodobieństwu naprowadzania i określone jest na podstawie wzoru:

$$P_{Z_{nap}} = \Phi\left(\frac{\Delta D_{dop}}{\sigma_D}\right) \Phi\left(\frac{\Delta Q_{dop}}{\sigma_Q}\right) \Phi\left(\frac{\Delta H_{dop}}{\sigma_H}\right) \quad /2.4.32/$$

gdzie:

$$\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt \quad /2.4.33/$$

D_{dop} , Q_{dop} , H_{dop} - dopuszczalne błędy naprowadzania w odległości, kursie i wysokości;

σ_D , σ_Q , σ_H - błędy średniokwadratowe ogniwa naprowadzania w odległości, kursie i wysokości;

$\Phi\left(\frac{\Delta Q}{\sigma_Q}\right)$ - całka prawdopodobieństwa trafienia przypadkowej wielkości w przedziale o długości ΔQ_{dop} .

Obliczenie prawdopodobieństwa sprowadza się pośrednio do obliczeń błędów naprowadzania w kursie i wysokości / σ_Q , H_{pil} /.

$$\sigma_{Q,H} = \sqrt{\sigma_{Q,H_{irl}}^2 + \sigma_{Q,H_{nawig}}^2 + \sigma_{Q,H_{pil}}^2} \quad /2.4.34/$$

gdzie:

$\sigma_{Q,H_{irl}}$ - średniokwadratowe błędy informacji radiolokacyjnej;

$\sigma_{Q,H_{nawig}}$ - średniokwadratowe błędy obliczeń nawigacyjnych w kursie i wysokości;

$\sigma_{Q, H_{pil}}$ - średniokwadratowe błędy pilotażu w kursie i wysokości.

Z wyrażenia /2.4.34/ wynika, że o wielkości błędów naprowadzania w kursie i wysokości decydują błędy obliczeń informacji radiolokacyjnych. Wielkość tych pierwszych zależy od poziomu wyszkolenia nawigatora i pilota oraz od typu samolotu i przyjętej metody naprowadzania. Na błędy informacji radiolokacyjnej można wpływać poprzez wybór RLS o największej dokładności przekazywanej informacji w odniesieniu do odległości, azymutu i wysokości.

Wartości liczbowe prawdopodobieństwa przedstawione są na rys.25.

Z rysunku wynika, że wartości liczbowe prawdopodobieństwa zabezpieczenia radiolokacyjnego wahają się w szerokich granicach zależnie od dokładności określania współrzędnych i sposobu zabezpieczenia radiolokacyjnego.

Aby naprowadzanie lotnictwa na cele powietrzne było skuteczne, punkty naprowadzania powinny otrzymywać dokładną informację radiolokacyjną, a to mogą zapewnić przede wszystkim stacje radiolokacyjne K-66, P-37, NUR-11, NUR-31/32, JAWOR-M2.

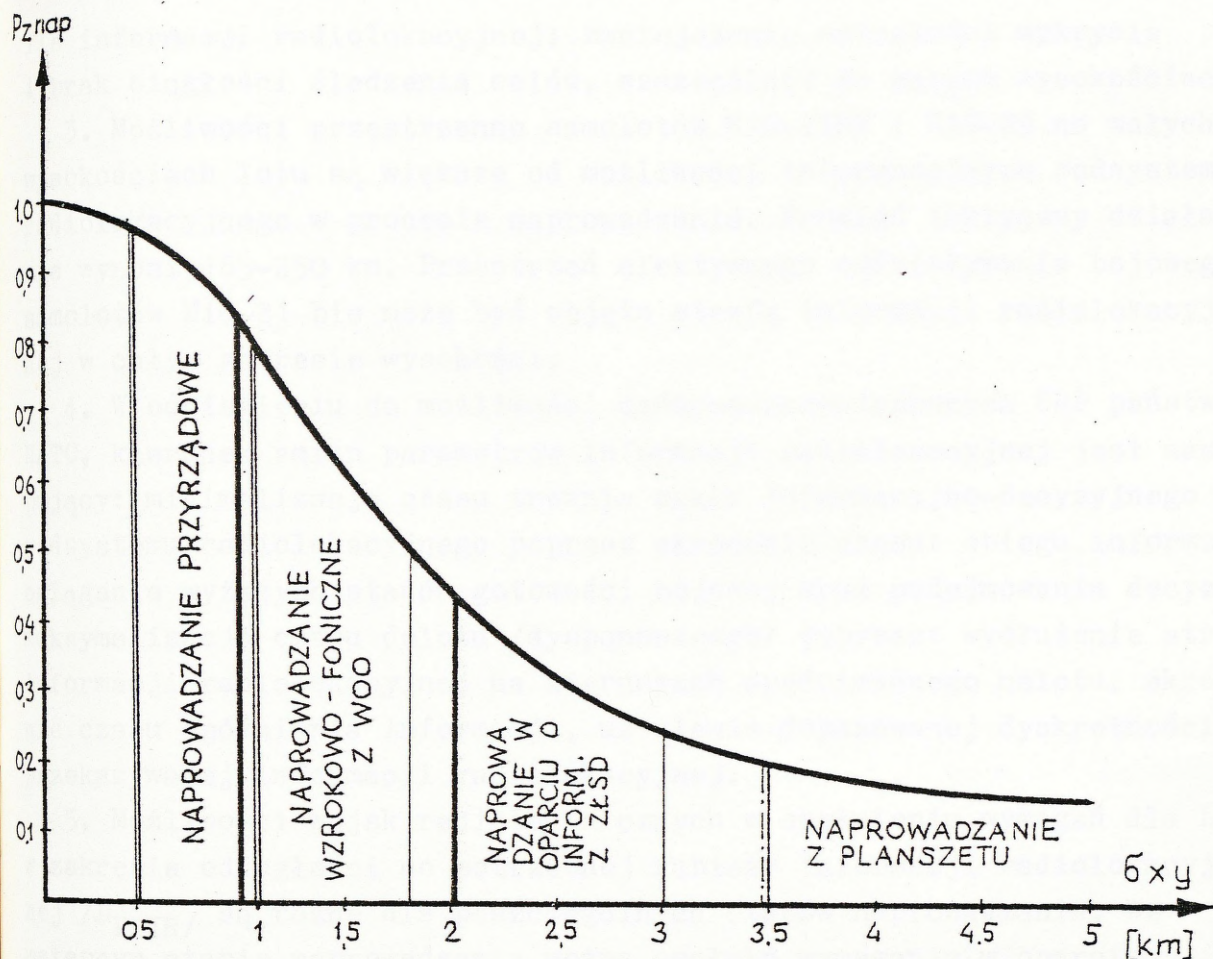
Dla stacji tych wartość P_{znap} dla samolotów MiG-21 bis i MiG-23MF zawarta jest w granicach ^{27/}

$$0,777 \leq P_{znap} \leq 0,999$$

Ze względu na duże błędy określania współrzędnych, stacje radiolokacyjne P-14F, OBRONA, P-40 nie powinny być wykorzystywane do naprowadzania lotnictwa myśliwskiego /w etapie naprowadzania bezpośredniego/ na cele powietrzne $0,439 \leq P_{znap} \leq 0,76$ dla RLS P-14F, OBRONA i $0,237 \leq P_{znap} \leq 0,4592$ dla RLS P-40/.

Realizację etapu naprowadzania bezpośredniego umożliwia zautomatyzowany i wskaźnikowy sposób zabezpieczenia radiolokacyjnego z dopuszczalnym prawdopodobieństwem.

27/ J. Piekarczyk, Zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych LM i WR korpusu OPK na kierunku południowo-zachodnim, ASG WP, 1980, s.83.



Rys.25. Zależność wartości prawdopodobieństwa zabezpieczenia naprowadzania od dokładności informacji radiolokacyjnych

W podsumowaniu rozdziału można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Samoloty przeciwnika będą w stanie wykonać nalot podczas pokonywania obrony powietrznej na wysokościach małych i bardzo małych. Najbardziej prawdopodobnymi wysokościami pokonywania stref rażenia wojsk raketowych obrony powietrznej będą wysokości w przedziale 70 - 150 m. Prędkość lotu może wynosić rzędu 600-900 km/h, a nawet w niektórych sytuacjach taktycznych - 1300 - 1400 km/h.
2. Nalot wykonywany będzie prawdopodobnie pod przykryciem intensywnych zakłóceń radioelektronicznych. Strefa informacji WRt w systemie OP może zmniejszyć się na kierunkach zakłóceń średnio o 40 %, a na małych wysokościach lotu celu - do 60 %. Spowodować to może podniesienie dolnej granicy jak również zwiększenie liczby "dziur" w stre-

nie informacji radiolokacyjnej; zmniejszenie odległości wykrycia i brak ciągłości śledzenia celów, szczególnie na małych wysokościach.

3. Możliwości przestrzenne samolotów MiG-23MF i MiG-29 na małych wysokościach lotu są większe od możliwości informacyjnych podsystemu radiolokacyjnego w procesie naprowadzania. Promień taktyczny działania wynosi 165-250 km. Przestrzeń efektywnego oddziaływania bojowego samolotów MiG-21 bis może być objęta strefą informacji radiolokacyjnej w całym zakresie wysokości.

4. W odniesieniu do możliwości czasowo-przestrzennych SNP państw NATO, kierunek zmian parametrów informacji radiolokacyjnej jest następujący: minimalizacja czasu trwania cyklu informacyjno-decyzyjnego podsystemu radiolokacyjnego poprzez skrócenie czasu: obiegu informacji, osiągania wyższych stanów gotowości bojowej oraz podejmowania decyzji; maksymalizacja czasu dolotu /dysponowanego/ poprzez: wydłużenie strefy informacji radiolokacyjnej na kierunkach spodziewanego nalotu, skrócenie czasu opóźnienia informacji, ustalenie dopasowanej dyskretności przekazywanej informacji radiolokacyjnej.

5. Możliwości wojsk radiotechnicznych w spełnieniu wymagań dla LM w zakresie odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej / D_{PRIR} / są różne dla poszczególnych etapów naprowadzania. We wstępnym etapie naprowadzania można spełnić wymagania w oparciu o informację wtórną, z radiowych sieci powiadamiania lub z zautomatyzowanych kanałów powiadamiania /informacja pierwotna nie spełnia tego/. To nie jest możliwe przy działaniu lotnictwa na kierunku nadmorskim. W bezpośrednim etapie naprowadzania informacja otrzymywana z RLP /RLS/ spełnia wymagania w zakresie D_{PRIR} szczególnie dla średnich i dużych wysokości lotu celów.

6. Potrzeby wojsk raketowych w zakresie odległości do rubieży informacji radiolokacyjnej mogą być spełnione przez wojska radiotechniczne: na małych wysokościach lotu celów /do 1000 m/ od wysokości 200 i 300 m /S-125, KUB, S-300/ oraz od wysokości 400 m dla zestawów S-75 i KRUG; na wysokościach średnich i dużych wymagania są spełnione z dość dużym zapasem z wyjątkiem zestawu S-200 - do wysokości 20 km. Możliwości w zakresie rubieży informacji radiolokacyjnej na bardzo małych wysokościach można zwiększyć poprzez wysunięcie, w stosunku do dywizjonu raketowego, danego RLP na kierunku spodziewanego nalotu.

7. Niezbędny czas dysponowany do osiągnięcia przez pododdziały WRT pełnej zdolności realizacji rozpoznania radiolokacyjnego $/T_{DOL} \geq T_{CID}/$ jest ograniczony możliwościami natury technicznej w zakresie wykrywania celów nisko lecących oraz dużym czasem włączania RLS - determinuje to w znacznej mierze duży czas cyklu informacyjno-decyzyjnego $/T_{CID}/$.

Spełnienie warunku $T_{DOL} \geq T_{CID}$ jest możliwe przede wszystkim przez realizację przedsięwzięć organizacyjnych i technicznych: wybór miejsca dyslokacji RLP /uzyskanie odpowiedniej wartości $d_{RLP}/$; dobór RLS, zwiększenie możliwości polepszenia parametrów strefy informacji radiolokacyjnej na wybranych kierunkach: minimalizacja czasu przejścia do gotowości bojowej nr 1 /organizacja dopasowanej strefy informacji/, doskonalenie wykonania manewrów sprzętu i pododdziałami, doskonalenie obiegu informacji radiolokacyjnej.

8. Wielkość ogólnej dokładności informacji $/\delta_{og}/$ zależy głównie od czasu opóźnienia, dyskretności oraz czasu ekstrapolacji /dotyczy systemu zautomatyzowanego/ a w mniejszym stopniu od dokładności określania odległości.

9. Czas opóźnienia w systemie zautomatyzowanym jest około trzy razy krótszy niż czas opóźnienia w systemie niezautomatyzowanym, a dyskretność sześciokrotnie mniejsza. Mimo tego ogólna dokładność informacji radiolokacyjnej w systemie zautomatyzowanym jest zbyt duża i wpływa ujemnie na wykorzystanie ZtSD w procesie zabezpieczenia radiolokacyjnego. Szczególnie dotyczy to małych wysokości.

10. Z danych eksperymentalnych wynika, że:^{28/} zasięg wykrywania RLS zakresu cm w przedziale małych wysokości /szczególnie poniżej 200 m/ jest o 30-50 % mniejszy w stosunku do uzyskanych obliczeń teoretycznych natomiast RLS zakresu metrowego - większy /szczególnie w przedziale wysokości 200-500 m/, największe prawdopodobieństwo wykrycia mają RLS zakresu metrowego. Stąd można wnioskować, że RLS zakresu metrowego są najbardziej przydatne do wykrywania celów o małej powierzchni skutecznej, a szczególnie na wysokościach poniżej 200 m.

11. Techniczne możliwości zwiększania sprawności systemu niezautomatyzowanego są już ograniczone a niejednokrotnie niemożliwe do realizacji. Toteż nie spełnia on wymogów współczesnych działań bojowych i może mieć zastosowanie jako rezerwowy /zapasowy/ przy funkcjonującym systemie zautomatyzowanym.

^{28/} J.Kochanowski, Rozprawa habilitacyjna, ASG WP 1985, s.110, /tabela 24/.

12. Prawdopodobieństwa: wskazywania celów powietrznych stacjom naprowadzania rakiet i naprowadzania LM odpowiadają stawianym wymaganiom $P_{wc} = 0,95$; $P_{znap} > 0,5$ jedynie dla RLS, których dokładność określania współrzędnych jest największa /K-66, P-37, NUR-31,32,11, JAWOR-M2/.

3. ANALIZA I OCENA AKTUALNYCH MOŻLIWOŚCI ZBIORU I OPRACOWANIA
INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ W PROCESIE DOWODZENIA WOJSKAMI
W SYSTEMIE OBRONY POWIETRZNEJ NA TERYTORIUM POLSKI

Zbiór wiadomości o obiektach powietrznych uzyskiwanych od środków radiolokacyjnych i innych źródeł informacji opracowanych i przekazywanych do adresatów w postaci sformalizowanych meldunków przyjęto w wojskach, w systemie OP nazywać informacją o sytuacji powietrznej.

Główną część informacji o sytuacji powietrznej stanowi informacja radiolokacyjna o obiektach powietrznych. Informacja radiolokacyjna dotyczy tych obiektów powietrznych, które znajdują się w strefie informacji radiolokacyjnej wytworzonej przez posterunki radiolokacyjne. Informacja o sytuacji powietrznej dotyczy natomiast obiektów znajdujących się w zasięgu rozpoznania radiolokacyjnego i innych źródeł, które dostarczają danych o tych obiektach.

Proces zbierania informacji obejmuje gromadzenie na stanowiskach dowodzenia wiadomości, które umożliwiają śledzenie obiektów powietrznych, określenie ich charakterystyk i działalności. Czynności te dotyczą również wyboru właściwego źródła informacji oraz sposobu jej przekazywania i zobrazowania. Zgromadzona informacja jest opracowywana przez zmiany bojowe stanowisk dowodzenia.

Zbieranie i opracowywanie informacji o sytuacji powietrznej jest ze sobą ściśle powiązane, wykonywane zazwyczaj w tym samym czasie i przez te same osoby funkcyjne zmiany bojowej.

Wyróżnia się dwa etapy opracowywania informacji:

- pierwotne opracowanie informacji, polegające na odczytywaniu /zdejmowaniu/ i kodowaniu sygnałów /ech/ od obiektów powietrznych obserwowanych bezpośrednio na wskaźnikach stacji radiolokacyjnych oraz na wskaźnikach informacji pierwotnej /analogowej/ aparatury zautomatyzowanych systemów dowodzenia;

- wtórne opracowanie informacji, realizowane poprzez określanie tras lotu obiektów powietrznych w oparciu o kolejne informacje z opracowania pierwotnego oraz utożsamianie tras i charakterystyk obiektów, o których dane napłyną z kilku źródeł informacji, jest zobrazowywane na wskaźnikach informacji wtórnej /syntetycznej/ aparatury ZtSD oraz na planszetach i tablicach stanowisk dowodzenia wojsk OP.

Po opracowaniu informacja radiolokacyjna podlega analizie.

W wyniku tego możliwe stają się: ustalenie faktu rozpoczęcia przez przeciwnika działań bojowych lub nowego ich etapu; ujawnienie operacyjnego /taktycznego/ zamiaru przeciwnika; prognozowanie jego dalszych działań; zwiększenie wiarygodności posiadanych informacji.

Analiza informacji stanowi najbardziej odpowiedzialny element procesu zabezpieczenia radiolokacyjnego.

3.1. MOŻLIWOŚCI ZBIORU I OPRACOWANIA ORAZ PRZESYŁANIA INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ W WOJSKACH OP

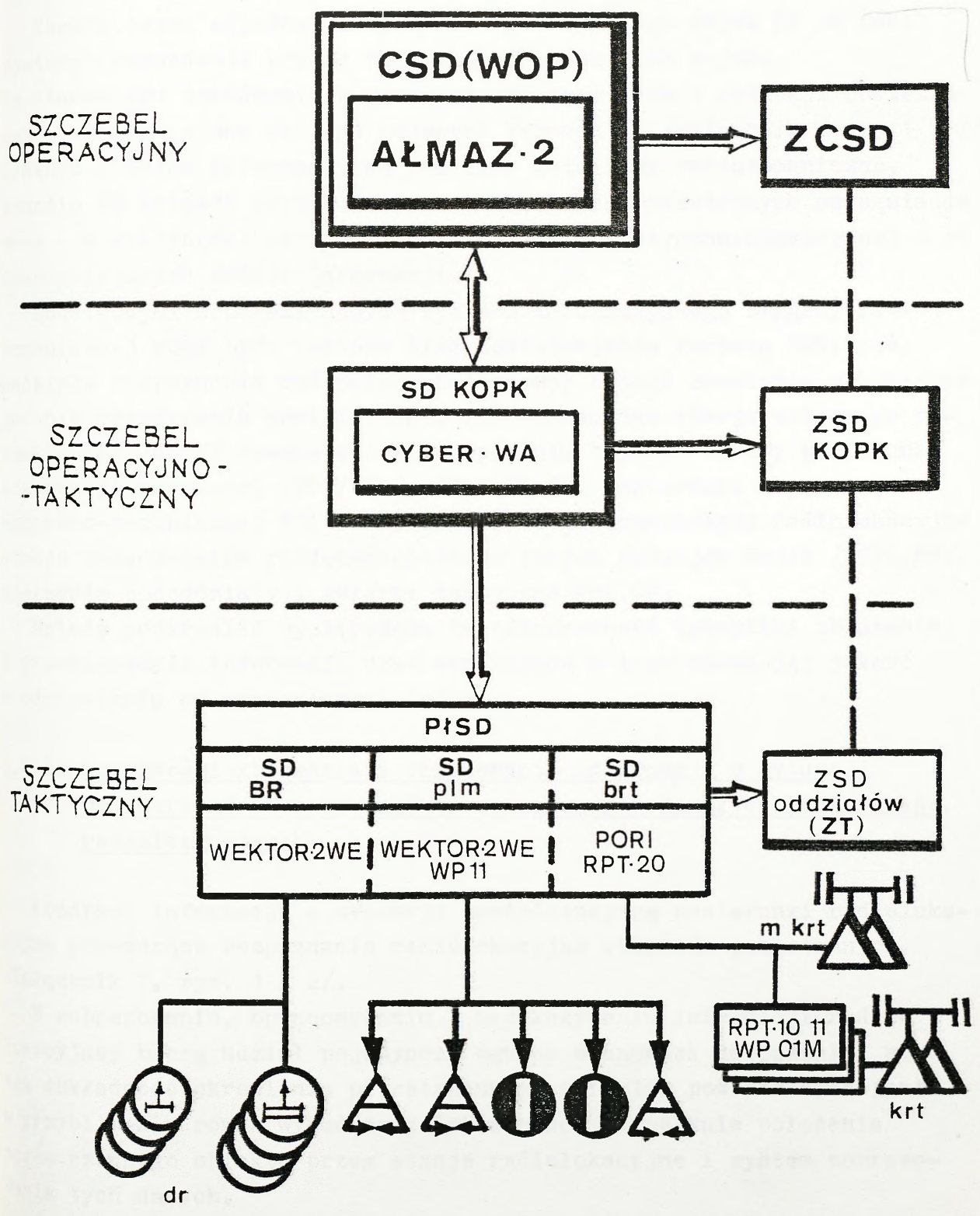
Zgodnie z wymaganiami na współczesnym etapie rozwoju wojsk OPK ukształtował się trzyszczeblowy /trzy poziomowy/ system dowodzenia tj. operacyjny, operacyjno-taktyczny i taktyczny /rys.26/.

Funkcje szczebla operacyjnego spełnia Centralne Stanowisko Dowodzenia /CSD/, wyposażone w zautomatyzowany system Dowodzenia AEMAZ-2, przeznaczony głównie do automatycznego zbierania, opracowania i zobrażenia informacji o sytuacji powietrznej, wojskach własnych, przygotowaniach danych do podejmowania decyzji dotyczących prowadzenia działań bojowych, jak też do powiadamiania podległych, współdziałających i innych organów dowodzenia.

Funkcje szczebla operacyjno-taktycznego wykonują stanowiska dowodzenia korpusów OPK, wyposażone w zautomatyzowane systemy dowodzenia CYBER-WA. Urządzenia te zapewniają w sposób scentralizowany dowodzenie podległymi oddziałami i związkami taktycznymi w każdej sytuacji bojowej poprzez połączone stanowisko dowodzenia /PŁSD/.

Funkcje dowodzenia taktycznego w systemie obrony powietrznej kraju sprawuje PŁSD stanowiące zespół pomieszczeń, w których są rozmieszczone takie podstawowe elementy jak: SD brygady raketowej /pułku/, SD pułku lotnictwa myśliwskiego, SD batalionu radiotechnicznego i główny punkt naprowadzania /GPN/. Połączone stanowisko dowodzenia wyposażone jest w zautomatyzowany system WEKTOR-2WE, WOZDUCH-1M lub podsystem DUNAJEC i urządzenie WP-11.

Obieg informacji o sytuacji powietrznej następuje od wykrycia celu powietrznego przez RLS, półautomatycznie poprzez RPT-10/11/ DUNAJEC lub WP-01M /WOZDUCH/ - SD krt, RPT-20/21 - DUNAJEC lub WP-02M /WOZDUCH/, PORI /WEKTOR/ - PŁSD, CYBER-WA - SD korpusu /SD BRt/, AEMAZ-2-CSD.



Rys. 26. Zautomatyzowany system dowodzenia wojskami OP.

Zasadniczymi składowymi systemu informacyjnego wojsk OP są podsystemy rozpoznania brygad radiotechnicznych tych wojsk.

Na stanowisku dowodzenia brygady są zbierane dane o sytuacji powietrznej z całego rejonu działań bojowych korpusu OP /załącznik 7 rys.1 i 2/. Głównym źródłem informacji są podległe bataliony radiotechniczne. Ponadto SD brygady otrzymuje dane o obiektach powietrznych od sąsiadów oraz - w zależności od istniejącej sytuacji taktyczno-operacyjnej - od uzupełniających źródeł informacji.

Dodatkowymi źródłami danych systemu informacyjnego brygady radiotechnicznej mogą być: radiowa sieć powiadamiania korpusu OPK; pododdziały rozpoznania radioelektronicznego; załogi samolotów wykonujące zadania rozpoznania powietrznego; radiolokacyjne stacje wstępnego poszukiwania /RSWP/ rozwinięte w ugrupowaniu bojowym WR OP; posterunki obserwacji wzrokowej /POW/ Wrt, LM i WR OP; posterunki obserwacji wzrokowo-technicznej WOP i MW; organa ruchu lotniczego; radiolokacyjne stacje pododdziałów radiotechnicznych innych rodzajów wojsk /WOPL,MW/, sąsiednie pododdziały i związki taktyczne Wrt OP.

Należy podkreślić występującą tu różnorodność specyfiki zbierania i przekazywania informacji oraz wynikającą z tego różną jej jakość w odniesieniu do wymienionych źródeł.

3.1.1. Możliwości zbierania i opracowania informacji o sytuacji powietrznej otrzymywanej z organicznie podległych posterunków radiolokacyjnych

Zróżkami informacji o sytuacji powietrznej są posterunki radiolokacyjne prowadzące rozpoznanie radiolokacyjne obiektów powietrznych. /Załącznik 7, rys. 1 i 2/.

W zobrazowaniu, opracowywaniu i przekazywaniu informacji radiolokacyjnej biorą udział pojedyncze ogniwa stanowisk dowodzenia, stąd też dokładność określania przestrzennego obiektów powietrznych jest w przybliżeniu równa wypadkowej dokładności określania położenia przestrzennego obiektu przez stacje radiolokacyjne i system zobrazowania tych danych.

W systemie zautomatyzowanego zbierania informacji radiolokacyjnej określanie położenia przestrzennego obiektu powietrznego jest realizowane z dokładnością:

1/ w płaszczyźnie poziomej $\sigma_{x,y} \leq 1,5-3$ km /w zależności od typu RLS; odległości wykrywania i zestawu automatyzacji;

2/ w płaszczyźnie pionowej $\sigma_H \leq 500$ m.

Przy wykorzystaniu systemu nieautomatyzowanego wskaźniki te kształtują się następująco:

1/ w płaszczyźnie poziomej $\sigma_{x,y} \leq 3,5$ km;

2/ w płaszczyźnie pionowej $\sigma_H \leq 1000$ m.

Dokładność charakterystyk informacji triangulacyjnej 5-6 źródeł zakłóceń czynnych wynosi:

1/ w płaszczyźnie poziomej $\sigma_{x,y} \leq 4$ km;

2/ w płaszczyźnie pionowej $\sigma_H \leq 2,5$ km.

Możliwości przekazywania informacji o sytuacji powietrznej w systemie zautomatyzowanym zależą od rodzaju wyposażenia technicznego danej relacji. Są one następujące:

- SD krt - SD brt: RPT 11/10/ - 31 obiektach co 10-30 s, WP-01M - o 12 obiektach co 10 s;
- SD brt - SD BRt - o 31 obiektach co 10-30 s;
- SD BRt - CSD OP - o 15 obiektach co 30 s.

Czas opóźnienia w relacji SD krt - SD KOP wynosi średnio - 40 s.

Możliwości przekazywania informacji sposobem nieautomatyzowanym w tych samych relacjach są mniejsze i przedstawiają się następująco:

- SD krt - SD brt - o 6-8 obiektach co 1 min.;
- SD brt - SD BRt - o 12-16 obiektach co 2 min.;
- SD BRt - CSD OPK - o 24-32 obiektach co 3-4 min.

Wartości liczbowe parametrów informacji radiolokacyjnej, wykorzystywanej podczas realizacji zabezpieczenia radiolokacyjnego przedstawione są na rys. 5 załącznika 6.

3.1.2. Możliwości zbierania i opracowania informacji o sytuacji powietrznej otrzymywanej z dodatkowych źródeł informacji

Nieszczelność strefy informacji radiolokacyjnej na małych wysokościach oraz ograniczone możliwości sprzętu radiolokacyjnego w zakresie zasięgu i wysokości rozpoznawania obiektów powietrznych spowodowały konieczność wykorzystania dodatkowych źródeł informacji o sytuacji powietrznej.

Obieg informacji przedstawiony jest w załączniku 7, rys.1.

3.1.2.1. Informacje otrzymywane z radiowej sieci powiadamiania o sytuacji powietrznej

Powiadamianie rozpoczyna się z chwilą osiągnięcia przez SNP przeciwnika określonej rubieży na terytorium sąsiada, a w rejonie nadmorskim z chwilą wykrycia celu. Prowadzone jest ono na całej trasie ich lotu aż do momentu zniszczenia lub wyjścia celów poza granice rubieży powiadamiania.

Wyróżnia się powiadamianie:

a/ operacyjne^{29/} - z centrum informacyjno-rozpoznawczego CSD wojsk OP - z wykorzystaniem informacji napływającej ze stanowisk dowodzenia brygad radiotechnicznych i ze stanowisk dowodzenia obrony powietrznej sąsiednich państw sojusznicznych. Informacje z tej sieci są odbierane przez podległe stanowiska dowodzenia do szczebla SD BRt;

b/ operacyjno-taktyczne - z SD BRt - z wykorzystaniem informacji napływającej z podległych batalionów radiotechnicznych, nadrzędnych stanowisk dowodzenia oraz od sąsiadów. Informacja z tej sieci, za pomocą odbiorników R-250M lub R-1250 jest odbierana przez wszystkie jednostki wojsk i korpusu OP do szczebla batalionu radiotechnicznego /dr/ włącznie. Ponadto odbierana jest także przez te kompanie radiotechniczne, na bazie których organizowane są wysunięte punkty naprowadzania /WPN/.

Informacja otrzymywana z sieci powiadamiania charakteryzuje się dużą wiarygodnością i pełną charakterystyką, lecz małą dokładnością współrzędnych obiektów. Czas opóźnienia tej informacji jest stosunkowo duży - rzędu 3 minut a niekiedy i więcej.

Tak duży czas opóźnienia w połączeniu z dużymi prędkościami współczesnych SNP przeciwnika /średnio 15-20 km/min./ powoduje, że informacja ta może być wykorzystana tylko do uprzedzania podległych pododdziałów o nalocie oraz do nakierowania własnych środków rozpoznania, a po wykryciu celów - do ich identyfikacji.

W warunkach pełnego wyposażenia BRt wojsk OP w zestawy zautomatyzowanego dowodzenia powiadamianie operacyjno-taktyczne realizowane może być z wykorzystaniem tych zestawów, w wydzielonych kanałach powiadamiania.

29/ Regulamin działań bojowych WRt wojsk OPK /Brygada-kompania/,
DW OPK, 1980, s.50.

3.1.2.2. Informacja otrzymywana z pododdziałów rozpoznania radioelektronicznego

Informacje uzyskane przez plutony rozpoznania radiowego UKF i rozpoznania systemów radiolokacyjnych przekazywane są na stanowiska dowodzenia kompanii rozpoznania radioelektronicznego, a stąd po opracowaniu na odpowiednie, połączone stanowisko dowodzenia /PłSD/ oraz poprzez SD batalionu rozpoznania radioelektronicznego - na SD KOPK.

Informacje powyższe przekazywane na PłSD oraz SD BRt wojsk OP zawierają dane o sytuacji powietrznej w rozpoznawanym rejonie /rodzaj celu i jego charakterystykę/, szczególnie dotyczące SNP przeciwnika, wykonujących lot poza zasięgiem strefy informacji radiolokacyjnej BRt. Dane te, przekazywane natychmiast, pozwalają na ukierunkowaną pracę systemu rozpoznania radiolokacyjnego, zastosowanie ograniczeń promieniowania energii elektromagnetycznej oraz przygotowanie środków walki wojsk OP do wykonania ewentualnego przeciwdziałania.

Są one jednak niepełne, determinowane użyciem przez SNP przeciwnika środków radiowych czy też systemów radiolokacyjnych, co nie pozwala na ciągłe śledzenie trasy lotu celów oraz określenie ich pełnych charakterystyk.

3.1.2.3. Informacja otrzymywana z rozpoznania powietrznego

Rozpoznanie powietrzne umożliwia w stosunkowo krótkim czasie uzyskanie obiektywnej i wiarygodnej informacji o obiektach powietrznych. Informacja ta ma bardzo duże znaczenie przede wszystkim w czasie zagrożenia i początkowym okresie wojny, kiedy to we współdziałaniu z rozpoznaniem radioelektronicznym rozpoznanie powietrzne może skutecznie uprzedzić dowództwo i sztaby o niespodziewanym nalocie przeciwnika.

Informacja uzyskana z rozpoznania powietrznego jest nieciągła, będą to pojedyncze meldunki o celach powietrznych. Biorąc pod uwagę sposoby określania charakterystyk jest ona mało dokładna, często niepełna. Czas opóźnienia w zależności od sytuacji i sposobu przekazywania meldunku wynosi od zera do kilku minut.

Wszystkie te czynniki kwalifikują informacje z rozpoznania powietrznego jako przydatną do postawienia w określonej gotowości sił i środków, jak również do uzupełnienia i uściślenia charakterystyk celów powietrznych na szczeblu PłSD czy SD BRT.

3.1.2.4. Informacja otrzymywana z posterunków obserwacji wzrokowej

Naziemne rozpoznanie wzrokowe jest jednym ze sposobów zdobywania informacji o środkach napadu powietrznego przez wojska radiotechniczne.

Brak pełnej informacji od środków radiotechnicznych o działaniach lotnictwa przeciwnika na małych i bardzo małych wysokościach stwarza konieczność organizowania i wykorzystania posterunków obserwacji wzrokowej. Dane uzyskane od posterunków obserwacji wzrokowej /POW/ uzupełniają informację radiolokacyjną o obiektach znajdujących się w "stożkach martwych" i "dziurach" strefy informacji radiolokacyjnej i są włączane w obieg informacji o sytuacji powietrznej brygady radiotechnicznej.

Obserwacja wzrokowa jest organizowana w ramach sieci posterunków obserwacji wzrokowej wojsk korpusu OPK. Jest ona prowadzona przez obserwatorów wystawianych przy stanowiskach dowodzenia i w rejonach dyslokacji jednostek rodzajów wojsk OP. W celu zwiększenia możliwości wykrywania wzrokowego wykorzystywane są również dane z posterunków obserwacji wzrokowej WLiCP, WOPL i MW /załącznik 7 rys.1./.

Dokładność określania danych, dotyczących obiektów powietrznych przez POW jest następująca:

a/ dokładność określenia kursu lotu obiektu powietrznego za pomocą stolika kursowego i wzrokowo - do 10 stopni; słuchowo - do 20 stopni;

b/ dokładność określania przybliżonej wysokości: na wysokości do 1000 m - błąd wynosi około 500 m; im mniejsza wysokość tym większa dokładność.

Mała dokładność i fragmentaryczność oraz duży czas opóźnienia danych informacyjnych, przekazywanych z wykorzystaniem pośrednich ogniw łączności, jakimi są SD rodzajów wojsk - dochodzący do kilku minut - powoduje, że są one wykorzystywane do uzupełnienia posiadanych charakterystyk obiektów powietrznych.

Stąd informacje te są przekazywane do nadrzędnego SD w formie meldunków uzupełniających lub dodatkowych.

3.1.2.5. Informacja otrzymywana z radiolokacyjnych stacji wstępnego poszukiwania /RSWP/ dywizjonów raketowych

Aktualnie w dywizjonach raketowych WR OP jako radiolokacyjne stacje wstępnego poszukiwania są wykorzystywane przeważnie: RLS P-18 - zakresu metrowego oraz JAWOR-M2M /M2P/ - zakresu decymetrowego w zestawach z wysokościomierzami PRW-9 /16/ lub PRW-13.

Większość dywizjonów raketowych ma kanały meldowania do odpowiedniego PłSD i ma możliwość przekazywania informacji radiolokacyjnej ze swych RSWP - w systemie niezautomatyzowanym. Jest ona zobrazowywana na planszecie I warstwy oraz na planszecie działań bojowych wojsk raketowych. Informacja ta może być wykorzystana do nakierowywania sąsiednich dywizjonów raketowych /SNR/ na cele powietrzne, udokładniania informacji o sytuacji powietrznej, szczególnie w zakresie małych i bardzo małych wysokościach oraz w odniesieniu do celów o małej skuteczności powietrzni odbicia.

Niemożność włączenia tej informacji w zautomatyzowany obieg informacji w sposób znaczący obniża jej użyteczność w zakresie zabezpieczenia działań bojowych WR i LM korpusu OP.

3.1.2.6. Informacja otrzymywana z sąsiednich pododdziałów i związków taktycznych wojsk radiotechnicznych OP

Informacja o sytuacji powietrznej uzyskiwana przy pomocy kanałów współdziałania z sąsiednimi batalionami radiotechnicznymi czy też sąsiednimi brygadami radiotechnicznymi może być wykorzystana, między innymi, w celu eliminacji "dziur" w strefie informacji radiolokacyjnej na styku między związkami taktycznymi, szczególnie na małych wysokościach w rejonach ze złożoną rzeźbą terenu.

W przypadku SNP przeciwnika wykonujących lot na średnich i dużych wysokościach do uprzedzenia systemu BRT o spodziewanym kierunku nalotu może służyć informowanie o składzie i innych charakterystykach celów powietrznych.

Ogólnie można stwierdzić, że wojska radiotechniczne /BRT/ wojsk OP w procesie zbierania informacji o sytuacji powietrznej korzystają z wielu różnych jej źródeł. Źródła te dostarczają informację o różnej ilości, składzie i dokładności. Czasy opóźnienia przekazywania tych danych do odpowiednich stanowisk dowodzenia są też niejednakowe i często

dość duże, co komplikuje procesy jej opracowywania i analizy na stanowiskach dowodzenia BRt /brt/. W procesie opracowywania i analizy zachodzi konieczność korzystania z informacji otrzymywanej z dodatkowych źródeł w systemie niezautomatyzowanym. Uwarunkowane to jest występującym deficytem informacji otrzymywanej ze źródeł podstawowych /macierzystych RLP/. Przede wszystkim dotyczy to informacji o obiektach o małej powierzchni skutecznej odbicia i lecących na małych wysokościach.

Z uwagi na to zautomatyzowany system zbioru i opracowania informacji wykorzystywany jest kompleksowo z systemem niezautomatyzowanym.

Taki stan rzeczy powoduje, że informacja o sytuacji powietrznej nie spełnia /pomimo znacznej automatyzacji jej zbierania i opracowywania/, w wymaganym zakresie, potrzeb jakościowych stawianych w procesie dowodzenia.

Pomimo automatyzacji procesu rozpoznania radiolokacyjnego, otrzymywana informacja jest nadal małej jakości. Występuje zbyt duże opóźnienie w zautomatyzowanym obiegu informacji /na szczeblu korpusu średnio - 40 s./, a przy wykorzystywaniu również obiegu niezautomatyzowanego opóźnienie informacji może wzrosnąć nawet kilkakrotnie. Mała jest dokładność informacji i często występują niepełne charakterystyki śledzonych obiektów powietrznych /szczególnie nisko lecących/.

Powoduje to zbyt wielkie opóźnienie informacji wydawanej w kanałach dowodzenia i powiadamiania.

W dalszym ciągu wykorzystywane jest, obok zobrazowania wskaźnikowego i niezautomatyzowanego miejsca pracy, planszetyowe zobrazowanie informacji.

W podsumowaniu można więc stwierdzić, iż obecny podsystem radiolokacyjny wojsk OP posiada zbyt małą efektywność rozpoznania radiolokacyjnego, wydaje informację o małej wiarygodności nie wystarczającej do sprawnego /efektywnego/ dowodzenia wojskami i kierowania środkami walki.

Należy również zaznaczyć, iż obecnie zorganizowany i wykorzystywany obieg informacji o sytuacji powietrznej nie spełnia warunków obiegu zautomatyzowanego, nie może zapewnić wydania informacji spełniającej w wymaganym zakresie potrzeby procesu dowodzenia wojskami, nie mówiąc już o przyszłościowym dowodzeniu.

Należy więc zdecydowanie podkreślić, że istnieje naglejąca potrzeba gruntownej modernizacji już istniejącego, czy utworzenie nowego zautomatyzowanego systemu dowodzenia/w tym podsystemu radiolokacyjnego/, gwarantującego dowodzenie wojskami we współczesnych i przyszłościowych warunkach działań wojennych, w oparciu o informacje spełniające potrzeby tego dowodzenia.

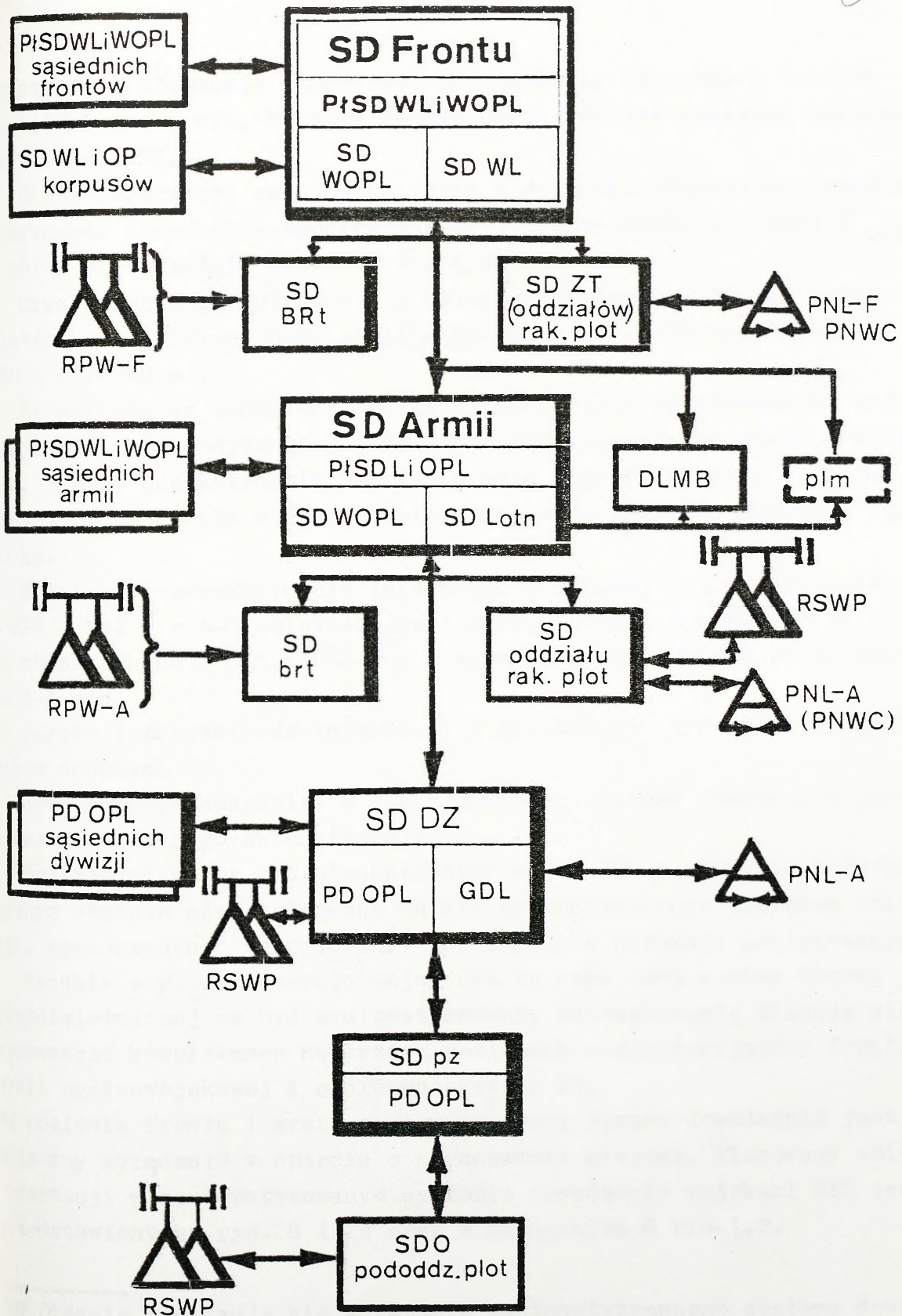
3.2. MOŻLIWOŚCI ZBIERANIA I OPRACOWANIA ORAZ PRZESYŁANIA INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ W WOJSKACH OPL

Struktura podsystemu dowodzenia wojsk obrony przeciwlotniczej odpowiada strukturze dowodzenia wojskami lądowymi, ponieważ obrona przeciwlotnicza wojsk jest częścią składową walki /operacji/ ogólnowojskowej. Dlatego podsystem ten obejmuje ogniwa frontu, armii, oddziału, pododdziału. Struktura podsystemu dowodzenia wojsk OPL przedstawiona jest na rys.27.

W wojskach obrony przeciwlotniczej istnieją następujące szczeble dowodzenia: stanowiska dowodzenia OPL frontu /SD WOPL i ZSD WOPL/; tworzące w połączeniu ze stanowiskami dowodzenia wojsk lotniczych frontu - połączone stanowiska dowodzenia wojsk lotniczych i obrony przeciwlotniczej frontu /PŁSD WL i OPL F oraz ZPŁSD WL i OPL F/; stanowiska dowodzenia wojsk OPL armii /SD WOPL A oraz ZSD WOPL A/, tworzące wraz ze stanowiskami dowodzenia wojsk lotniczych armii /PŁSD L i OPL A oraz ZPŁSD L i OPL A/; stanowiska dowodzenia ZT, oddziałów /pododdziałów/ przeciwlotniczych oraz punktu dowodzenia obroną przeciwlotniczą PD OPL/ dywizji i pułków ogólnowojskowych; stanowiska dowódczo-obszerwacyjne pododdziałów przeciwlotniczych.

Stanowiska dowodzenia brygady radiotechnicznej i batalionów radiotechnicznych stanowią centra rozpoznawczo-informacyjne na szczeblu frontu i armii i są częścią składową tych stanowisk dowodzenia.

Frontowy system radiolokacyjny tworzony jest w oparciu o brygady i bataliony radiotechniczne poprzez rozwinięte posterunki radiolokacyjnego wykrywania - frontowe i armijne /RPW-A i RPW-F/. Dla zagęszczenia strefy informacji radiolokacyjnej frontu /armii/ mogą być wykorzystywane strefy informacji radiolokacyjnej pułków lotnictwa myśliwsko-bombowego oraz punktów naprowadzania lotnictwa /PNL-A i PNL-F/ i z RSWP brygad /pułków/ rakiet przeciwlotniczych. Ponadto mogą być wyko-



Rys. 27. Struktura podsystemu dowodzenia wojskami obrony przeciwlotniczej

rzyskiwane informacje z kanałów powiadamiania sąsiednich frontów /armii/ korpusu OPK, MW oraz kanału powiadamiania szczebla taktycznego - brt OPK.

Obieg informacji realizowany jest w systemie niezautomatyzowanym^{30/}. Dokładność określania współrzędnych: w płaszczyźnie poziomej $\sigma_{x,y} \leq 5$ km; w płaszczyźnie pionowej $\sigma_H \leq 1000$ m.

Czas opóźnienia informacji o celach powietrznych wynosi w podsystemie radiolokacyjnym: armii - 90-200 s /śr. 150 s/, frontu - 160-360 s /śr. 260 s/.

Ze względu na opóźnienia występujące podczas przekazywania informacji oraz opracowywania jej na poszczególnych stanowiskach dowodzenia, błąd w przekazywaniu położenia celu w przestrzeni powietrznej na szczeblu armii może wynosić około 50km, a na szczeblu frontu - około 70 km.

Możliwości przekazywania informacji o sytuacji są następujące:
- RPW - brt - o 6-8 obiektach co 1 min.; brt/CRJ-A - BRT/CRJ-F o 12-16 obiektach co 2 min.; CRJ-F - w sieci powiadamiania o 24-32 celach co 3-4 min.

Jakość i przydatność informacji z dodatkowych źródeł jest podobna jak w wojskach OP.

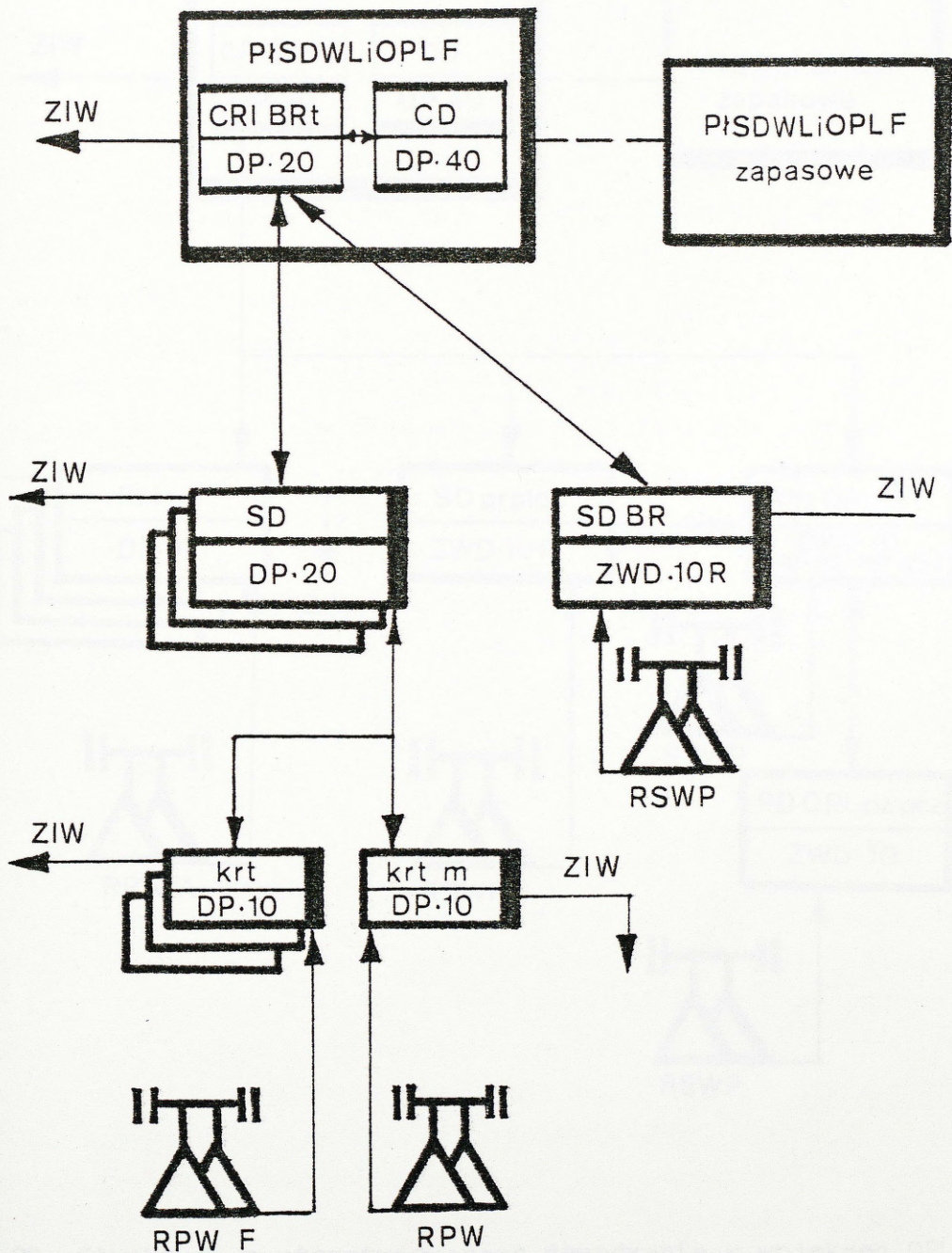
Istotnym niedomaganiem w funkcjonowaniu systemu dowodzenia jest niski stopień jego automatyzacji.

Możliwości wojsk radiotechnicznych wojsk OPL w zakresie informacyjnym obecnie zdeterminowane są niezautomatyzowanym systemem zbierania, opracowania i zobrazowania informacji o sytuacji powietrznej.

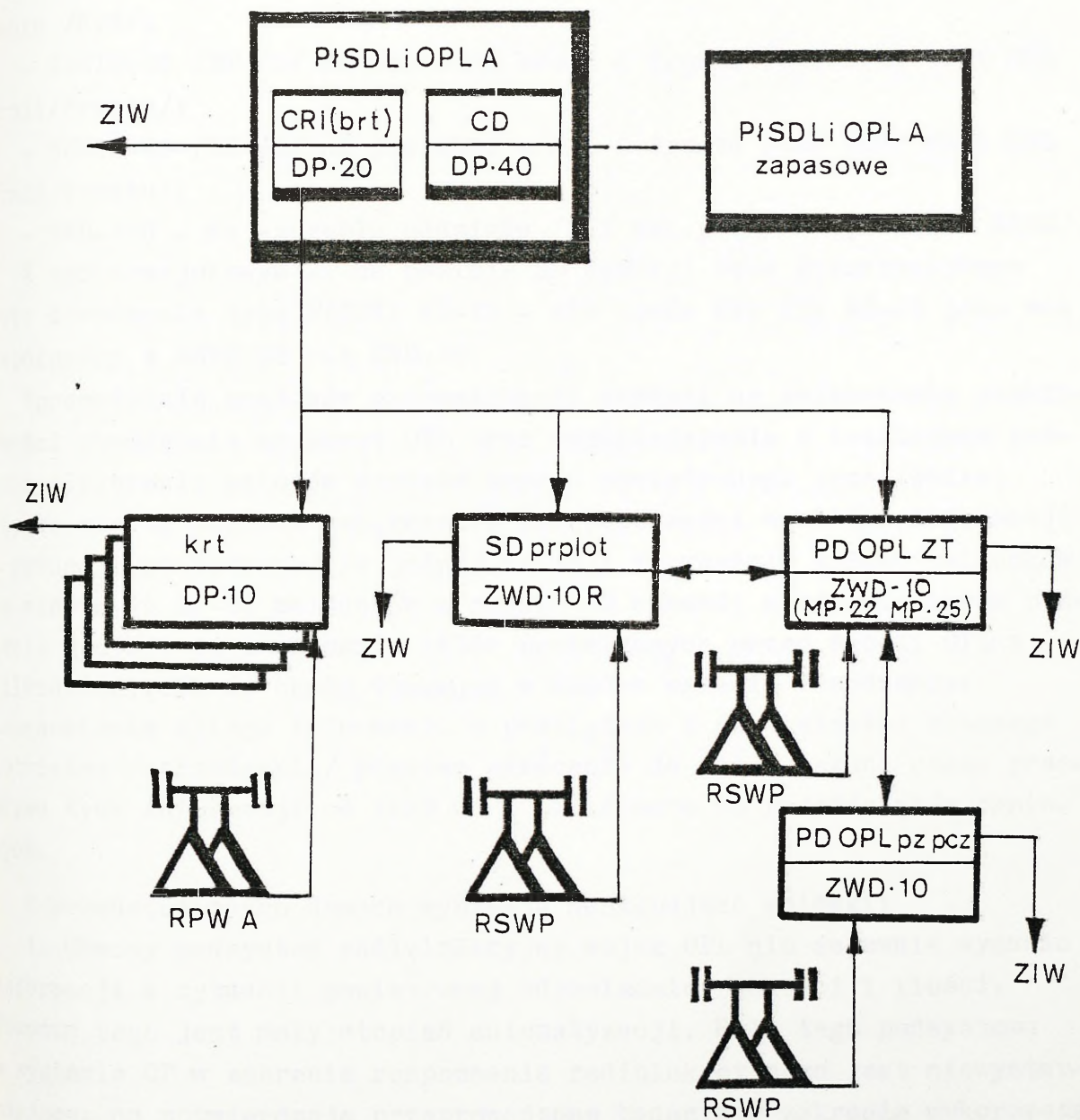
Zgodnie z planem rozwoju wojsk OPL do roku 1995 system obrony przeciwlotniczej ma być zautomatyzowany. Automatyzację planuje się wprowadzić kompleksowo na trzech poziomach organizacyjnych: frontu, armii ogólnowojskowej i ogólnowojskowego ZT.

Na poziomie frontu i armii zautomatyzowany system dowodzenia jest budowany wyłącznie w oparciu o opracowania krajowe. Planowany obieg informacji w zautomatyzowanym systemie dowodzenia wojskami OPL jest przedstawiony na rys.28 i 29 oraz w załączniku 8 rys.1.2.

30/ Obecnie realizuje się wdrażanie zautomatyzowanego systemu dowodzenia ZENIT.



Rys. 28. Struktura zautomatyzowanego dowodzenia w wojskach OPL na szczepku frontu



Rys. 29. Struktura zautomatyzowanego dowodzenia w wojskach OPL na szczeblu armii.

Wdrożone zostaną następujące urządzenia /podsystemy/ ZtSD:

- ZENIT-10 /DP-10/ na szczeblu radiolokacyjnego posterunku wykrywania /RPW/;
- ZENIT-20 /DP-20/ na szczeblu armii i frontu /CRI PŁSD WL i OPL armii/frontu/;
- ZENIT-40 /DP-40/ na szczeblu armii i frontu /CDB PŁSD WL i OPL armii/frontu/;
- ZWD-10R -- na szczeblu oddziału /ZT/ rak.plot /KUB,OSA-AK, KRUG/.

W ogólnowojskowym ZT na poziomie SD dywizji będą wykorzystywane wozy dowodzenia typu PASUW: MP-22 - dla szefa OPL ZT; MP-25 jako wóz współpracy z RSWP ZT lub ZWD-10.

Wprowadzenie zestawów automatyzacji pozwoli na zwiększenie efektywności dowodzenia wojskami OPL oraz współdziałania z lotnictwem podczas odpierania nalołów środków napadu powietrznego przeciwnika. Uzyska się to poprzez zwiększenie przepustowości w obiegu informacji o sytuacji powietrznej /w jednej relacji łączności/ z 8-10 meldunków na minutę do 32-64 meldunków w czasie 10 sekund; skrócenie czasu podjęcia decyzji do zwalczania celów powietrznych przez środki OPL z kilkudziesięciu do około 10sekund w każdym ogniwie dowodzenia; usprawnienia obiegu informacji o przelotach i działalności własnego lotnictwa /uprzedzania/ poprzez skrócenie do kilku sekund czasu przepływu tych informacji od PŁSD WL i OPL frontu do pododdziałów ogniowych.

Z przedstawionych danych wynikają następujące wnioski:

1. Obecny podsystem radiolokacyjny wojsk OPL nie zapewnia wydania informacji o sytuacji powietrznej odpowiedniej jakości i ilości. Powodem tego jest mały stopień automatyzacji. Rola tego podsystemu w systemie OP w zakresie rozpoznania radiolokacyjnego jest niewystarczająca, co potwierdzają przeprowadzone badania w zakresie wykorzystania źródeł informacji w jednolitym systemie WOPK^{31/}.
2. Współdziałanie podsystemu rozpoznania wojsk OPL z podsystemem rozpoznania wojsk OP w jednolitym systemie jest możliwe jedynie po dokonaniu automatyzacji zbierania i opracowywania informacji w wojskach OPL. Zatem przy rozważaniu tego problemu należy uwzględnić podsystem ZENIT i PASUW.

31/ Ocena funkcjonowania jednolitego systemu w zakresie zbioru i wykorzystania informacji o sytuacji powietrznej od środków rozpoznania radiolokacyjnego i innych rodzajów sił zbrojnych włączonych do systemu dyżurowania wojsk OPK /OPL WL,MW/. DW OPK, 1989 r.

3.3. MOŻLIWOŚCI ZBIERANIA I OPRACOWYWANIA ORAZ PRZESYŁANIA INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ W WOJSKACH LOTNICZYCH

Wojska lotnicze. na szczeblu operacyjnym posiadają dowodzenie zorganizowane wspólnie z wojskami OPL, z którymi wykonują zadania w pasie działań bojowych frontu /podrozdział 3.2/.

Połączone SD lotnictwa i OPL armii współpracować będą z podsystemem dowodzenia lotnictwa i OPL polowego zautomatyzowanego podsystemu dowodzenia wojskami szczebla taktycznego wojsk lądowych /PASUW ZT/ oraz z punktami naprowadzania lotnictwa rozwijanych wspólnie z SD prplot. Połączone SD WL i OPL F współpracować będzie z punktami naprowadzania lotnictwa rozwijanych wspólnie z SD BR plot /prplot/.

Taktyczny szczebel dowodzenia obejmuje : stanowiska dowodzenia dywizji lotnictwa myśliwsko-bombowego /DLMB/, pułków lotnictwa myśliwskiego - w przypadku operacyjnego podporządkowania, pułków lotnictwa rozpoznawczego /plr/, pułków śmigłowców bojowych /pśb/, pułków lotnictwa transportowego /plt/. Wszystkie stanowiska dowodzenia pułków i dywizji są dwupołożeniowe.

Obecnie w procesie dowodzenia funkcjonuje niezautomatyzowany obieg informacji o sytuacji powietrznej.

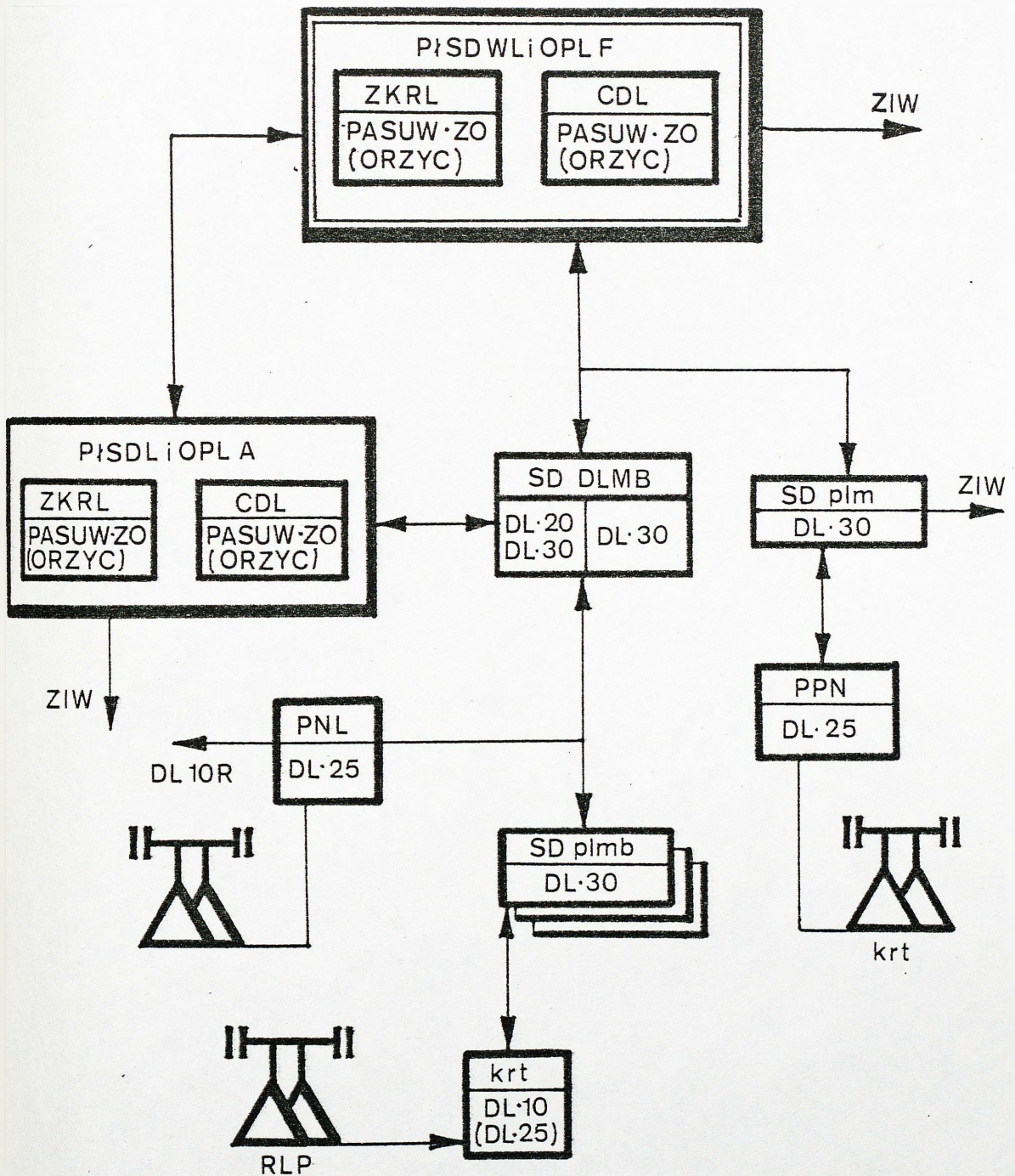
Do roku 1995 przewiduje się wdrożenie zautomatyzowanego podsystemu dowodzenia wojskami lotniczymi ORZYC.

Z koncepcji automatyzacji^{32/} wynika, że całość zautomatyzowanego systemu dowodzenia wojskami lotniczymi, można ze względu na zastosowanie urządzeń automatyzacji, podzielić jako znajdujące się w: podsystemie radiolokacyjnego zabezpieczenia działań; podsystemie dowodzenia wojskami; podsystemie łączności.

W skład podsystemu radiolokacyjnego zabezpieczenia wchodzi stacje radiolokacyjne /RLP/ wraz z urządzeniami zautomatyzowanego zbioru, opracowania i przesyłania informacji radiolokacyjnej. Zgodnie z przedstawionym rys.30, zadanie to spełniać będą:

- na szczeblu plm i plmb posterunki radiolokacyjne /FPN/ wyposażone w obiekty DL-10 /DL-25/;
- na szczeblu DLMB - posterunek radiolokacyjny wyposażony w obiekt

32/ Koncepcja zautomatyzowanego podsystemu dowodzenia DLM WLF, DWL 1982 r. oraz: Koncepcja automatyzacji dowodzenia ZT i oddziałów WLF, ASG WP 1985 r.



Rys. 30. Struktura zautomatyzowanego dowodzenia w wojskach lotniczych

DL-10 oraz centrum zbioru i opracowania informacji radiolokacyjnej wyposażone w zestaw DL-20.

Podsystem dowodzenia ma zapewnić operatywne i efektywne wykorzystanie sił i środków ZT i oddziałów lotnictwa. W skład podsystemu wchodzi zautomatyzowane stanowiska dowodzenia szczebla operacyjnego wyposażone w obiekty PASUW-ZO oraz zautomatyzowane stanowiska dowodzenia szczebla taktycznego /dywizji i pułku/ wyposażone w obiekty podsystemu ORZYC.

Zgodnie z przedstawionym rys.30, automatyzacja dowodzenia wojskami lotniczymi realizowana będzie:

- na szczeblu DLMB poprzez zastosowanie obiektów DL-40;
- na szczeblu plm, plmb poprzez zastosowanie obiektów DL-30.

Automatyzacja PPN oraz PNL /PNWC/ współdziałających z SD prplot realizowana będzie poprzez zastosowanie obiektów DL-25.

Współpraca stanowisk dowodzenia, DLMB, plm i plmb z pododdziałami nie posiadającymi zautomatyzowanych stanowisk dowodzenia zabezpieczona zostanie poprzez zastosowanie terminali uniwersalnych TU-10, TU-20, które mogą być instalowane w pomieszczeniach stacjonarnych lub na odpowiednio przystosowanych środkach transportowych.

Podsystem łączności będzie spełniał funkcje zabezpieczenia zautomatyzowanej wymiany informacji o sytuacji powietrznej oraz komend i sygnałów dowodzenia pomiędzy elementami zautomatyzowanego systemu dowodzenia. Podsystem zabezpieczać ma także utajnianie przekazywanej informacji w kanałach transmisji danych i łączności fonicznej m.in. z załogami samolotów. Stanowi on podstawę powiązania podsystemów dowodzenia lotnictwem i radiolokacyjnego zabezpieczenia działań w jeden zautomatyzowany system dowodzenia. W podsystemie łączności będą wykorzystane środki stosowane obecnie i planowane w przyszłości /PASS, STORCZYK itp./.

Zautomatyzowanie procesu dowodzenia umożliwi na szczeblu związku taktycznego /DL-40, DL-20/ automatyczne śledzenie tras obiektów powietrznych do 150, przy czym dyskretność i czas opóźnienia oraz dokładność informacji nie gorsze niż w brt OPK; na szczeblu oddziału /plm, plmb - DL-30/ automatyczne śledzenie 60 tras obiektów powietrznych, przy czym czas opóźnienia, dyskretność i dokładność informacji - nie gorsza niż w krt OPK; na szczeblu pododdziału /brt, RLP - DL-10, DL-25/ automatyczne śledzenie 30 tras obiektów powietrznych; na PPN,

PNL /DL-25/ automatyczne śledzenie 60 tras obiektów powietrznych i zautomatyzowane naprowadzanie na cele powietrzne 12 samolotów jednocześnie.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że obecny stan automatyzacji nie pozwala integrować podsystemu radiolokacyjnego wojsk lotniczych w systemie OP. W organizowaniu obiegu informacji w systemie OP należy wziąć pod uwagę podsystem automatyzacji PASUW i ORZYC, który jest obecnie na etapie badań.

3.4. MOŻLIWOŚCI SPRZĘŻENIA SYSTEMÓW ZAUTOMATYZOWANEGO DOWODZENIA WOJSK RADIOTECHNICZNYCH W SYSTEMIE OBRONY POWIETRZNEJ POD WZGLĘDEM PRZESYŁANIA I WYKORZYSTANIA INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ

W ogólnym ujęciu sprzężenie systemów jest wykonywane w ramach ich integracji w celu podniesienia poziomu niezawodności i skuteczności działania.

Systemy można integrować jedynie wówczas, gdy spełnione zostaną dwa podstawowe wymagania, tj. systemy są bezpośrednio zależne od siebie oraz zainteresowane współdziałaniem.

Ze względu na własności strukturalne sytuacji integracyjnych można wyróżnić: integrację operacyjną, zabezpieczającą, pojedynczą i grupową. W każdym z tych typów istotnym jest wyróżnienie w aspekcie prakseologicznym, położenia względem siebie systemu integrującego i systemu integrowanego.

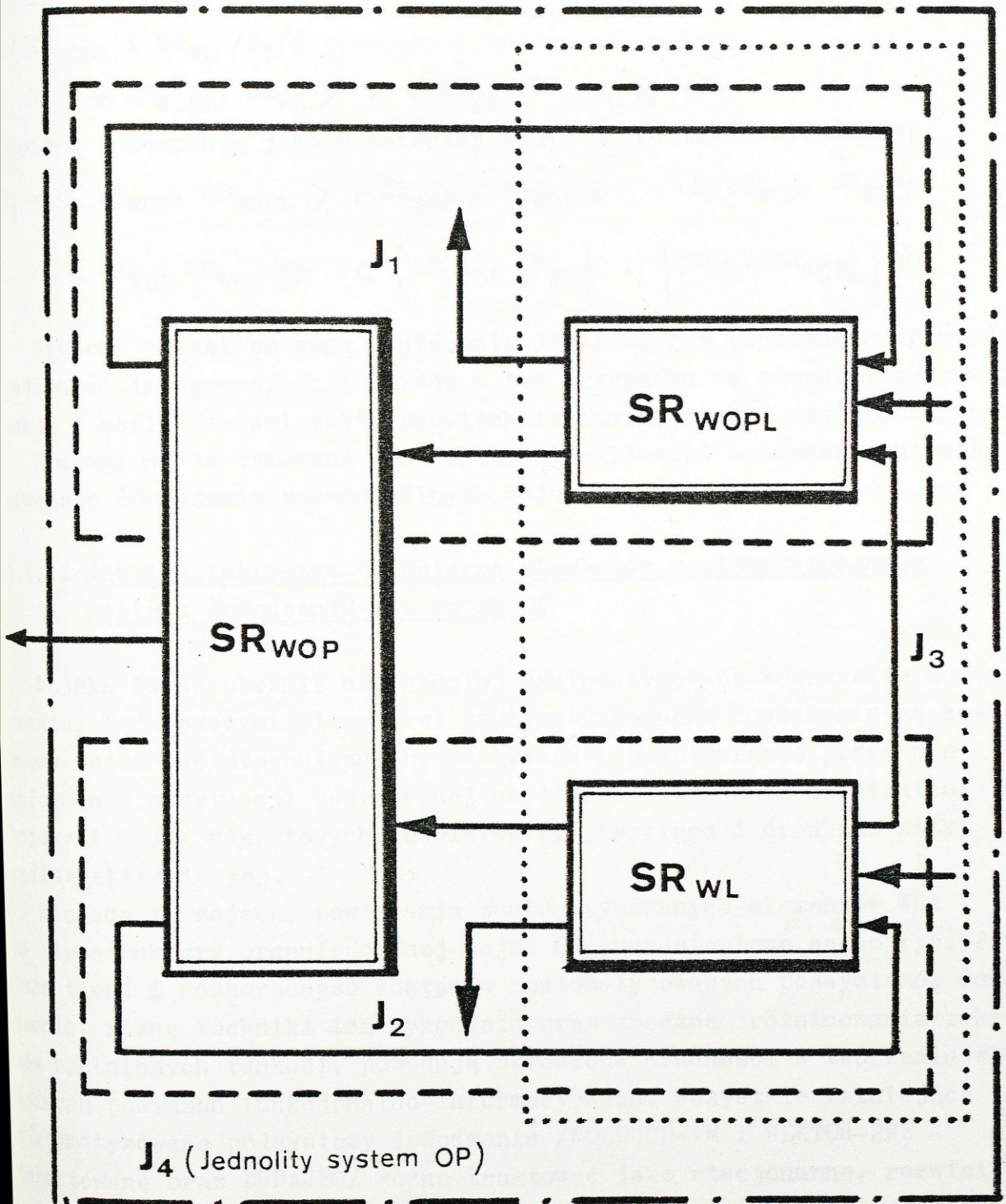
W pracy zastosowana została integracja operacyjno-zabezpieczająca, grupowa i otwarta /ze sprzężeniem zwrotnym/ - rys.31. Na rysunku tym przedstawiono proponowany sposób integracji systemów radiolokacyjnych /SR_{WOP}, SR_{WOPL} i SR_{WL}/ w ramach systemu radiolokacyjnego /SR_{OP}/ w jednolitym systemie OP.

Systemem radiolokacyjnym integrującym jest system WOP. Integracja złożona /I_{4OP}/ składa się z trzech integracji operacyjno-zabezpieczających otwartych /I₁, I₂, I₃/.

Wyniki integracji można przedstawić w postaci:

a/ integracja SR_{WOP} i SR_{WOPL} /I₁/:

$$I_1 = \ll SR_{WOP}, SR_{WOPL} \gg, \langle SR_{OPL}, SR_{WOP} \rangle ;$$



Rys. 31. Sposób integracji systemów radiolokacyjnych /SR/ wojsk OP, OPL i WL w ramach jednolitego systemu OP.

b/ SR_{WOP} i SR_{WL} / I_2 /:

$$I_2 = \ll SR_{WOP}, SR_{WL} \gg ; \langle SR_{WL}, SR_{WOP} \rangle ;$$

c/ SR_{WOPL} i SR_{WL} / I_3 /:

$$I_3 = \ll SR_{WOPL}, SR_{WL} \gg ; \langle SR_{WL}, SR_{WOPL} \rangle ;$$

Złożoną integrację jako ostateczny wynik przedstawia wyrażenie:

$$I_4 = \lll SR_{WOP}, SR_{WOPL} \gg , \langle SR_{WOPL}, SR_{WOP} \rangle , \ll SR_{WOP}, SR_{WL} \gg , \\ \langle SR_{WL}, SR_{WOP} \rangle , \langle \{ SR_{WOPL}, SR_{WL} \} , \{ SR_{WL}, SR_{WOPL} \} \rangle .$$

Systemy sprzężone mogą skutecznie działać, gdy posiadają odpowiednią podatność integracyjną, związaną w tym przypadku ze stopniem automatyzacji i możliwościami taktyczno-technicznymi systemów radiolokacyjnych.

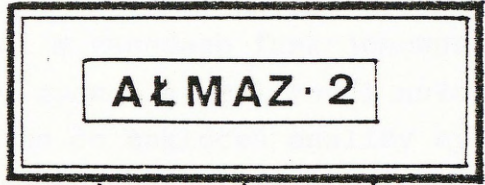
Z uwagi na to wymagana jest analiza możliwości systemów zautomatyzowanego dowodzenia poszczególnych wojsk.

3.4.1. Analiza taktyczno-techniczna elementów zautomatyzowanego systemu dowodzenia WRt wojsk OP

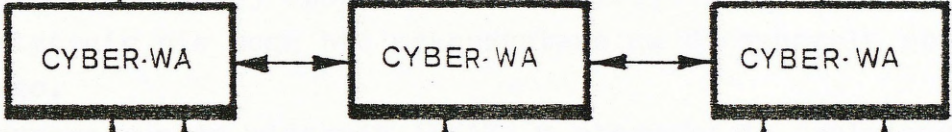
Wojska OP są obecnie najbardziej zautomatyzowane w zakresie dowodzenia. Podstawowymi elementami zautomatyzowanego dowodzenia są zestawy wojsk radiotechnicznych. Zdobywana i przetwarzana przez nie informacja o sytuacji powietrznej umożliwia kierowanie działaniami bojowymi wojsk raketowych lotnictwa myśliwskiego i środkami walki radioelektronicznej.

Miejsce i wzajemne powiązania zautomatyzowanych elementów WRt na tle struktury organizacyjnej wojsk OP przedstawione są na rys.32. Duża ilość i różnorodność zestawów zautomatyzowanych podsystemów dowodzenia, różne techniki ich wykonania oraz znaczne zróżnicowanie zakresów spełnianych funkcji, powodują określone trudności w tworzeniu właściwych powiązań funkcjonalno-informacyjnych. Wszystkie istniejące zautomatyzowane podsystemy dowodzenia /WOZDUCH-1M i WEKTOR-2WE - importowane oraz DUNAJEC/ można traktować jako stacjonarne, rozwinięte na stacjonarnych SD, co znaczenie ogranicza żywotność systemu dowodzenia jako całości. Zapasowe stanowiska dowodzenia wszystkich szczebli nie są wyposażone w środki automatyzacji, toteż przejście danego

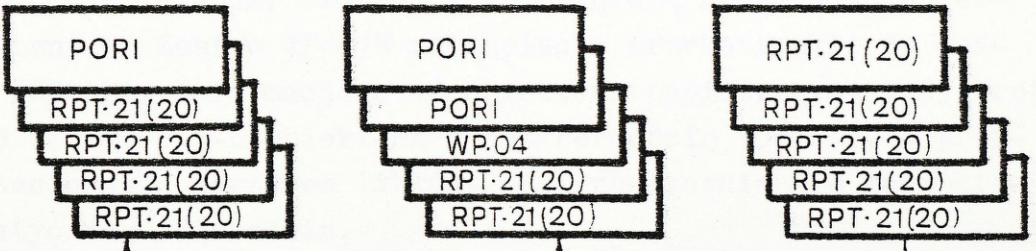
SZCZEBEL
OPERACYJNY



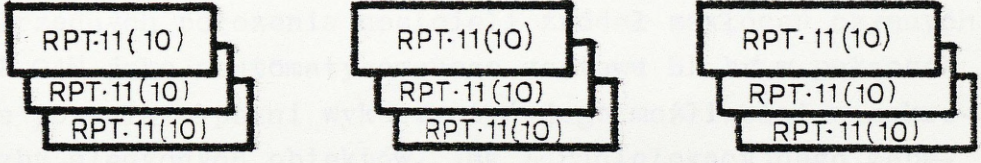
SZCZEBEL
OPER. TAKT.



SZCZEBEL
TAKTYCZNY



SZCZEBEL
PODODZIAŁU



Rys. 32. Struktura zautomatyzowanego dowodzenia w wojskach OP.

rodzaju wojsk na zapasowe SD eliminuje go ze zautomatyzowanego obiegu informacji. Powoduje to konieczność jednoczesnego funkcjonowania, obok obiegu zautomatyzowanego, części niezautomatyzowanego obiegu informacji.

Brak jest jednolitości w zasadach funkcjonowania podsystemów dowodzenia jak również w sposobie realizacji nałożonych na te podsystemy zadań. Prowadzi to do zakłóceń analizy sytuacji powietrznej, różnej interpretacji przetworzonej informacji i wydłużenia czasu jej opracowywania.

Przekazywanie informacji z systemu CYBER-WA do systemu AEMAZ-2 nadal powodują znaczne jej opóźnienie. Informacje powiadamiania operacyjnego praktycznie nie mogą być wykorzystane na SD szczebla operacyjno-taktycznego.

Z technicznego punktu widzenia AEMAZ, w stosunku do spełnianych funkcji, jest urządzeniem dużym, energochłonnym, wykonanym w technice lampowo-tranzystorowej, stacjonarnym.

Zestawy automatyzacji szczebla kompanijnego i batalionowego podsystemu WOZDUCH-1M /WP-01M, WP-02M/ nie spełniają wymagań technicznych i taktycznych. Zestaw WP-01M zabezpiecza przekazywanie do nadrzędnego SD /SD brt/ informacji o 12 obiektach powietrznych z dyskretnością 20-30 s, lub o 4-6 obiektach z dyskretnością 10-12 s, w przypadku sprzężenia go z zestawem WEKTOR-2WE. Praktycznie nie ma możliwości automatycznego śledzenia.

Zestaw WP-02M nie jest w pełni wykorzystany. W przypadku współpracy z FORI traktowany jest jako obiekt WP-01M, a ilość przekazywanych informacji z WP-02M do FORI nieznacznie przewyższa możliwości WP-01M /6-8 obiektów z dyskretnością 10-12 s/. Zestaw ten nie ma możliwości określania współrzędnych położenia nosicieli źródeł zakłóceń czynnych.

Stosowanie WP-04M jako zautomatyzowanego zestawu SD brt w połączeniu z SD plm nie pozwala w pełni wykorzystać jego możliwości w zakresie zarówno liczby śledzonych obiektów, jak i radiolokacyjnego zabezpieczenia działań bojowych plm. Zaprojektowany był on jako wyposażenie SD dywizji lotniczej.

Zestaw FORI /w podsystemie WEKTOR-2WE/ stanowi wyposażenie SD batalionu radiotechnicznego oraz jest wykorzystany do przetwarzania informacji dla potrzeb SD BR i plm - jako zadania priorytetowe. Ma to odbicie w opracowywaniu i analizie informacji o sytuacji powietrznej. Zestaw ma możliwość opracowania informacji o 40 obiektach

powietrznych przy podłączeniu pięciu źródeł danych, co wymusza konieczność przekazywania informacji średnio o 6-8 obiektach z jednego podległego kierunku, mimo znacznie większych możliwości podległych zestawów automatyzacji.

Wszystkie importowane zestawy automatyzacji systemów dowodzenia, z technicznego punktu widzenia, charakteryzują się przestarzałą techniką wykonania, skomplikowaną obsługą operatorską i funkcjonalną bardzo małą podatnością na wprowadzenie wszelkiego rodzaju modyfikacji. Prowadzi to do szybkiego, w aspekcie funkcjonalnym, starzenia się tych obiektów w porównaniu z rozwojem środków napadu powietrznego i możliwości nowo wprowadzanych środków walki.

Odpowiednikami zestawów WP-01M i WP-02M są zestawy podsystemu DUNAJEC /RPT-11 i 10 oraz RPT-21 i 20/ produkcji krajowej, wykonane na bazie komputera RODAN-10 /zmodernizowana wersja EMC ODRA 1325/. Przewyższają one znacznie pod względem nowoczesności rozwiązań technicznych zestawy importowane, automatycznego testowania i kontroli. Ze względu na zastosowanie uniwersalnego komputera możliwe jest dokonanie zmian w oprogramowaniu zestawu. Podatne są na wprowadzenie modyfikacji. Wadą jest spacyjna budowa. Nadal za małe są możliwości w zakresie opracowywania informacji o obiektach powietrznych.

Na szczeblu operacyjno-taktycznym /korpus, BRt/ w miejsce CYBER-W, wdrażany jest podsystem CYBER-WA. Realizuje on zbieranie i przetwarzanie informacji otrzymywanych z różnych zestawów automatyzacji dyslokowanych na podległych SD batalionów radiotechnicznych. Rozszerza on zakres współpracy z podsystemami automatyzacji między innym z podsystemem RUDNIA /zwiększa zakres automatyzacji w dowodzeniu pododdziałami WRt/ oraz umożliwia automatyczne sprzężenie z podsystemem AEMAZ-2, jak również zwiększa stopień komputerowego wspomagania procesu decyzyjnego w zakresie dowodzenia LM, WR i WRe. Wymagać on będzie doskonalenia poprzez zastosowanie techniki mikroprocesorowej.

Wymiana informacji między poszczególnymi zestawami WOZDUCH-1M i DUNAJEC oraz CYBER odbywa się cyklami informacyjnymi podsystemu WOZDUCH-1M z prędkością transmisji równą 60 bodów. Ta prędkość transmisji narzuca określoną dyskretność przekazywania danych. Wiarygodność przekazywania danych w kanałach łączności jest mała i wynosi zaledwie 10^{-3} . Dlatego też niektóre cykle informacyjne powtarzane są trzykrotnie, co jeszcze bardziej zmniejsza przepustowość kanałów łączności.

Wymiana informacji w systemie AEMAZ odbywa się za pomocą kodogramów informacyjnych przekazywanych kanałem dalekopisowym z szybkością 50, 60 lub 75 bodów w międzynarodowym kodzie MTK-2. Mała szybkość transmisji oraz wymaganie niezbędnej dyskretności przekazywania danych powodują konieczność zwiększenia liczby kanałów łączności oraz ich przystosowania do przesyłania tylko określonego typu informacji.

W podsumowaniu można sformułować następujące wnioski:

1. Zbieranie, opracowywanie i przesyłanie informacji o sytuacji powietrznej jest zautomatyzowane w relacji: kompania radiotechniczna - brygada radiotechniczna.

2. Mała szybkość transmisji danych znacznie ogranicza dyskretność przekazywania danych o położeniu obiektów powietrznych.

3. Liczba "opracowywanych" obiektów powietrznych jest zadowalająca dla zestawu RPT-11, RPT-10; pozostałe zestawy opracowują informacje dotyczące zbyt małej liczby celów powietrznych jak na współczesne warunki działań i możliwości użycia ŚNP przeciwnika.

4. Ograniczony zakres komputerowego wspomagania procesu podejmowania decyzji o sposobie użycia środków walki.

5. Wymagane jest zwiększenie dokładności określania współrzędnych i zmniejszenie czasu opóźniania informacji, między innymi poprzez ujednoczenie i unowocześnienie zestawów automatyzacji.

6. Sprzężenie z nowo wprowadzonymi podsystemami automatyzacji wojsk OPL i lotniczych jest możliwe jedynie w opraciu o podsystemy automatyzacji produkcji krajowej.

7. Ograniczony zakres informacji o stanie sił i środków, gotowości, działaniach i rezultatach działań bojowych wojsk własnych.

8. Bardzo różna struktura techniczna zestawów automatyzacji utrudnia, a niekiedy uniemożliwia prawidłową ich integrację, zapewniającą wymianę informacji w pełnym zakresie.

3.4.2. Analiza techniczno-taktyczna elementów zautomatyzowanego dowodzenia WRt wojsk OPL

W wojskach OPL ma być zautomatyzowany obieg informacji w oparciu o podsystem ZENIT. Podsystem ten jest projektowany na bazie doświadczeń uzyskanych przy budowie i eksploatacji podsystemu DUNAJEC, użytkowanego w wojskach OP. Obecnie użytkowany i wdrażany jest podsystem dowodzenia szczebla operacyjnego oraz szczebla związku taktycznego - importowany /PASUW/.

Ogólna charakterystyka zestawów automatyzacji wojsk OPL przedstawiona jest w załączniku 11.

Projektowane zestawy podsystemu ZENIT zawierają współczesne osiągnięcia z zakresu budowy układów elektronicznych. Zastosowano technikę mikroprocesorową. Są to urządzenia, których podstawowe zespoły są zunifikowane. Charakteryzują się dużą elastycznością na wprowadzanie modyfikacji i uzupełnień w sferze zarówno technicznej jak i programowania. Ważną zaletą tych zestawów jest to, że wykonane są w wariantach mobilnym. Dość istotnym jest zautomatyzowanie procesu wypracowania decyzji dotyczącej niszczenia celów powietrznych, w różnym zakresie, na wszystkich szczeblach dowodzenia. Szczególne znaczenie ma to dla zestawu ZWD-10R, w procesie dowodzenia pododdziałami ogniowymi i wskazywania celów powietrznych zestawom raketowym. Wymagana jest tu duża dokładność wydawanej informacji $\sigma_{x,y} \leq 1 \text{ km}$, co trudno jest osiągnąć^{33/}.

Przewiduje się zastosowanie szybkiej transmisji danych /1200 bodów i więcej/.

Za małe są możliwości podsystemu ZENIT-20 w zakresie liczby śledzonych obiektów oraz ZENIT-40 w odbiorze liczby tras. Poprzez to nie w pełni mogą być wykorzystane możliwości w tym zakresie, ZENIT-10 i innych źródeł informacji, jak również wydłużony może być czas opracowania informacji w przypadku nadmiaru informacji /wydłużenie cyklu decyzyjnego/ i zmniejszona jej wiarygodność /szczególnie w odniesieniu do składu obiektów grupowych /zgrupowanych/.

Podsystem PASUW narzuca ograniczenia w odniesieniu do przypustowości wydawanej informacji i automatyzacji w zakresie **wspomagania wypracowania decyzji**.

^{33/} W tym zakresie obecnie prowadzone są prace badawczo-wdrożeniowe przez Wojskowy Instytut Informatyki.

Po wdrożeniu zestawów automatyzacji zorganizowany zautomatyzowany obieg informacji polepszy jej jakość. Czas opóźnienia informacji zmniejszy się średnio z kilku minut do 20 s na szczeblu armii i do 30 s - na szczeblu frontu.

Informacja otrzymywana z dodatkowych źródeł /między innymi z rozpoznania powietrznego i radioelektronicznego, POW/ będzie nadal zbierana i opracowywana sposobem niezautomatyzowanym. Problemem jest realizacja sposobem zautomatyzowanym wymiany informacji z podsystemami automatyzacji wojsk OP, z uwagi na ich różną strukturę informacyjno-programową i różne możliwości w przesyłaniu informacji urządzeń transmisji danych.

3.4.3. Analiza techniczno-taktyczna elementów zautomatyzowanego systemu dowodzenia WRT wojsk lotniczych

W wojskach lotniczych w procesie dowodzenia zamierza się zastosować podsystem automatyzacji ORZYC podobnej generacji jak podsystem ZENIT w wojskach OPL, produkcji krajowej obok wdrażanego podsystemu PASUW /importowanego/. Podsystem PASUW obejmuje automatyzację dowodzenia na szczeblu armii i frontu oraz ogólnowojskowych związków taktycznych.

Automatyzację stanowisk dowodzenia lotniczych związków taktycznych i oddziałów, które bezpośrednio kierują działaniami lotnictwa, ma zapewnić podsystem ORZYC.

Struktura podsystemu zautomatyzowanego dowodzenia przedstawiona jest na rys.30.

Ogólna charakterystyka zestawów automatyzacji wojsk lotniczych przedstawiona jest w załączniku 12.

Zestawy automatyzacji podsystemu ORZYC tak jak podsystemu ZENIT są najnowszej generacji. Można będzie je minimalnym kosztem doskonalić, ponieważ mają podatność na zmianę oprogramowania i układów elektronicznych z uwagi na unifikację urządzeń.

Zestawy posiadają wystarczające, na najbliższy okres, możliwości ilościowego śledzenia obiektów oraz są mobilne. Wykorzystane w najnowszej technice urządzenia /układy/ pozwalające na automatyczne śledzenie jednocześnie dużej ilości obiektów, precyzyjną estymację współrzędnych, zautomatyzowane wspomaganie w procesie decyzji, usprawnią dowodzenie wojskami i środkami walki poprzez zwiększenie wiarygodności informacji i skrócenie cyklu informacyjno-decyzyjnego.

Bardzo ważna jest rola zestawu DL-25. On właśnie pozwoli w wymaganym stopniu zautomatyzować dowodzenie lotnictwem, czego nie można osiągnąć w systemie wojsk OP /przestarzałe zestawy automatyzacji/. Stworzy on warunki do skutecznego kierowania działaniami bojowymi lotnictwa myśliwskiego i myśliwsko-bombowego, sprawnego zbierania i opracowywania informacji o gotowości i możliwościach bojowych lotnictwa oraz umożliwi wspomaganie techniczne procesu podejmowania decyzji o sposobie użycia samolotów. Ponadto zapewni automatyczne naprowadzanie samolotów.

Wszystkie zestawy automatyzacji są mobilne, wyposażone w środki przesyłania informacji o szybkiej transmisji danych.

W poprzednich podrozdziałach zostały przedstawione struktury eksploatowanego ZtSD wojsk OP oraz wdrażanych i badanych ZtSD wojsk OPL i Wojsk Lotniczych /KL/, a także możliwości i ogólne wymagania w zakresie wymiany informacji i współpracy między określonymi podsystemami /zestawami/ tych rodzajów wojsk.

Można stwierdzić, że dotychczas istniejące i aktualnie opracowywane rozwiązania jedynie w niewielkim stopniu uwzględniały potrzeby wymiany informacji i współdziałania zestawów i podsystemów poprzez automatyczny system wymiany danych.

Pomimo coraz częściej i ostrzej stawianego wymagania współpracy podsystemów krajowych, jak również potrzeby współpracy z systemem PASUW, rzadko były one realizowane w praktyce. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest przede wszystkim brak jednolitej koncepcji realizacji funkcji wspomagania dowodzenia i kierowania środkami walki w poszczególnych wojskach oraz niezbyt ściśle określone wymagania dotyczące wymiany informacji oraz współdziałania między ZtSD tych wojsk. Dotychczasowe zasady współdziałania bazowały przede wszystkim na wymianie informacji fonicznej.

Automatyzacja podstawowych procesów dowodzenia przebiegała prawie niezależnie w poszczególnych wojskach, przy czym najczęściej była to cząstkowa realizacja automatyzacji podstawowych problemów /przede wszystkim rozpoznania radiolokacyjnego/. Bez wątplenia istotny wpływ na taką sytuację miał aktualny stan wiedzy użytkowników i projektantów odnośnie możliwości automatyzacji poszczególnych procesów dowodzenia, aktualny stan dostępnej bazy elementowej oraz dostępnych środków łączności i transmisji danych.

Wzrost ilości nowo opracowanych i aktualnie eksploatowanych ZtSD i systemów kierowania środkami walki wymusza pewne działania integracyjne zarówno w zakresie realizacji funkcji przetwarzania informacji, jak i jej przesyłania.

Z jednej strony zachodzi potrzeba wykorzystania tych samych źródeł informacji dla różnych systemów, a z drugiej koordynacji działań prowadzonych przez wojska. Wymaga to zapewnienia wzajemnej wymiany danych w sposób zautomatyzowany.

Aktualnie stawiany problem integracji ZtSD poszczególnych rodzajów wojsk i służb dotyczy dwóch zasadniczych zagadnień:

- sprzężenia istniejących systemów automatyzacji w celu zabezpieczenia potrzeb współdziałania i współpracy;
- wypracowanie jednolitych zasad funkcjonowania systemów i opracowanie jednorodnych urządzeń lub rodziny urządzeń dla ich realizacji.

Zagadnienia te dotyczą zarówno problemów podsystemów dowodzenia i kierowania środkami walki, jak i podsystemów transmisji danych stanowiących podstawę budowy systemów automatyzacji. Uzupełnieniem tego problemu w zakresie systemu łączności jest problem wykorzystania tych samych środków łączności dla potrzeb transmisji danych i łączności fonicznej.

Pierwsze zagadnienie jest szczególnym przypadkiem problemu integracji różnorodnych sieci komputerowych, działających według odmiennych zasad i wykorzystujących różne protokoły komunikacyjne^{34/} i standardy transmisji. Występują tu między innymi problemy dopasowania technicznego, komunikacyjnego i informacyjnego przy przechodzeniu z jednego systemu do drugiego oraz zasady jednoznacznej konwersji informacji wykorzystywanych przez systemy użytkowe.

Drugie zagadnienie jest szczególnym przypadkiem budowy sieci telekomunikacyjnych ze zintegrowanymi usługami.

Powyższe problemy zostały rozwinięte w następujących podrozdziałach.

Kończąc analizę techniczno-taktyczną elementów zautomatyzowanych systemów dowodzenia wojsk radiotechnicznych WLiOP oraz WOPL, należy podkreślić, że konieczna jest integracja tych systemów /podsystemów radiolokacyjnych/ w ramach obrony powietrznej. Problem ten należy rozwiązać ze względu na zwiększenie wartości i pożądanej ilości informacji o sytuacji powietrznej, w celu zapewnienia efektywnego dowodzenia wojskami w systemie OP.

34/ Przez protokół komunikacyjny /transmisji/ należy rozumieć zarówno struktury danych, stosowany kod, szybkość transmisji, jak i procedury zestawiania połączeń, przesyłania danych, kończenia transmisji, zwiększania wiarygodności przesyłania informacji itp.

Integracja podsystemów radiolokacyjnych zapewni zespolenie stref informacji radiolokacyjnych oraz zautomatyzowaną wymianę informacji dotyczącej zarówno sytuacji powietrznej, jak i gotowości bojowej, stanu i sposobu wykorzystania własnych środków walki.

Integracja podsystemów automatyzacji w ramach systemu OP jest nieodzowna, obok innych przedsięwzięć techniczno-organizacyjnych zwiększających wartość informacji, tzn. jej wiarygodność. Bez uwzględnienia i rozwiązania tego problemu nie można mówić o możliwościach osiągnięcia informacji spełniającej współczesne wymagania procesu dowodzenia wojskami, nie mówiąc już o wymaganiach przyszłościowych.

3.4.4. Analiza środków technicznych umożliwiających przesyłanie informacji radiolokacyjnej w systemie obrony powietrznej

Różny stopień automatyzacji i duża różnorodność zestawów /podsystemów/ automatyzacji w poszczególnych rodzajach wojsk ma zasadniczy wpływ na stan i możliwości technicznych środków w zakresie przesyłania informacji. Oprócz rozwiązań krajowych do eksploatacji w poszczególnych wojskach wchodziły również zautomatyzowane systemy dowodzenia zakupione w Związku Radzieckim, a ostatnio również podsystem ogólnoukładowy PASUW, który uwzględnia między innymi problematykę automatyzacji wojsk OPL i lotnictwa.

Systemy te, podobnie jak ma to miejsce w rozwiązaniach krajowych, stosowały i nadal stosują swoje własne odmienne podejścia do automatyzacji procesów dowodzenia oraz własne rozwiązania w zakresie organizacji systemów transmisji danych, a co za tym idzie, również różnych urządzeń transmisji danych. Potrzeba stosowania różnych urządzeń przesyłania informacji /transmisji danych/ wynika z konieczności akceptowania dotychczas istniejących rozwiązań w **eksploatowanych systemach**. Problem ten był i będzie aktualny w większości opracowań podsystemów zautomatyzowanego dowodzenia i kierowania środkami walki. Wynika on z rozwoju techniki łączności i informatyki, a także z coraz szerszego zakresu automatyzacji procesów dowodzenia.

Należy podkreślić, że podstawą funkcjonowania podsystemów automatyzacji są systemy transmisji danych.

Systemy transmisji danych /TD/ są organizowane w oparciu o autonomiczne środki łączności zautomatyzowanych podsystemów oraz w oparciu o kanały wydzielone z systemu łączności. Najczęściej autonomiczne środki łączności wykorzystywane są do organizacji radiowych systemów TD, natomiast w przypadku organizacji przewodowych /radioliniowych/ systemów TD wykorzystuje się kanały wydzielone z systemu łączności.

Dla aktualnie eksploatowanych zautomatyzowanych systemów dowodzenia /ZŁSD/ i kierowania środkami walki WLiOP oraz wojsk OPL najczęściej organizuje się kierunki łączności, znacznie rzadziej sieci łączności.

W omawianych systemach z reguły występuje rozdział kanałów łączności na foniczne i transmisji danych, powodując często dublowanie połączeń między tymi samymi abonentami. Dla potrzeb transmisji danych wykorzystuje się zarówno łączność telegraficzną jak i telefoniczną. Taka sytuacja powoduje konieczność dysponowania pewnym nadmiarem środków łączności. Taka potrzeba wynika częściowo ze specyfiki przesyłania danych radiolokacyjnych o sytuacji powietrznej, a częściowo z aktualnych rozwiązań urządzeń transmisji danych, które wymagają stałych łączny.

Duża ilość różnorodnych środków łączności i urządzeń TD uniemożliwia wymianę informacji między zestawami różnych podsystemów na tych samych szczeblach dowodzenia. Dotyczy to zarówno zautomatyzowanego przesyłania danych z wykorzystaniem urządzeń TDW, jak również, w części przypadków, łączności fonicznej.

Większość aktualnie funkcjonujących podsystemów powstało wiele lat temu z wykorzystaniem przestarzałych już dzisiaj technologii i bazy elementowej. Podsystemy te jednak nadal są eksploatowane i są uwzględniane przy opracowywaniu nowych rozwiązań. Dotychczasowe rozwiązania, w szczególności w zakresie urządzeń TD mają tę zasadniczą wadę, że są trudne do modyfikacji i aktualizacji przy zmieniających się potrzebach. Ponieważ różne podsystemy stosowały różne urządzenia TD, to w przypadku potrzeby współpracy takich podsystemów pojawia się dodatkowy problem. Dwa urządzenia wykorzystujące różne protokoły transmisji i różne łącza telekomunikacyjne nie mogą ze sobą współdziałać. Zmiana dotychczasowych urządzeń TD w jednym z podsystemów w celu dopasowania go do drugiego również w większości przypadków jest problemem bardzo złożonym, często nie do rozwiązania.

Nowe podsystemy automatyzacji dowodzenia i kierowania środkami walki /m.in. ZENIT, ORZYC/ aktualnie wdrażane, opracowywane i projektowane, wykorzystują technikę mikroprocesorową nie tylko w środkach automatyzacji, ale również w urządzeniach TD. Przykładem takich rozwiązań są przede wszystkim podsystemy opracowywane przez Przemysłowy Instytut Telekomunikacji.

W podsystemach tych urządzenia TD /ZTD - zespoły transmisji danych/ są opracowywane na bazie mikroprocesorów. Istnieje szereg urządzeń tego typu przeznaczonych do współpracy z urządzeniami TD charakterystycznymi dla podsystemów, z którymi należy współpracować. Realizują one wymagane protokoły transmisji.

Ogólna charakterystyka urządzeń TD /ZTD/ przedstawiona jest w załączniku 13^{35/}.

Wymienione zespoły TD stanowią całą gamę różnorodnych urządzeń transmisji danych opracowywanych z myślą o współpracy z odpowiednimi urządzeniami stosowanymi w poszczególnych zautomatyzowanych systemach dowodzenia. Z ich ilości wynika, jak różnorodne są protokoły transmisji i jak różne łącza komunikacyjne wykorzystywane są dla potrzeb transmisji danych.

Pomimo częściowego rozwiązania problemów współpracy przy wykorzystaniu tych urządzeń i w tym przypadku nie udało się uniknąć rozbieżności. Zespoły TD z jednej strony współpracują ze swoimi odpowiednikami poprzez łącza komunikacyjne, a z drugiej strony ze środkami automatyzacji, które aktualnie są w większości przypadków różnego rodzaju komputerami. Cała ta różnorodność urządzeń i środków powoduje istotne problemy integracji systemów i ujednoczenia podsystemów transmisji danych.

Koncepcja rozwiązania urządzeń TD w oparciu o wykorzystanie techniki mikroprocesorowej przyjęta przez PIT wydaje się być rozwiązaniem perspektywnym. Wymaga ona jednak wprowadzenia pewnych modyfikacji w celu zapewnienia odpowiedniej standaryzacji urządzeń TD i ujednoczenia rozwiązań przy zachowaniu elastyczności dopasowania do różnorodnych wymagań.

Nawet pobieżne potraktowanie powyższych problemów pozwala stwierdzić, jak różnorodne są wymagania stawiane urządzeniom TD w celu zapewnienia współpracy między sobą różnych podsystemów.

35/ W oparciu o materiały z Szefostwa Badań i Rozwoju Techniki.

Aktualnie opracowywane i eksploatowane ZtSD i kierowania środkami walki wykorzystują dla potrzeb przesyłania danych łączność telegraficzną i telefoniczną. Wykorzystywane są przy tym różne szybkości transmisji, różne kody znaków oraz różne środki łączności i umożliwiające zestawienie kanałów radiowych i przewodowych /w ogólnym przypadku kablowo-radioliniowych/.

. W najbliższym czasie przewiduje się dla potrzeb przesyłania danych zastosowanie kanałów cyfrowych równoległe z dotychczasowymi kanałami analogowymi.

Z jednej strony taka różnorodność wykorzystywanych środków łączności wprowadza poważne problemy organizacji systemu łączności oraz konieczność utrzymywania różnych urządzeń TD. Można na ten problem spojrzeć również z innej strony. W warunkach współczesnego pola walki możliwość wykorzystywania różnych środków łączności dla potrzeb transmisji danych może okazać się koniecznością ze względu na większe prawdopodobieństwo zachowania ciągłości funkcjonowania zautomatyzowanych systemów w różnorodnych sytuacjach.

Zachodzi zatem potrzeba opracowania urządzeń TD w taki sposób, aby uwzględniały te potrzeby i były łatwe do zaadaptowania w zmieniających się sytuacjach.

W celu zapewnienia możliwości utajniania przesyłanych informacji powinna być zapewniona możliwość włączenia urządzenia utajniającego w styk między jednostką sterującą i pojedyncze urządzenie utajniające lub włączenia urządzenia na zasadzie "koprocessora" /urządzenia zewnętrznego/ do jednostki sterującej /połączenie opcjonalne/ w celu wykorzystania jednego urządzenia utajniającego dla kilku kanałów z możliwością wyboru kluczy dla poszczególnych kanałów. Również w tym przypadku problem sprowadza się do ścisłego zdefiniowania styków i zasad współdziałania urządzeń.

W wojskach OP, gdzie eksploatowany jest sprzęt automatyzacji różnej generacji, urządzenia TD cechuje również niejednorodność w strukturze technicznej i programowo-informacyjnej. Powoduje to bardzo duże trudności w ich modernizacji i sprzężeniu, niekiedy jest to wręcz niemożliwe. Zbyt wolna jest wymiana informacji między zestawami podsystemu WOZDUCH i DUNAJEC oraz CYBER. Prędkość transmisji informacji wynosi zaledwie 60 bodów. Mała jest wiarygodność przekazywania danych w kanałach łączności, wynosząca zaledwie 10^{-2} - 10^{-3} , co zmusza do kilkakrotnego /trzykrotnego/ powtarzania cykli informacyjnych. Mała jest szybkość wymiany kodogramów informacyjnych w systemie AŁMAZ wynosi 50, 60 i 75 bodów.

Nieemożność dokonywania zmian w oprogramowaniu podsystemu WOZDUCH eliminuje go w integracji ze współczesnymi podsystemami automatyzacji.

Podsystemy automatyzacji /ZENIT, PASUW/ wdrażane w wojskach OPL wyposażone są w nowoczesne środki przesyłania informacji /urządzenie TD/ /przedstawione w zał. 13/.

Możliwości przesyłania informacji w odpowiednich relacjach przedstawione są w załączniku 14.

W wojskach lotniczych zakłada się zastosowanie współczesnych i perspektywicznych urządzeń transmisji danych /obecnie znajdują się w trakcie badań/. Przewiduje się wspomaganie węzłów łączności mikrokomputerami IBM - w ramach sieci komputerowej, zastosowanie światłowodów do transmisji danych oraz utajnianie transmisji informacji i kanałów. Prace badawcze nad tym są mocno zaawansowane. Wprowadzane zestawy podsystemu ORZYC mają już zawierać urządzenia transmisji danych nowej generacji.

Do współpracy z podsystemami wojsk OPL ma być zastosowany zespół ZTD-35 /szybkość transmisji 1200/2400 bodów/ z możliwością współpracy z urządzeniem utajniającym.

Szczegółowa analiza dotychczasowych rozwiązań zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki, uwzględniająca cały wachlarz problemów, począwszy od wymagań operacyjno-taktycznych w zakresie współdziałania WLiOP oraz WOPL a w tym WRe aż po stosowanie środków łączności nasuwa szereg wniosków, które należałoby uwzględnić przy pracach zmierzających do opracowania jednolitego systemu transmisji danych dla potrzeb tych wojsk. Należy podkreślić, że nie jest możliwe wycinkowe potraktowanie problemu tylko w zakresie systemu transmisji danych, ponieważ system ten spełnia jedynie rolę usługową zapewniającą wymianę informacji niezbędnych dla automatyzacji podstawowych procesów dowodzenia i kierowania środkami walki.

Poniżej przedstawione są główne uwagi wynikające z przeprowadzonej analizy:

1. Zbyt słabo sprecyzowane są wymagania operacyjno-taktyczne w zakresie współdziałania a szczególnie w zakresie wymiany informacji oraz możliwości korzystania z tych samych źródeł informacji na poszczególnych szczeblach.

2. Zbyt duża jest różnorodność stosowanych typów depesz i protokołów komunikacyjnych.

3. Zbyt duża jest ilość stosowanych różnych urządzeń transmisji danych.

4. Praktycznie brak jest sprecyzowania potrzeb i zakresu wymiany informacji między poszczególnymi obiektami różnych podsystemów na tym samym szczeblu dowodzenia.

5. W zestawach różnych podsystemów na tych samych szczeblach dowodzenia wykorzystywane są różne środki łączności, często nie zapewniające jednak żadnej możliwości wymiany informacji nie mówiąc już o transmisji informacji.

3.4.5. Możliwości sprzężenia systemów zautomatyzowanego dowodzenia wojsk radiotechnicznych w systemie obrony powietrznej

Ogólnie można powiedzieć, że między sprzęganymi podsystemami i zestawami automatyzacji wymiana informacji może odbywać się w sposób niezautomatyzowany, zautomatyzowany i automatyczny.

Sposób niezautomatyzowany charakteryzuje się ręcznym przekazywaniem informacji w oparciu o istniejące środki łączności. Szczególnym przypadkiem jest praca podsystemu zautomatyzowanego w reżimie foniczno-ręcznym.

Sposób zautomatyzowany jest realizowany indywidualnie na potrzeby każdego użytkownika zautomatyzowanego systemu poprzez zastosowanie różnych typów urządzeń transmisji danych oraz końcowych urządzeń automatyzacji i sterujących wraz ich oprogramowaniem oraz obsługą operatorską. W sposobie tym proces wymiany informacji inicjuje człowiek /operator/.

Sposób automatyczny wymaga zapewnienia najszerszego zakresu zgodności sprzęganych podsystemów i zestawów /technicznej, informacyjnej, lingwistycznej, programowej, organizacyjnej/. Odbywa się bez udziału człowieka.

Należy podkreślić, że informacja o obiektach powietrznych otrzymana z podsystemu niezautomatyzowanego jest mało przydatna w procesie dowodzenia, ze względu na małą dokładność i duży czas opóźnienia.

W toku analizy możliwości sprzężenia podsystemów radiolokacyjnych szczególna uwaga została zwrócona na strukturę techniczną oraz strukturę informacyjno-programową zautomatyzowanych podsystemów dowodzenia. Jakość tych struktur ma zasadniczy wpływ na możliwości sprzężenia.

Struktura techniczna podsystemów automatyzacji w wojskach OP nie jest korzystna. Charakteryzuje się różnorodnością. Zastosowane są urządzenia wykonane w technikach - od tranzystorowo-lampowej do ukła-

dów scalonych. Sprzęt importowany jest mało elastyczny w zakresie modernizacji zmiany oprogramowania. Trudny jest w eksploatacji ze względu na starą technikę wykonania. Urządzenia automatyzacji, produkcji krajowej, eksploatowane od kilku lat obecnie są w trakcie modernizacji. Możliwości ich w zakresie opracowywania i przesyłania informacji, jak również ich doskonalenia, są ograniczone możliwościami sprzętu importowanego. Zestawy automatyzacji krajowe DUNAJEC, CYBER wykonane są w nowej technice i są podatne na wprowadzanie zmian doskonalących. Ograniczony jest zakres automatyzacji procesów dowodzenia lotnictwem myśliwskim.

Środki przesyłania informacji ze względu na różnorodność i starą technikę wykonania nie spełniają współczesnych wymagań. Niedostateczny jest zakres komputerowego wspomagania w procesie podejmowania decyzji o sposobie użycia środków walki na różnych szczeblach dowodzenia.

W wojskach OPL wdrażany jest podsystem automatyzacji ZENIT. Zestawy tego podsystemu budowane są w oparciu o podsystem DUNAJEC, zawierają nowe rozwiązania techniczne. Wykonane są w wersji mobilnej. Pod względem technicznym są przygotowane do sprzężenia ze współczesnymi urządzeniami automatyzacji. Podsystem PASUW /zestaw MP-22 i MP-25/ można sprzęgać z podsystemem ZENIT.

W wojskach lotniczych - podsystem ORZYC, projektowany jest w oparciu o zestawy, urządzenia i rozwiązania z podsystemu ZENIT. Dlatego podsystemy te będą kompatybilne /posiadać będą możliwość współpracy/ pod względem informacyjnym, programowym i technicznym. Podsystem ORZYC spełniać będzie warunki w zakresie sprzężenia ze współczesnymi i przyszłociowymi urządzeniami automatyzacji.

W strukturze informacyjno-programowej podsystemów wojsk OP widoczny jest szereg mankamentów ograniczających sprawność podsystemu radiolokacyjnego. Uwidoczniała się niespójność struktur informacyjnych poszczególnych podsystemów automatyzacji w zakresie formy i treści. Ograniczony jest zakres informacji dotyczącej danych o stanie sił i środków, gotowości, działaniach i rezultatach działań bojowych wojsk własnych. Wymiana informacji między poszczególnymi zestawami podsystemu WOZDUCH-1M, DUNAJEC oraz CYBER odbywa się z cyklem informacyjnym systemu WOZDUCH-1M z prędkością transmisji równej 60 bodów. Ta prędkość transmisji narzuca określoną dyskretność przekazywania danych. Wiarygodność przekazywania danych w kanałach łączności jest mała i wy-

nosi zaledwie 10^{-3} . Dlatego /co było już wspomniane/ niektóre cykle informacyjne powtarzane są trzykrotnie, co jeszcze bardziej zmniejsza przepustowość kanałów łączności. Zbyt mała jest szybkość transmisji danych w systemie AŁMAZ. Zachodzi konieczność zwiększania liczby kanałów łączności oraz ich przystosowania do przesyłania tylko określonego typu informacji. To wszystko rzutuje na czas opóźnienia informacji, który jest zbyt duży /przedstawiono w rozdziale 2/ jak na zautomatyzowany obieg informacji. Za mała jest liczba obiektów powietrznych śledzonych przez zestaw RPT-20/21/ - 31 - oraz przez CYBER-WA.

Dość ważnym zagadnieniem są niezgodności interpretacyjne w informacjach między różnymi typami zestawów automatyzacji. Najwięcej niedopracowań w tym zakresie posiada zestaw PORI podsystemu WEKTOR-2WE. Pomijając zakres przekazywanej informacji, również stopień jej uogólnienia jest na tyle mało precyzyjny, że podejmowanie decyzji odnośnie użycia WR i LM ze szczebla operacyjno-taktycznego w oparciu o dosyłaaną z PORI dane, nie gwarantuje poprawnej jej realizacji. W wyniku tego zachodzi konieczność zachowywania na SD funkcjonowania systemu niezautomatyzowanego, szczególnie w zakresie zbioru danych o gotowości i możliwościach środków walki.

Należy podkreślić, że obecnie eksploatowane oraz w najbliższych latach wdrażane w rozpatrywanych rodzajach wojsk podsystemy i zestawy automatyzacji nie mogą być sprzęgane w sposób automatyczny ani zautomatyzowany, głównie z uwagi na stosowanie w nich różnych standardów wymiany informacji. Ewentualne sprzężenie tych podsystemów pociąga za sobą daleko idącą ingerencję w oprogramowanie użytkowe i systemowe, z uwagi na znaczne różnice zawartości przekazywanej informacji. Dlatego między innymi ten problem nie został do tej pory rozwiązany.

Sprzężenie poszczególnych podsystemów i zestawów, zapewnienie między nimi zautomatyzowanej wymiany informacji wymaga między innymi zastosowania jednolitych /zapewniających wzajemną współpracę/ urządzeń transmisyjnych. Z dokonanych analiz wynika, że najbardziej celowe i uzasadnione technicznie będzie wykorzystanie do tych celów urządzeń transmisji danych współpracujących ze stosowanym podsystemem PASUW.

W podsystemach zautomatyzowanych ZENIT i ORZYC przyjęto jednolity standard wymiany informacji /podsystemu PASUW/. Docelowo problemy sprzęgania poszczególnych zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania środkami walki między sobą, a także połowym ZtSD szczebla operacyjnego, mają być realizowane jednolicie w oparciu o zasady wypracowane i określone w ramach międzynarodowej INTER ASU/przez głównego konstruktora systemu PASUW/.

Można jednoznacznie stwierdzić, że podsystemy: WOZDUCH-1M, PORI, ALMAZ nie nadają się do integracji z podsystemami automatyzacji obecnie wdrażanymi w wojskach OPL i WL. Również dopasowywanie podsystemu DUNAJEC, czy CYBER do możliwości podsystemów importowanych nie przyniesie praktycznie /co zostało sprawdzone/ pożądaných efektów. Powoduje to przede wszystkim rozbudowę dodatkowych układów dopasowujących te podsystemy, angażowanie wielkiej rzeszy specjalistów, duże koszty a wynik może być mierny, tym bardziej, że w czasie dopasowywania sprzęt może się zestarzeć i wypracować resurs.

Również dopasowywanie podsystemu wojsk OPL do niezmodernizowanego podsystemu automatyzacji wojsk OP nie przyniesie wymiernych korzyści w procesie dowodzenia /ze względu m.in. na zakres stosowanej informacji/.

Najbardziej korzystnym wariantem będzie integracja podsystemów automatyzacji WOPL i WL z podsystemem automatyzacji WOP, po jego uprzedniej modernizacji /dot. podsystemów produkcji krajowej/ - dopasowaniu struktury technicznej i informacyjno-programowej.

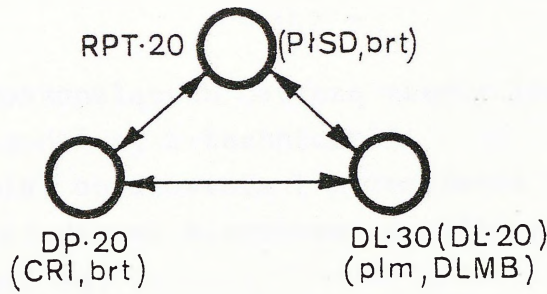
W oparciu o przeprowadzoną analizę podsystemu automatyzacji można wnioskować, że należałoby sprzęgać je w następujących relacjach przedstawionych na rys.33.

3.4.6. Kierunki działań zmierzających do maksymalnego wykorzystania możliwości bojowych sprzętu WRT w systemie obrony powietrznej w zakresie zdobywania, opracowywania i przesyłania informacji

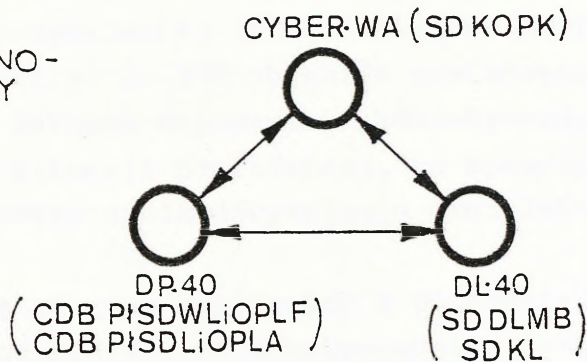
Wymienione mankamenty istniejącego zautomatyzowanego systemu dowodzenia w wojskach OP oraz przedstawione ogólne charakterystyki podsystemów automatyzacji wdrażanych w wojskach OPL i badanych dla wojsk lotniczych sugerują kierunki działań zmierzających do optymalnej ich integracji, zwiększających skuteczność działania systemu obrony powietrznej. Kierunki te dotyczą doskonalenia podsystemów wojsk OP oraz zakresu wykorzystania podsystemów obecnie konstruowanych i wdrażanych do wojsk OPL i WL, uwzględniających wymagania i uwarunkowania dotyczące współpracy z urządzeniami zewnętrznymi najnowszej generacji.

Istniejący stan automatyzacji w wojskach OP uniemożliwia dokonywanie w nim radykalnych zmian. Zachodzi konieczność dochodzenia do pożądanego poziomu automatyzacji etapami, poprzez modernizację podatnych na nią elementów oraz zastępowanie jakościowo nowymi te, których resurs eksploatacyjny kończy się lub których modyfikacja nie jest już możliwa.

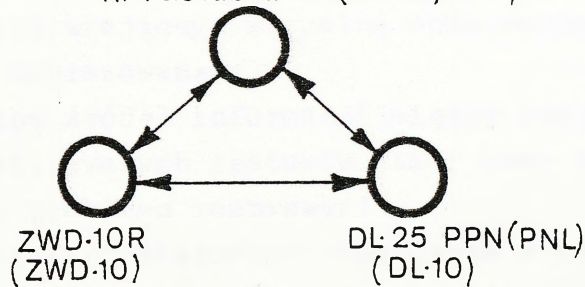
1. SZCZEBEL TAKTYCZNY



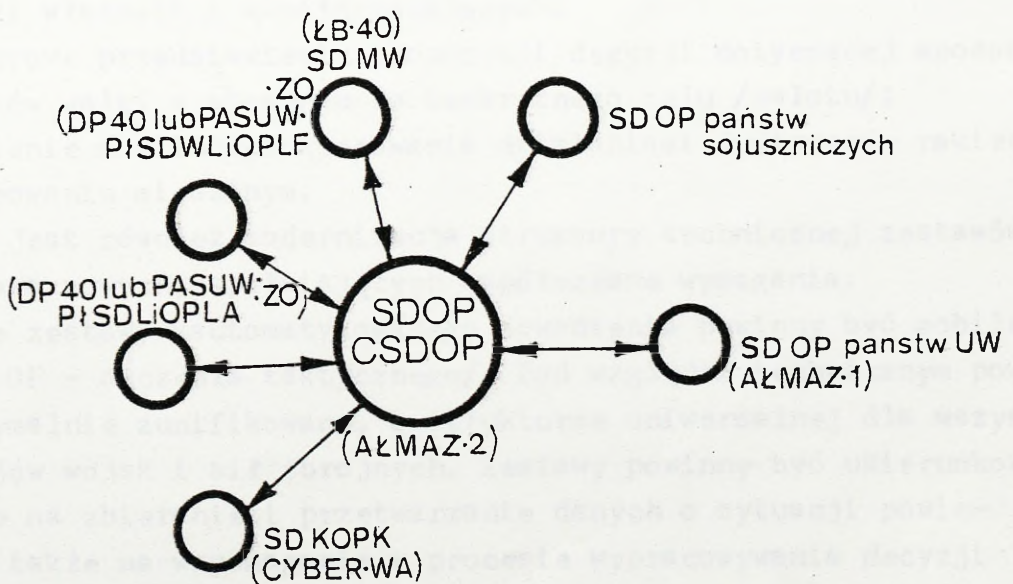
2. SZCZEBEL OPERACYJNO-TAKTYCZNY



b/ proces zabezpieczenia działań bojowych LM i WR; /obejmuje także pkt.a/ RPT 20 lub RP 40(DL-25)GPN,WPN



c/ wymiana informacji na szczeblu operacyjnym:



Rys. 33. Proponowane relacje sprzężeń zestawów podsystemów automatyzacji w systemie OP

Kierunki działań doskonalących dotyczą między innymi struktury organizacyjnej, funkcjonalnej i technicznej.

W zakresie zbierania, opracowania i przesyłania informacji o sytuacji powietrznej, pożądanymi kierunkami działań /w sferze organizacyjnej i funkcjonalnej/ są:

- zwiększenie liczby śledzonych obiektów powietrznych przez zestawy RPT-20, DP-20 - przynajmniej do 120 obiektów powietrznych oraz CYBER-WA i DP-40 - przynajmniej do 300 obiektów powietrznych /tras/;

- zwiększenie zakresu wspomagania komputerowego procesu opracowywania informacji o sytuacji powietrznej, co spowoduje: zmniejszenie czasu opóźnienia i czasu cyklu decyzyjnego oraz zwiększenie wiarygodności informacji;

- rozszerzenie zakresu współpracy z pododdziałami WRe;

- utworzenie od podstaw zautomatyzowanego systemu kierowania działaniami bojowymi IM;

- wprowadzenie na SD szczebla operacyjno-taktycznego wielkoformatowego zobrazowania umożliwiającego wizualną obserwację sytuacji powietrznej automatycznie zobrazowanej;

- zwiększenie liczby źródeł informacji między innymi poprzez sprzężenie ze sobą zautomatyzowanych zestawów WLiOP oraz wojsk OPL /co wchodzi w zakres głównego problemu rozprawy/;

- wyposażenie zapasowych stanowisk dowodzenia w zestawy automatyzacji /dot. WOP/;

- zautomatyzowane zbieranie informacji o stanie i gotowości bojowej środków walki własnych i współdziałających;

- komputerowe przedstawienie propozycji decyzji dotyczącej sposobu użycia środków walki w stosunku do konkretnego celu /nalotu/;

- zapewnienie możliwości kierowania działaniami dywizjonów rakietowych w ugrupowaniu mieszanym.

Wymagana jest również modernizacja struktury technicznej zestawów, a nawet budowa nowych, spełniających współczesne wymagania.

Wszystkie zestawy zautomatyzowanego dowodzenia powinny być mobilne /w wojskach OP - szczebla taktycznego/. Pod względem technicznym powinny być maksymalnie zunifikowane, o strukturze uniwersalnej dla wszystkich rodzajów wojsk i sił zbrojnych. Zestawy powinny być ukierunkowane nie tylko na zbieranie i przetwarzanie danych o sytuacji powietrznej, lecz także na wspomaganie w procesie wypracowywania decyzji oraz przesyłanie informacji wszystkim współdziałającym podsystemom

zautomatyzowanego dowodzenia zgodnie z ich wymaganiami. Zlikwidowałoby to problem braku wzajemnych sprzężeń umożliwiających wymianę informacji o sytuacji powietrznej i współdziałania /dowodzenia/ między zestawami /podsystemami/.

Zachodzi konieczność ujednoczenia zasad wymiany informacji między zestawami /podsystemami/. W celu osiągnięcia możliwości sprzęgania wszystkich podsystemów automatyzacji trzeba doprowadzić do zgodności ze standardem podsystemu PASUW sposobu wymiany informacji.

Na podstawie przeprowadzonej analizy i oceny można założyć, że do podstawowych wymagań i uwarunkowań w zakresie sprzęgania podsystemów można zaliczyć zgodność informacyjną, lingwistyczną, programową i techniczną /inaczej - zgodność protokołów informacji/.

Zgodność informacyjną podsystemów zautomatyzowanego dowodzenia i kierowania środkami walki obejmuje jednolity system klasyfikacji i kodowania informacji oraz formalizacji i organizacji zbiorów informacji. Przede wszystkim powinna ona obejmować: układ współrzędnych, według którego byłyby przekazywane dane; skalę przekazywanych informacji; interpretację kodów i zakresów zmienności danych przyjętych do określania takich parametrów obiektów powietrznych jak: - typ, skład, wysokość, prędkość, kurs, działalność, ważność; kod informacji uzupełniających, przekazywanych doraźnie; sygnały, polecenia, rozkazy i meldunki związane z kierowaniem działalnością bojową wojsk; kody i sygnały związane ze wzajemnym informowaniem się o podjętych działaniach bojowych.

Zgodność lingwistyczna dotyczy: jednoznacznych terminów operacyjno-taktycznych i innych środków językowych stosowanych w sprzęganych podsystemach; jednolitego informacyjnego języka systemu; jednolitego języka graficznego zobrazowania informacji.

Zgodność programowa ZtSD i KŚrW cechuje kompatybilność systemów operacyjnych i oprogramowania diagnostyczno-kontrolnego; oprogramowania narzędziowego; bibliotek programów standardowych.

Zgodność techniczna ZtSD i KŚrW ma zapewnić zautomatyzowane współdziałanie środków technicznych zastosowanych w tych podsystemach. Można to osiągnąć w sprzęgniętych systemach poprzez zastosowanie: środków łączności /głównie kanałtwórczych/ o znormalizowanych parametrach technicznych zapewniających ich wzajemną współpracę /obecnie są różne/; urządzeń transmisji danych i utajniających umożliwiających wymianę

danych bezpośrednio lub poprzez specjalne układy przejściowe /realizowane również w technice mikroprocesorowej/; środków automatyzacji i technicznego wyposażenia zautomatyzowanych miejsc pracy umożliwiających ich wzajemną współpracę.

W prowadzonych aktualnie pracach nad sprzężaniem, w aspekcie zgodności informacyjnej i lingwistycznej jest już możliwe wykorzystanie dostępnych w kraju /poprzez SWŁ/ podstawowych składników zabezpieczenia informacyjnego i lingwistycznego systemu PASUW /IKSJA/.

Należałoby dążyć do zapewnienia wymiany informacji między poszczególnymi podsystemami z szybkością 1200/2400 bodów przez łącze przewodowe, radiowe lub radioliniowe. Łącza transmisji danych powinny być automatycznie kontrolowane, a informacje odbierane z kanału mającego najlepsze parametry techniczne. Dość istotnym jest zapewnienie požądanej wierności transmisji informacji w ramach organizowanej jej wymiany. Stopa błędów nie może być mniejsza niż 10^{-5} . Informacje dotyczące stanu sił i środków oraz ich gotowości bojowej, a także rozkazy i polecenia wymagają utajniania. W szczególnych przypadkach powinna istnieć możliwość utajniania każdej informacji wymienianej między zestawami zautomatyzowanego dowodzenia różnych szczebli dowodzenia /w tym również informacji o sytuacji powietrznej/, gdyż informacje te po odebraniu przez przeciwnika mogą być wykorzystane do intensywnego nakierowywania na nasze środki walki. Koniecznym staje się zastosowanie nowoczesnych systemów łączności działających w strukturze cyfrowej, posiadających urządzenia transmisji światłowodowej, ze sterowaniem mikroprocesorowym - w połączeniu z podsystemem utajniania informacji.

W celu zaspokojenia potrzeb związanych z kierowaniem działalnością bojową wojsk należałoby włączyć w zakres funkcji spełnianych przez zautomatyzowane zestawy dowodzenia: analizowanie warunków działań pod względem sytuacji meteorologicznej i skutków użycia BMR; ustalanie gotowości bojowej podległych wojsk; analizowanie możliwości bojowych przeciwnika i prognozowanie sposobu jego działania; współdziałanie z systemem kierowania ruchem lotniczym w podanym rejonie; organizowanie i planowanie obrony powietrznej w celu uzyskania maksymalnej skuteczności działania systemu obrony.

Wdrożenie do realizacji tych funkcji przez podsystemy zautomatyzowanego dowodzenia wymagać będzie znacznego rozszerzenia zakresu informacji dostarczanych do poszczególnych zestawów. W najbliższym czasie należy sprecyzować zasady współpracy integrowanych systemów na poszcze-

gólnych szczeblach dowodzenia. Jest to warunek konieczny dla dopasowanej integracji podsystemów.

W celu zapewnienia możliwości prowadzenia prac zmierzających do ujednoczenia systemu transmisji informacji oraz współpracy między zestawami ZtSD i kierowania środkami walki należałoby:

1. Określić wymagania dotyczące zakresu wymiany danych między zestawami różnych podsystemów.

2. Ujednoczyć /w miarę możliwości/ zakres informacyjny i strukturę depesz dla współpracujących zestawów różnych systemów i w ramach tych samych systemów.

3. Wyposażyć poszczególne zestawy /obiekty/ różnych podsystemów w środki łączności zapewniające możliwość wymiany informacji.

4. Opracować rodzinę urządzeń transmisji danych uwzględniających specyfikę przekazywanych informacji /informacje o sytuacji powietrznej/ oraz umożliwiających współpracę z istniejącymi urządzeniami transmisji danych.

5. Opracować zasady planowania i zestawiania systemów łączności dla potrzeb systemu transmisji danych w zależności od konkretnej sytuacji z uwzględnieniem podstawowych i rezerwowych kanałów łączności /być może z wykorzystaniem różnych środków łączności/.

6. Rozwiązać problem wykorzystania urządzeń utajniających, zarówno dla poszczególnych kanałów jak i dla grupy kanałów.

Ważnym zagadnieniem jest dalsze doskonalenie współdziałania zestawów zautomatyzowanego dowodzenia szczebla taktycznego ze stacjami radiolokacyjnymi. Wymagane jest dopracowanie współdziałania ze stacjami trójwspółrzędnymi oraz rozszerzenie funkcji spełnianych przez te zestawy i sprawniejsze kierowanie tymi stacjami. Stacje radiolokacyjne wydające informacje o strukturze cyfrowej w przyszłości mogą zastąpić zestawy automatyzacji szczebla kompanii radiotechnicznej. Pozwoli to na znaczne skrócenie czasu obiegu informacji radiolokacyjnej w wyniku eliminacji jednego ogniwa.

Usprawnienia wymaga śledzenie nosicieli źródeł zakłóceń czynnych sposobem zautomatyzowanym. Obecnie problem ten nie jest należycie rozwiązany. Zbyt duża jest niejednoznaczność i mała dokładność w śledzeniu ze względu na niedopracowany sposób kojarzenia namiarów /pelengów/ przesyłanych przez odpowiednie zestawy automatyzacji. Ponadto niedokładne śledzenie metodą triangulacyjną związane jest z niespełnieniem wymagań dotyczących przede wszystkim odległości między ogniwami triangulacyjnymi i ich usytuowania w danym ugrupowaniu bojowym w odniesieniu do kierunku nalotu przeciwnika.

Należy zaznaczyć, że ograniczone są możliwości śledzenia metodą triangulacji na szczeblu taktycznym /PŁSD, brt/. Najlepsze warunki śledzenia nosicieli zakłóceń są na szczeblu taktyczno-operacyjnym. Toteż powyższy problem należy rozwiązać na tym szczeblu. Wniosek z tego, że można go rozwiązać przede wszystkim w oparciu o zastosowanie techniki mikroprocesorowej i dopasowanych programów wykorzystywanych na podstawowych szczeblach dowodzenia. To powinno zapewnić automatyczny optymalny wybór ogniw triangulacyjnych oraz automatyczne śledzenie i przesyłanie informacji o nosicielach zakłóceń na SD kierowania środkami walki.

Zautomatyzowania wymaga proces zdobywania, opracowywania i zobrażenia informacji o sytuacji powietrznej otrzymywanej z dodatkowych źródeł, między innymi z rozpoznania powietrznego, rozpoznania radioelektronicznego, z radiolokacyjnych dozorów okrętowych i z posterunków obserwacji wzrokowej /w tym wzrokowo-technicznych/ wszystkich rodzajów wojsk.

Kolejnym przedsięwzięciem zmierzającym do zwiększenia możliwości zabezpieczenia w informację stanowisk dowodzenia w systemie OP, będzie utworzenie powietrznego podsystemu rozpoznania w połączeniu z podsystemem kierowania środkami walki. Taki podsystem zintegrowany z naziemnym zapewniac będzie ciągłość informacji radiolokacyjnej o celach nisko lecących na dalekich podejściach do granicy państwowej. Miałoby to duże znaczenie w czasie działań bojowych na kierunku nadmorskim i południowo-zachodnim.

Na zakończenie należałoby wspomnieć o tak istotnej i pożądanej właściwości zestawów zautomatyzowanego dowodzenia, jaką jest możliwość prowadzenia szkoleń i doskonalenia umiejętności osób funkcyjnych stanowisk dowodzenia.

4. PROPONOWANY OBIEG INFORMACJI W SYSTEMIE OBRONY POWIETRZNEJ NA TERYTORIUM POLSKI

Obieg informacji radiolokacyjnej ma zasadniczy wpływ na sprawność dowodzenia wojskami. Obejmuje on poszczególne ogniwa zdobywania, przekształcania i gromadzenia informacji na odpowiednich stanowiskach dowodzenia oraz środki łączności. Stąd też jakość funkcjonowania tego obiegu będzie zależała w znacznej mierze od struktury organizacyjnej i funkcjonowania podsystemów radiolokacyjnych WLIOP oraz WOPL, jak również od stopnia ich integracji w ramach systemu obrony powietrznej.

Obieg informacji powinien być organizowany w celu zapewnienia jak największej sprawności w zdobywaniu informacji o sytuacji powietrznej /z dostępnych jej źródeł/ oraz umożliwienia sprawnego dowodzenia i kierowania środkami walki poprzez osiągnięcie wymaganej jej wartości.

W ramach obiegu realizowane są dwa zasadnicze procesy a mianowicie - rozpoznanie radiolokacyjne oraz wypracowywanie informacji wspomagającej w podejmowaniu decyzji i umożliwiającej kierowanie środkami walki.

Rozpoznanie radiolokacyjne umożliwia, poprzez zbieranie, opracowywanie i analizę informacji, ujawnianie SNP, zamiaru i taktyki działań przeciwnika.

Proces opracowania informacji dla wspomagania dowodzenia i kierowania środkami walki realizowany jest w oparciu o dane z rozpoznania radiolokacyjnego oraz dane o możliwościach bojowych środków walki i dotyczące taktyki działań bojowych przeciwnika oraz wojsk własnych zawarte w bazie danych komputerów i otrzymanych z innych źródeł - a także o dane dotyczące stanu gotowości bojowej i dyslokacji środków walki własnych.

Związana z tym integracja podsystemów automatyzacji /radiolokacyjnych/ powinna dotyczyć przede wszystkim powiązania elementów zapewniających wymianę informacji o sytuacji powietrznej oraz elementów związanych z opracowaniem, gromadzeniem oraz rozdysponowaniem informacji w ramach wspomagania dowodzenia /podejmowania decyzji/ i kierowania środkami walki. Wymagane jest również uwzględnienie specyfiki eksploatowanych i wdrażanych podsystemów zautomatyzowanego dowodzenia i kierowania środkami walki /WR, IM i WRe/.

Z przedstawionych wywodów wynika, że proponowany model obiegu informacji powinien przede wszystkim uwzględniać zagadnienie wymiany informacji i wspomagania w wypracowaniu decyzji i kierowania środkami walki.

Integracja podsystemów radiolokacyjnych danych wojsk realizowana jest w odniesieniu do struktury organizacyjnej podsystemu dowodzenia w systemie OP. W ramach tego wymagane jest ustalenie odpowiedniej struktury organizacyjnej zautomatyzowanego systemu dowodzenia.

Obieg informacji radiolokacyjnej powinien być tak zorganizowany, aby zapewnił dużą sprawność współdziałania wojsk w systemie OP oraz jak największą efektywność dowodzenia nimi.

4.1. PROPONOWANA ORGANIZACJA OPRACOWYWANIA I DOSTARCZANIA INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ DLA POTRZEB DOWODZENIA WOJSKAMI WSPÓLDZIAŁAJĄCYMI W SYSTEMIE OP

Należy podkreślić, że obecnie współdziałanie WLiOP oraz WOPL realizowane jest w oparciu o zasady współdziałania przyjęte dla systemu planszotowo-fonicznego /dotyczący informacji o sytuacji powietrznej i kierowania środkami walki/.

Można przyjąć, że są to zasady słuszne, lecz w zautomatyzowanym systemie dowodzenia, w ramach systemu OP, dadzą się wykorzystać jedynie w ograniczonym zakresie.

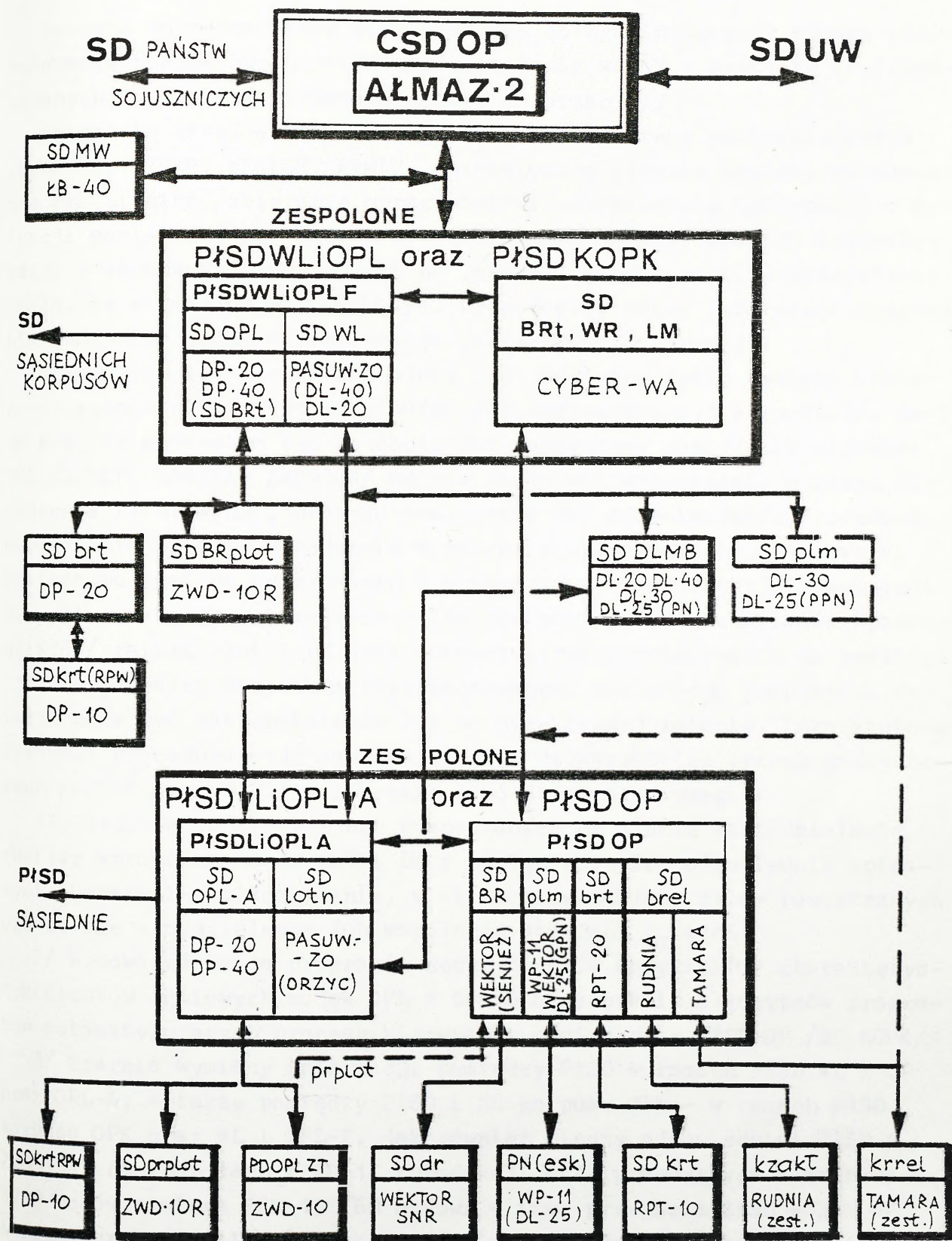
Konieczne jest wypracowanie nowych zasad współdziałania adekwatnych dla systemów zautomatyzowanych. Podstawowe zasady współdziałania można sformułować z uwzględnieniem organizowanego obiegu informacji.

Proponowana struktura zautomatyzowanego dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej przedstawiona jest na rys.34. Zasadnicza integracja podsystemów automatyzacji poszczególnych wojsk powinna występować na szczeblu operacyjno-taktycznym i taktycznym /na tych szczeblach realizowany jest w pełnym zakresie proces zautomatyzowanego dowodzenia i kierowania środkami walki/.

Dość istotne jest to, żeby w jak najmniejszym zakresie została naruszona struktura zautomatyzowanego dowodzenia poszczególnych wojsk /WLiOP oraz WOPL/, co da możliwość natychmiastowego przejścia do działań w wariacie autonomicznym - bez zmniejszania skuteczności danego podsystemu, doskonałego w okresie projektowania i produkcji oraz eksploatacji.

Nienaruszona jest również struktura zautomatyzowanego kierowania środkami walki /dotyczy to: BRP, BRpplot, prplot, plm/. Zwiększy się natomiast wartość informacji otrzymywanej przez ten podsystem kierowania z uwagi na zintegrowaną wymianę informacji w ramach systemu OP.

Proponowany schemat obiegu informacji radiolokacyjnej w systemie OP przedstawiony jest w załączniku 9 rys.1.



Rys. 34. Proponowana struktura zautomatyzowanego dowodzenia w jednolitym systemie OP

Sprawne funkcjonowanie proponowanego obiegu informacji wymaga sformułowania podstawowych zasad współdziałania wojsk w systemie OP /dopasowanych do zautomatyzowanego obiegu informacji/.

Aktualnie eksploatowane w wojskach OP podsystemy zautomatyzowane /DUNAJEC, CYBER, WEKTOR, ALMAZ/ automatyzują głównie procesy rozpoznania przeciwnika /zbieranie, opracowanie i zobrazowanie informacji o sytuacji powietrznej/. Prace w zakresie poszerzenia procesu automatyzacji o wspomaganie dowodzenia na szczeblu korpusu OPK, w podsystemie CYBER, są w stadium wdrożeniowym. Proponowany obieg informacji uwzględnia podsystem CYBER o poszerzonym zakresie automatyzacji.

W wojskach lotniczych aktualnie jest budowany /etap wymagań taktyczno-technicznych/ podsystem ORZYC /przedstawiony był w rozdz.3/. Zakłada się, że podsystem ten podobnie jak podsystemy dowodzenia wojskami OPL /ZENIT, LOWCZA- ZWD-10R/ będzie obejmował wspomaganie procesu dowodzenia /kierowania, procesu zwalczania ŚNP przeciwnika/. Procedura wspomaganie procesu dowodzenia w zakresie kierowania środkami walki powinna polegać na opracowaniu i przekazaniu do akceptacji propozycji decyzji w zakresie niszczenia celów powietrznych dla oddziałów /pododdziałów/ raket plot i LM oraz automatycznym przekazywaniu do realizacji i wiadomości wszystkim zainteresowanym. Akceptacja propozycji decyzji może być natychmiastowa lub po dyrektywnej zmianie. Taka zautomatyzowana procedura podejmowania decyzji we wszystkich trzech podsystemach /WLiOP oraz WOPL/ w zakresie współdziałania wymaga:

1/ Odejścia od tradycyjnie wyznaczanych na planie współdziałania rubieży wprowadzania do walki LM a zastąpienie ich odpowiednio opisanymi obszarami współdziałania, w których zwyczajnie celów powietrznych odbywa się w oddzielnych lub wspólnych strefach działań;

2/ Wprowadzenie do programów decyzyjnych w wojskach OP charakterystyk środków ogniowych wojsk OPL a także opracowania algorytmów programów automatyzujących procesy kierowania ogniem przy PłSD OP /SD KOPK/;

3/ Oparcia wymiany informacji pomiędzy PłSD w ramach PłSD WL i OP oraz OPL-A, a także pomiędzy PłSD i SD korpusu OPK - w ramach PłSD korpusu OPK oraz WL i OPL-F, jak również między odpowiednimi PłSD a ZWD-10R, na zespołach /ZTD-11 /produkcji PIT/ pracujących z szybkością 1200 bodów zamiast ZTD-13 /60 bodów/ - tzw. przejścia ZtSD wojsk OP w strukturę sformalizowanych depech, obowiązujących w podsystemie PASUW /przynajmniej w relacjach zewnętrznych/;

4/ Nakładania informacji o decyzjach ogniowych oraz innych informacji związanych ze zwalczaniem celów na dane o sytuacji powietrznej a także interpretacji przez algorytm rozdziału celów na PłSD i SD korpu-

su OPK depesz z meldunkami o zwalczaniu lub braku możliwości zwalczania, przesyłanych z własnych oddziałów /ZT/ WR, IM i wojsk OPL.

5/ Transmisji do PNL /PNWC/ sytuacji powietrznej ze współdziałającymi z nimi zestawów wojsk OPL w tym ZWD-10R, a także oprzyrządowanie w tych zestawach miejsc pracy dla dowódcy PNL /PNWC/, umożliwiające podejmowanie wspólnie z dowódcą prplot /BRplot/ decyzji ogniowych.

W zakresie obszarów współdziałania proponuje się przyjąć^{35/} strefy odpowiedzialności PłSD OP lub skorygować, a w razie potrzeby dokonać podziału obszaru kraju, uwzględniając istniejące PłSD OP, na strefy odpowiedzialności zapewniające lepsze wykorzystanie środków walki poszczególnych wojsk. Wszystkie jednostki WLiOP^{36/} oraz WOPL rozlokowane w danej strefie, w zakresie zwalczania celów powietrznych powinny podlegać dowódcy strefy /dowódcy BR OP lub plm/. Każdą ze stref należy podzielić na opisane wielobokami obszary współdziałania. Obszarom nadać kolejne numery służbowe. W każdym obszarze należałoby określić 2-3 przedziały wysokości oraz wyznaczyć odpowiedzialnego za zwalczanie celów /naziemne środki OP-NSOP lub IM/.

W przedziałach wspólnego zwalczania celów należałoby przyjąć, że:

1/ Naziemne środki obrony powietrznej /NSOP/ i lotnictwo myśliwskie /IM/ - jest to obszar wspólnego zwalczania celów przez NSOP i IM z priorytetem^{37/} dla NSOP.

2/ Lotnictwo myśliwskie i naziemne środki OP jak wyżej z priorytetem dla IM. Pas działań bojowych frontu należałoby odnieść do rejonu obrony korpusu OPK. Dlatego wymagana jest możliwość natychmiastowego sprzężenia wybranych PłSD OP /syst.OP/ sąsiednich korpusów, w celu zabezpieczenia działań bojowych prplot /BRplot/ w przypadku, gdy jego ugrupowanie obejmuje część rejonu sąsiedniego korpusu.

Realizowana w sieciach dowodzenia transmisja danych dotyczących zwalczania celów powietrznych /depesza 10 podsystemów PASUW/ oprócz informacji dla adresata o nakazie zwalczania powinna zawierać informację o tym, że cel jest zwalczany przez IM lub inne środki walki WR, WRc /depesza 6 systemu PASUW/. Informacja o tym, że dany cel w określonym obszarze współdziałania jest zwalczany przez IM powinna być inter-

36/ Brane są pod uwagę następujące środki walki WLiOP: IM, WR i WRc.

37/ W przypadku braku możliwości nawigacji współdziałania we wspólnej strefie dany przedział wysokości jest dla NSOP.

pretowana przez algorytmy rozdziału jako zakaz prowadzenia ognia przez NSOP do tego celu.

Należałoby jeszcze zaznaczyć, że obszary współdziałania powinny być wyznaczone i zapisywane na planie współdziałania na każdy dzień walki. Ponadto sformalizowaniu podlegają zasady przekazywania celu do zwalczania przy jego przechodzeniu ze strefy do strefy, z obszaru do obszaru.

W zakresie zapewnienia bezpieczeństwa przelotów własnego lotnictwa przez strefy ognia rakiet przeciwlotniczych należałoby w danych dotyczących powiadamiania o sytuacji powietrznej przekazywać także dane o realizowanych lotach samolotów własnych. Obecnie tego się nie robi. Dane te powinny być komponowane z informacji o trasach lotu samolotów własnych otrzymywanych z rozpoznania radiolokacyjnego oraz danych z ruchu lotniczego, a dotyczących startu i położenia samolotów własnych na trasie. Dane te w zakresie położenia /X, Y, H/ powinny być kojarzone i uogólnione automatycznie, w zakresie przynależności - w przypadku wystąpienia niezgodności decydować powinny dane z ruchu lotniczego. Proces weryfikacji przynależności w komórkach powiadamiania powinien nadzorować wyznaczony do tego celu oficer funkcyjny.

Dane dotyczące planowanych lotów samolotów /śmigłowców/ własnych takie jak: korytarze przelotów, trasy przelotów, strefy dyżurowania w powietrzu oraz rejony lotnisk /łącznie z kierunkiem startów i lądowań samolotów własnych/ powinny być przesyłane we wszystkich trzech podsystemach /WL i OP oraz WOPL/ w kanałach dowodzenia dowódcy odpowiedzialnego za obronę powietrzną strefy /rejonu, zarówno w pionie jak i w poziomie/, a także odpowiedzialnego za obronę powietrzną sąsiedniej strefy /rejonu/. Dane te powinny być zobrazowane na wskaźnikach lub monitorach graficznych we wszystkich ogniach systemów dowodzenia wyposażonych w tego rodzaju sprzęt, w którym podejmuje się samodzielne decyzje w zakresie użycia środków walki. Stanowiąc one powinny podstawę do rozstrzygania przynależności w przypadkach wątpliwych, a także do wydawania okresowych rozkazów dotyczących zakazu prowadzenia ognia np. w korytarzach przelotów własnego lotnictwa.

W organizacji współdziałania należy ponadto uwzględnić obszary /poza strefą taktyczną/, w których mogłoby mieć miejsce zwalczanie przez lotnictwo myśliwskie samolotów przeciwnika a także rakiet skrzydlatych lecących na bardzo małych wysokościach.

W zakresie współdziałania z podsystemem WRe należy uwzględnić współdziałanie z nim oddzielnie wojsk lotniczych i OP oraz WOPL.

Współdziałanie wojsk OPL z podsystemem WRe w chwili obecnej jest niezadawalające. W związku z tym brak jest jakichkolwiek wspólnych uzgodnień co do obszarów kierunków częstotliwości /pasm częstotliwości/ i czasu stawiania zakłóceń przez pododdziały WRe. Brak jest również informacji uprzedzającej z nasłuchu radiowego o formującym się nalocie /poza zasięgiem RLS/ umożliwiającym odpowiednio wcześniejsze stawianie środków OPL w gotowość bojową nr 1, a także wysyłanie samolotów do strefy. Prowadzić to może do sytuacji, w której zakłócany może być własny system rozpoznania, a także stacje wykrywania, śledzenia i naprowadzania rakiet. Toteż zachodzi potrzeba zapewnienia dwustronnej wymiany informacji pomiędzy ZtSD /kierowania/ zakłóceniami MIECZYK^{38/} a ZtSD WOPL. Może się to odbywać /sprawdzone zostało w ćwiczeniu Tarcza 88/ poprzez zainstalowanie na CD szczeblach operacyjnych WOPL i WL aktywnego /nadawanie - odbiór/ terminala z systemem MIECZYK dla uzyskania ciągłej wymiany informacji. Należy jednak wykonać oprogramowanie redagowanej informacji w podsystemie MIECZYK dla potrzeb systemu OPL w postaci komunikatów /sformułowano wstępnie na ćwiczeniu Tarsza 88/ a także zabezpieczyć odbiór w systemie WRe sytuacji powietrznej z CD WOPL /zestaw ZENIT-40/, ze wskazaniem celów /grup celów/ do zakłócenia przez podsystem WRe. Konieczne jest również bieżące opracowywanie planu współdziałania WOPL i WRe.

W wojskach OP wdrażany jest zautomatyzowany podsystem dowodzenia wojskami walki radioelektronicznej - RUDNIA. Stanowi on jeden z elementów systemu dowodzenia wojsk OP. Podstawowym źródłem informacji o celach powietrznych dla podsystemów RUDNIA są zautomatyzowane podsystemy WRt, a źródłem rezerwowym - stacje radiolokacyjne. Podsystem ten może być sprzężony z podsystemem CYBER-WA i DUNAJEC-Z. Zgodnie z najnowszymi założeniami dotyczącymi oprogramowania podsystemu CYBER-WA i DUNAJEC-Z, podsystem RUDNIA będzie dla nich odbiornikiem informacji o celach powietrznych oraz nadajnikiem informacji o oddziaływaniu na cele powietrzne.

Oznacza to, że podsystem RUDNIA będzie mógł otrzymać równoległe informacje z dwóch źródeł zautomatyzowanych /CYBER-WA i DUNAJEC/.

Dostępność do dwóch źródeł informacji pozwala organizować współdzia-

38/ MIECZYK - zautomatyzowany taktyczny podsystem dowodzenia WRe/WOPL/

łanie pododdziałów z wojskami zarówno na szczeblu PłSD jak i na szczeblu korpusu OP.

W wariancie dowodzenia scentralizowanego kierowanie obezwładnieniem radioelektronicznym celów powietrznych będzie dokonywane ze szczebla KOPK /z podsystemu CYBER/.

W ramach integracji podsystemów WLiOP oraz WOPL w jednolitym systemie OP, wymagane jest uwzględnienie koordynacji kierowania podsystemem MIECZYK i RUDNIA na szczeblu operacyjno-taktycznym i taktycznym.

Współdziałanie podsystemów radiolokacyjnych WLiOP oraz WOPL z podsystemami rozpoznania radioelektronicznego jest obecnie w trakcie reorganizacji.

Wdrażane są obecnie systemy - automatycznego śledzenia - MILION-A i namierzania radiowego KF - NASTURCJA. W roku 1991 ma być wdrożony system analizy parametrów emisji radiowych - MILION - BC, co spowoduje znaczne zwiększenie danych o przeciwniku. nierozwiązany jest problem zautomatyzowanego dostarczania i zobrazowania informacji z rozpoznania na odpowiednich szczeblach dowodzenia w systemie OP /PłSD - szczebla taktycznego i operacyjno-taktycznego/. Powoduje to duże opóźnienie informacji /w minutach/. Korzystnym dla systemu OP będzie wdrożenie do roku 1995 podsystemu "TAMARA" do prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego: pokładowych i naziemnych RLS, pokładowych stacji odpowiadających systemowi identyfikacji "swój" - "obcy", zapytujących urządzeń systemu nawigacyjnego "TACAN". Charakterystycznym dla tego podsystemu jest wykorzystanie tzw. aparatury wizualnego zobrazowania PLANSZET, na którym kreślone są automatycznie trasy lotu samolotów. Może być on umieszczony na PłSD - szczebla taktycznego. Będzie istniała możliwość zobrazowania tras lotów samolotów na wynośnym monitorze telewizyjnym, który może być umieszczony na PłSD - szczebla operacyjno-taktycznego.

Pozwoli to na przekazywanie informacji z rozpoznania środków napadu powietrznego - praktycznie bez opóźnień. System TAMARA pozwoli na równoczesne śledzenie 20 celów powietrznych.

Na uwagę zasługuje wykorzystanie, w zorganizowanym obiegu informacji radiolokacyjnej, danych z powietrznego stanowiska dowodzenia A-50. Problemem jest zapewnienie poprawnej wymiany informacji między naziemnymi SD a A-50. Otóż opracowane zasady wymiany informacji przewidują wykorzystanie ogniwa pośredniego tzw. naziemnego centrum nadawczo-odbiorczego. Centrum to jest zbyt rozbudowane /zbyt stacjonarne/ i trudno go dopasować do struktury współczesnego zautomatyzowanego systemu dowodzenia. Celowe jest wyeliminowanie centrum nadawczo-odbiorczego

realizowanie wymiany informacji bezpośrednio w relacji PłSD /szczebla takt/ - A-50 i PłSD /szczebla operacyjnego/ - A-50.

Z posiadanych skróconych danych wynika, że będzie możliwość takiej wymiany. W podsystemie automatyzacji przyjęto standard wymiany informacji zgodny ze standardem PASUW /w kodzie ASPD/ - jak podsystemach naziemnych.

Informacja z A-50 o śledzonych obiektach powietrznych i rezultatach działań powinna być przekazywana w postaci cyfrowej /współrzędne w odniesieniu do punktu bazowego/ w kodzie ASPD z szybkością 1200 bodów do podsystemów automatyzacji systemu OP lub za pomocą kodogramów systemu AEMAZ.

Z naziemnych stanowisk dowodzenia powinny być przekazywane: wskazanie celu do naprowadzania i zadania bojowe dla LM.

W zależności od odległości A-50 od danego PłSD może być organizowana łączność satelitarna z wykorzystaniem aparatury INTERIER - przy odległościach powyżej 350 km, bezpośrednia - przy odległości do 350 km.

Dane o położeniu A-50 przekazywane będą drogą radiową bezpośrednio lub przez satelitę do naziemnego stanowiska dowodzenia.

Można twierdzić, że proponowana struktura organizacyjna zautomatyzowanego systemu dowodzenia w systemie OP umożliwi zorganizowanie dopasowanego obiegu informacji radiolokacyjnej.

Można tak sądzić z uwagi na to, że zintegrowane podsystemy zautomatyzowanego dowodzenia WLiOP oraz WOPL zachowały zasadniczą strukturę organizacyjną dowodzenia. Podsystemy te są optymalizowane już w czasie projektowania, wdrażania, a następnie eksploatacji /przede wszystkim dotyczy to ZtSD WOPL i WL/. Przy tym określane są z reguły optymalne poziomy hierarchiczne dowodzenia bojowego oraz^{39/} jakość wykonywania operacji przetwarzania informacji przez SD w cyklu informacyjno-decyzyjnym.

W przedstawionym systemie OP zachowany został poziom hierarchiczny. Łatwo można stwierdzić, że wzrosła jakość wykonywanych operacji przetwarzania informacji przez SD oraz znacznie zwiększa się pojemność informacyjna /ustala ją pojemność poszczególnych poziomów hierarchicznych/. Ponadto wzrosła trwałość działania, mobilność i gotowość bojo-

39/ Przykład optymalizacji systemu OP przedstawiony jest w bibliografii, poz.27.

wa, co w konsekwencji powoduje zwiększenie skuteczności działania systemu OP w odniesieniu do nie zintegrowanych podsystemów.

Dokładne określenie rezultatów uzyskanych w zakresie skuteczności systemu wymaga przeprowadzenia badań w ramach innej pracy naukowo-badawczej.

Utworzony podsystem dowodzenia wojskami w systemie OP ma strukturę hierarchiczną z powiązaniem szeregowo - równoległym. Dowodzenie działaniem elementów podległych i informowanie nadrzędnych SD odbywać się będzie w ramach powiązań szeregowych /"góra-dół"/. Natomiast współdziałania organizowane będą w ramach powiązań równoległych.

Decyzje związane z kierowaniem oddziaływania środków walki na ŚNP przeciwnika powinny być podejmowane z dowolnego poziomu hierarchicznego podsystemu dowodzenia. Jednakże dla ustalonej technologii wykonywania zadań w cyklu informacyjno-decyzyjnym poziom hierarchiczny SD, które podejmować będzie decyzje o sposobie oddziaływania podległych mu środków walki na ŚNP przeciwnika znajdujące się w obszarze jego odpowiedzialności, będzie miało istotny wpływ na skuteczność działania systemu OP.

Między integrowanymi stanowiskami dowodzenia wymagana jest /możliwa/ łączność radiowa lub radioliniowa.

Zastosowanie urządzeń szybkiej transmisji danych /ZTD-11/ pozwoli skrócić czas cyklu wymiany informacji, zwiększając jednocześnie zakres informacji /między innymi wykorzystywanej do wspomagania dowodzenia i kierowania środkami walki/.

Niedomaganiem tego obiegu informacji radiolokacyjnej będzie ograniczona pojemność informacyjna RPT-20 /30 obiektów/ i DP-20 /64 obiektów powietrznych/. Spowodować to może niepełne wykorzystanie możliwości informacyjnych podległych zestawów RPT-10 i DP-10 oraz zmniejszenie precyzyjnego stawiania zadań środkom walki ze względu na zaistnienie konieczności grupowania obiektów powietrznych podczas działań bojowych. Należałoby zwiększyć możliwości jednoczesnego śledzenia obiektów przynajmniej do 120.

W określonych wariantach dowodzenia /kierowania środkami walki/ powinna być zapewniona wymiana informacji bezpośrednio między ZWD-10R /BR plot, prplot/ i podsystemem CYBER-WA /SDKOPK/ lub ZWD-10R /prplot/ i RPT-20 /DP-20/, /PŁSD OP/.

Powiadamianie o celach /obiettach/ powietrznych realizowane będzie z wykorzystaniem zautomatyzowanych kanałów. Spowoduje to zmniejszenie

czasu opóźnienia informacji powiadamiania do 20-40 s w odniesieniu do informacji przesyłanej radiową siecią powiadamiania oraz znaczne zwiększenie wiarygodności. Przewiduje się nadal wykorzystanie tradycyjnego /rezerwowego/ powiadamiania. Nie wszystkie dodatkowe źródła są zautomatyzowane w zakresie opracowania i wydania informacji - opóźnienie informacji wynosi do kilku minut.

Tak zorganizowany obieg informacji radiolokacyjnej pozwoli na zmniejszenie czasu opóźnienia informacji na szczeblu operacyjno-taktycznym z 40 s /50 s/ do 20 s /30 s/ /w porównaniu do ZtSD w wojskach OP/ a na szczeblu taktycznym /PłSD/ - 10 s /20 s/.

Duża precyzyjność śledzenia i opracowania informacji przez zestawy podsystemów automatyzacji spowoduje dużą jej wiarygodność. Ponadto wypracowywanie /i wymiana/ w zautomatyzowany sposób informacji wspomaganie dowodzenia i kierowania środkami walki powodować może znaczne skrócenie cyklu informacyjno-decyzyjnego nawet do 50% i więcej w odniesieniu do PłSD WOP.

Istotne jest to, że integracja podsystemów automatyzacji /radiolokacyjnych/ pociąga za sobą integrację stref informacji radiolokacyjnej poszczególnych podsystemów radiolokacyjnych. Powoduje to zwiększenie parametrów przestrzennych i polepszenie struktury częstotliwościowej oraz polepszenie ciągłości stref informacji /szczególnie na małych wysokościach/. Skutkiem tego będzie zapewne zwiększenie odporności systemu OP na zakłócenia radioelektroniczne, ułatwienie rozwiązania problemu ekonomiki sił i środków w rejonie działań /w strefach odpowiedzialności/ oraz wzrost żywotności podsystemu radiolokacyjnego systemu OP.

Należy zdawać sobie sprawę z tego, że aby określić w miarę trafnie przydatność informacji w procesie dowodzenia, a następnie dość dokładnie określić kierunki i sposoby zwiększenia jej wartości, konieczna staje się odpowiedź na dwa istotne pytania: jaka ma być ta docelowa jakość informacji, żeby spełnione były w pełnym zakresie wymagania stawiane przez podsystem dowodzenia, i: na ile te wymagania będą spełnione przez informację otrzymaną z zaproponowanego w rozprawie jej obiegu?, aby określić dalsze kierunki i sposoby jej doskonalenia.

Wydaje się, że na to pytanie można odpowiedzieć na podstawie wniosków, badań i rozważań przeprowadzonych w rozprawie. Odpowiedź na pierwsze pytanie zawarta jest w podrozdziale 4.2.

Nie potrzeba głębokiej analizy, żeby stwierdzić, że drugie pytanie jest bardzo trudne i złożone. Zawiera ono jeden z najważniejszych pro-

blemów w wojskach obrony powietrznej - problem informacji o jak największej jakości dla potrzeb dowodzenia. Na tyle skomplikowany, iż do tej pory /przez kilkadziesiąt lat/ nie został rozwiązany pomimo, że było to konieczne. Od ponad trzydziestu lat był on zawierany w rocznych zadaniach stawianych ze szczebla ministerstwa i rodzaju wojsk. Potwierdzeniem tego jest również to, że przez około trzydzieści lat dominował foniczno-ręczny obieg informacji. Pociągał on za sobą bardzo niską jakość informacji radiolokacyjnej mimo, że przez ten okres był ciągle doskonalony. Odzwierciedlało to:

- kilku oraz kilkunastominutowe opóźnienie informacji spowodowane między innymi dużym czasem zbierania, odzworowania i opracowania informacji;

- tradycyjny, ręczny sposób odzworowania informacji na planszetach i tablicach oraz sczytywanie z nich danych;

- bardzo mała dokładność wydawanej informacji - kilka, kilkanaście a nawet kilkadziesiąt kilometrów w odległości i kilka stopni w azymucie

To powodowało małą wiarygodność informacji i małą efektywność dowodzenia poniżej 0,5 Emax.

Na uwagę zasługuje to, że obecnie nadal funkcjonuje niezautomatyzowany obieg informacji - w wojskach OP jako pomocniczy /nie wszystkie źródła informacji są zautomatyzowane/ oraz jako zasadniczy w wojskach OPL i wojskach lotniczych, do czasu wdrożenia zaplanowanych podsystemów automatyzacji.

Już z tego widać, jak wolno postępowały prace nad doskonaleniem jakości informacji na tle szybkiego rozwoju środków walki przeciwnika i własnych. W tym też zakresie powstały duże zaległości.

Jakość informacji uzyskiwanej z dotychczasowego /obecnie istniejącego/ zautomatyzowanego jej obiegu nie jest na miarę potrzeb, a mianowicie jest jeszcze zbyt duży czas opóźnienia, za mała dokładność informacji oraz zbyt mały jej zakres i małe możliwości podsystemów automatyzacji w jednoczesnym śledzeniu obiektów powietrznych, brak należytej integracji podsystemów automatyzacji, wymiana informacji między podsystemami WLiOP oraz WOPL jest w systemie niezautomatyzowanym /było to poruszone w podrozdziale trzecim/.

Łączenie w procesie opracowania informacji otrzymanych ze źródeł zautomatyzowanych i niezautomatyzowanych powoduje dalsze pogorszenie dokładności i zwiększenie czasu opóźnienia wydawanej informacji. Ma to odbicie w zbyt małej wiarygodności informacji i małej efektywności dowodzenia rys.35 i 36, 39 i 40.

Na uwagę zasługują efekty uzyskane w wyniku integracji podsystemów automatyzacji WLiOP oraz WOPL w ramach systemu OP. Przedstawia to opracowany model obiegu informacji o sytuacji powietrznej /załącznik 9, rys.1 - wariant po roku 1995/.

Przede wszystkim chodzi o to, na ile polepszy się jakość informacji radiolokacyjnej.

Zespalande podsystemów automatyzacji WLiOP oraz wojsk OPL i zapewnienie przy tym wymiany informacji w pełnym zakresie spowoduje zwiększenie ilości informacji /pojemności informacyjnej SD/, czyli zwiększenie możliwości danego szczebla dowodzenia w zakresie liczby jednocześnie śledzonych celów /tras/ powietrznych o których może być wydawana informacja z wymaganą jakością. Tym samym zwiększy się efektywność dowodzenia^{40/}.

Liczba celów opracowywan. J_0	In = 40 celów, $t_D = 10$ s					In = 60 celów Bo = 0,8		
	1	18	32	64	120	32	64	120
E_{DOW}	0,22 Emax	0,4 Emax	0,64 Emax	0,84 Emax	0,96 Emax	0,51 Emax	0,71 Emax	0,89 Emax

Rys.35. Wyniki obliczeń zależności E_{DOW} od ilości informacji /liczby śledzonych celów/ - taktyczny szczebel dowodzenia/

	In = 160 celów, $t_D = 10$ s, Bo = 0,8							
J_0	2	60	80	120	160	200	300	400
E_{DOW}	0,21 Emax	0,45 Emax	0,52 Emax	0,62 Emax	0,71 Emax	0,77 Emax	0,89 Emax	0,93 Emax

Rys.36. Wyniki obliczeń zależności E_{DOW} od ilości informacji - szczebel operacyjno-taktyczny

Jak widać na rysunkach 39 i 40 efektywność dowodzenia na szczeblu taktycznym zwiększy się średnio o 30% przy wykorzystaniu DP-20 /ZENIT-2

^{40/} Obliczona została w oparciu o wzór 21. Przy obliczaniu wzięto pod uwagę, że maksymalna liczba celów powietrznych, o których została wydana informacja radiolokacyjna o wymaganej jakości i z dyskretności $t_D = 10$ s-określona jest możliwościami w tym zakresie zestawu automatyzacji.

i średnio o 50% przy wykorzystaniu zestawu DL-20 - zarówno dla założonej liczby 40 jak i 60 celów powietrznych.

Na szczeblu operacyjno-taktycznym efektywność dowodzenia zwiększy się średnio o 20 % /przy wykorzystaniu DL-40/.

W tym samym zakresie zmniejszył się czas na realizację dowodzenia. Przedstawione to jest na rys. 37 oraz rys. 39 i 40.

	In = 40 celów			In = 60 celów			
	J ₀	32	64	120	32	64	120
T _{DOW}		0,36	0,16	0,04	0,48	0,3	0,11
		T _{DYS}	T _{DYS}	T _{DYS}	T _{DYS}	T _{DYS}	T _{DYS}

Rys.37. Wyniki obliczeń zależności czasu dowodzenia /T_{DOW}/ na ilość informacji /J₀/ - w oparciu o wzór 2.2.

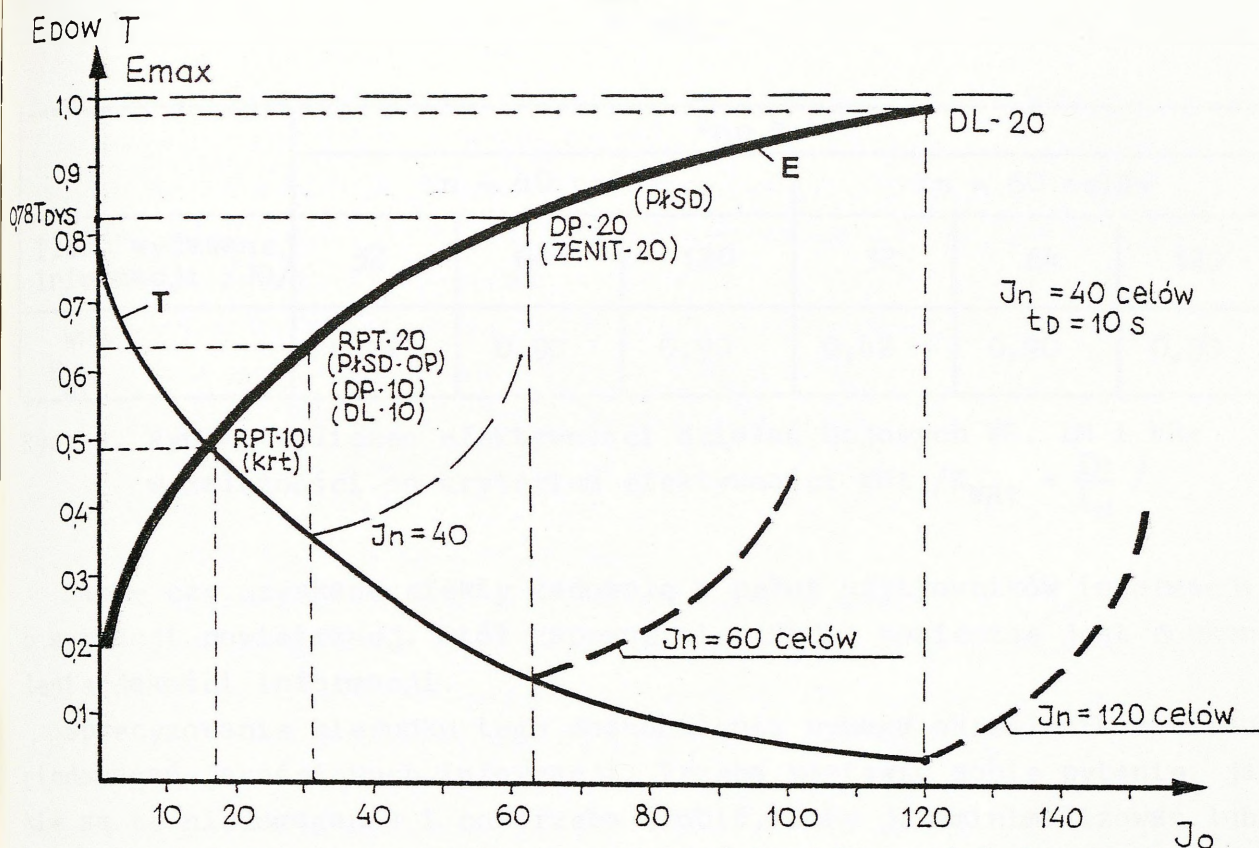
Zmniejszył się czas opóźnienia informacji z 30 s do 20 s /10 s/ - na szczeblu taktycznym i z 50 s do 30 s na szczeblu operacyjno-taktycznym.

Z obliczeń wynika /w oparciu o wzór 2.4.26/, że zmniejszył się ogólny błąd /dokładność/ informacji - σ_{og} /spowodowany czasem ekstrapolacji, czasem opóźnienia i dyskretnością przekazywania/, prawie dwukrotnie. Przedstawia to rys. 38.

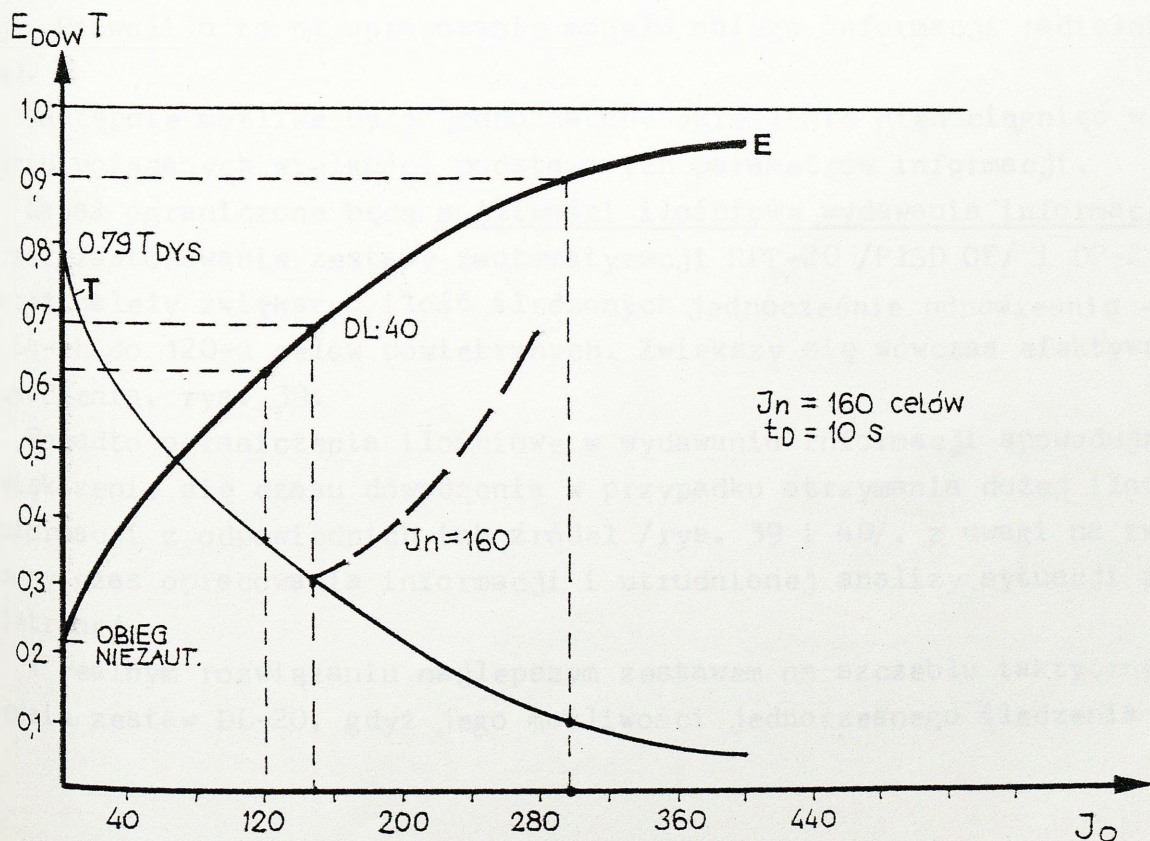
	Vc = 800 km/h			Vc = 1400 km/h		
	System niezautomatyz.	System zautomatyz.	System zinteg. /zaprop./	System niezautomatyz.	System zautomatyz.	System zinteg. /zaprop./
$\sigma_{og/xy}$ /km/	30	13	7-5	55	23	12-8

Rys.38. Wyniki obliczeń ogólnego błędu informacji radiolokacyjnej w oparciu o wzór 2.4.26.

Można wnioskować, że nastąpi wzrost efektywności działań bojowych WR, IM i WRe w systemie OP, w wyniku zwiększenia możliwości wydawania ilości informacji radiolokacyjnej. Wartości tej efektywności, obliczone w oparciu o wzór 2.1.5 przedstawione są na rys. 41.



Rys. 39. Interpretacja graficzna zależności efektywności dowodzenia wojskami w systemie OP od ilości informacji /liczby celów o których została wydana informacja/- taktyczny szczebel dowodzenia.



Rys. 40. Interpretacja graficzna zależności efektywności dowodzenia wojskami w systemie OP od ilości informacji - operacyjno-takt. szczebel dowodzenia.

	$E_{OP} = 0,9$					
	In = 40 celów			In = 60 celów		
Ilość wydawanej informacji /JO/	32	64	120	32	64	120
$\frac{WRT}{E_{OP}}$	0,72	0,90	0,90	0,42	0,90	0,90

Rys.41. Wyniki obliczeń efektywności działań bojowych WR, IM i WRe w zależności od kryterium efektywności $WRT / K_{WRT} = \frac{I_o}{I_n}$

Ale - czy uzyskane efekty zadowolą w pełni użytkowników informacji o sytuacji powietrznej. Otóż zapewne nie. Nadal konieczne jest doskonalenie jakości informacji.

Sprecyzowanie kierunku tego doskonalenia wymaga określenia zakresu niedomagań jakościowych informacji. Trzeba postawić sobie pytanie, jakie są te niedomagania i co trzeba zrobić, żeby je zminimalizować lub nawet wyeliminować? W rozdziale trzecim były przedstawione kierunki doskonalenia informacji i proponowane przedsięwzięcia w tym zakresie - problem ujęty był generalnie, dotyczył zwiększenia wartości informacji. Pozwoliło to na opracowanie modelu obiegu informacji radiolokacyjnej.

Następnie możliwe było jednoznaczne określenie niedociągnięć w osiągnięciu pożądaných wielkości podstawowych parametrów informacji.

Nadal ograniczone będą możliwości ilościowe wydawania informacji przez zastosowanie zestawu zautomatyzacji RPT-20 /PŁSD OP/ i DP-20 toteż należy zwiększyć ilość śledzonych jednocześnie odpowiednio - z 31 i 64-ch do 120-u celów powietrznych. Zwiększy się wówczas efektywność dowodzenia, rys. 39.

Ponadto ograniczenia ilościowe w wydawaniu informacji spowodują zwiększenie się czasu dowodzenia w przypadku otrzymania dużej ilości informacji z odpowiednich ich źródeł /rys. 39 i 40/, z uwagi na zwiększony czas opracowania informacji i utrudnionej analizy sytuacji powietrznej.

W realnym rozwiązaniu najlepszym zestawem na szczeblu taktycznym będzie zestaw DL-20, gdyż jego możliwości jednoczesnego śledzenia tras

nie są mniejsze od sumarycznej możliwości w tym zakresie podległych źródeł informacji /RPT-10, DPP10, DL-10/^{41/} Natomiast na szczeblu operacyjno-taktycznym wymagany jest zestaw umożliwiający jednoczesne śledzenie /nie dotyczy to możliwości zobrazowania odbieranej informacji/ przynajmniej 300-tu tras - rys.40.

Zbyt mała będzie jeszcze dokładność współrzędnych wydawanej informacji przez zestawy automatyzacji i wynosić będzie:

- dla skali równej 150 km, $\sigma_{xy} = 0,587$ km;
- dla 300 km, $\sigma_{xy} = 1,174$ km;
- dla 600 km, $\sigma_{xy} = 2,34$ km;
- dla 1200 km, $\sigma_{xy} = 4,69$ km.

Jedynie dokładność przekazywania danych w skali - 150 km odpowiada dokładności określania współrzędnych przez stacje radiolokacyjne, ale relacja ta jest tylko na kierunku kompania radiotechniczna - batalion radiotechniczny. W procesie zabezpieczenia radiolokacyjnego bazować się będzie na informacji przekazywanej w skali - 300 lub 600 km, a więc obarczonej błędem 1,2 lub 2,3 km.

Również duże są błędy ekstrapolacji - od 1,2 do 2,3 km.

Za duży jeszcze będzie czas opóźnienia - 20 s - na szczeblu taktycznym i 30 s - na szczeblu operacyjno-taktycznym.

Dyskretność informacji /10 s/ mogą pogorszyć zastosowane zestawy RPT-20 i DP-20 na szczeblu taktycznym oraz CYBER-WA - na szczeblu operacyjno-taktycznym, ze względu na zbyt małe jeszcze możliwości ilości jednoczesnego śledzenia tras.

Najważniejszym wskaźnikiem, który odzwierciedla jakość informacji jej przydatność w procesie dowodzenia, a w końcu jej wiarygodność, jest ogólny błąd /dokładność/ informacji radiolokacyjnej. On właśnie łączy wpływ czasu ekstrapolacji, czasu opóźnienia i dyskretności przekazywania informacji radiolokacyjnej na jej dokładność /wzór 2.4.26/.

Zaskakujące jest to, że do tej pory i obecnie w rozważaniach na temat jakości informacji radiolokacyjnej wykorzystywanej w procesie dowodzenia, mało się o tym błędzie mówi. A przecież duża wielkość

41/ Należy założyć, iż ilość wydawanej informacji, o wymaganej jakości przez dany zestaw automatyzacji, jest ograniczona jego możliwościami w tym zakresie w ramach obowiązującej dyskretności /10 s/. Przekraczanie możliwości ilościowych danego zestawu powoduje obniżenie jakości wydawanej informacji i wzrost czasu dowodzenia /łatwo to można udowodnić/.

ogólnego błędu informacji /rys.38/ powoduje, że w procesie zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych środków walki, decydującą rolę odgrywa dokładność informacji radiolokacyjnej ze stacji radiolokacyjnej. Zatem prawdopodobieństwo zabezpieczenia naprowadzania /wskazywania celów/, od strony informacji ogranicza się do dokładności informacji otrzymywanej bezpośrednio ze stacji radiolokacyjnej. Oznacza to, że efektywność zabezpieczenia radiolokacyjnego w głównej mierze ograniczona jest możliwościami bojowymi stacji radiolokacyjnej. Natomiast informację otrzymywaną kanałami zautomatyzowanymi /informację wtórną/ traktuje się jako mniej użyteczną np. wykorzystywaną we wstępnym etapie naprowadzania. Z drugiej strony dokładność informacji z RLS obecnie jest dość duża i wpływ jej na jakość informacji nie jest na tyle duża, aby można było uważać ją za wiodącą w rozważaniach.

Ogólny błąd /dokładność/ informacji radiolokacyjnej w proponowanym obiegu informacji wynosić będzie od 7-5 km, dla $V_c = 800$ km/h i 12-8 km dla $V_c = 1400$ km/h. Jest to dokładność znacznie większa niż poprzednia, ale jeszcze za mała. Oznacza to, że informacja ta jest jednak za mało dokładna, żeby można było w oparciu o nią efektywnie realizować naprowadzanie LM i wskazywanie celów dywizjom raketowym /rys.24 i rys.25/. Nadal informacją zasadniczą będzie tu informacja pierwotna - przywiązana do możliwości danej RLS /RLP/, co obecnie i w przyszłości jest i będzie nie do przyjęcia z uwagi na efektywność zabezpieczenia radiolokacyjnego.

Dokonując analizy zależności matematycznej 2.4.26 łatwo można dojść do wniosku, że największy wpływ na ogólny błąd ma czas opóźnienia i dyskretność przekazywania informacji a minimalny wpływ ma dokładność informacji ze stacji zakresu centymetrowego i decymetrowego.

Zmniejszenie czasu opóźnienia do zera spowodować może zmniejszenie się błędu ogólnego do 2,5 km /niezależnie od prędkości celu/ a przy udoskonaleniu ekstropolacji /np. zastosowanie nieliniowej/ można osiągnąć błąd jeszcze mniejszy oraz w przypadku zmniejszenia dyskretności przekazywanej informacji /np. poprzez zastosowanie sieci komputerowej/ - nawet mniejszy od 1 km / $\delta_{xy} \leq 1$ km/.

Osiągnięcie tego umożliwi wykorzystanie w procesie zabezpieczenia radiolokacyjnego, w pełnym zakresie, informacji radiolokacyjnej również otrzymywanej z kanałów zautomatyzowanych /informacji wtórnej/, między innymi do naprowadzania LM i wskazywanie celów powietrznych dywizjom raketowym - i to z dużym prawdopodobieństwem /rys. 24 i 25/.

Można powiedzieć, że będzie to decydujący krok do zapewnienia efektywnego rozpoznania radiolokacyjnego, tym samym efektywnego dowodzenia wojskami w systemie OP.

Wyciągnąć można jeden zasadniczy wniosek, że obok zapewnienia odpowiedniej struktury przestrzenno-częstotliwościowej strefy informacji radiolokacyjnej, ważnym problemem /a może najważniejszym/ jest dalsze zmniejszenie, nawet do zera, czasu opóźnienia informacji radiolokacyjnej, żeby ogólny błąd informacji radiolokacyjnej / $\sigma_{og xy}$ / był porównywalny, a nawet mniejszy, niż błąd wnoszony przez informacje ze stacji radiolokacyjnej zakresu centymetrowego.

Jest to istotna droga /sposób/ uzyskania rzeczywistej o jak największej wiarygodności informacji o sytuacji powietrznej na poszczególnych szczeblach dowodzenia.

Nasuwa się tutaj równie istotny wniosek, iż najważniejszym parametrem informacji w procesie dowodzenia jest czas opóźnienia, gdyż ma on największy wpływ na jej wiarygodność.

W rozdziale trzecim przedstawiona była złożoność integracji podsystemów automatyzacji /rozpoznania radiolokacyjnego/ WLiOP oraz wojsk OPL. Zespolenie podsystemów wymagać będzie spełnienia wielu, trudnych do realizacji wymagań natury organizacyjnej i technicznej. Zorganizowanie zaproponowanego obiegu informacji o sytuacji powietrznej /załącznik 9, rys.1/ prawdopodobnie będzie możliwe po roku 1995. Do tego czasu może zaistnieć potrzeba /decyzja/ sprzężenia ich w oparciu o obecną bazę techniczną. Czyli należałoby przewidzieć model obiegu informacji zorganizowanego do 1995 roku. Należałoby się zastanowić jaka byłaby korzyść z takiego modelu. Możliwy model takiego obiegu jest przedstawiony na rys.2 załącznika 9.

Z uwagi na niespełnienie wymagań^{42/} warunkujących sprzężenie podsystemów w sposób zautomatyzowany nie może być mowy o integracji w ścisłym znaczeniu tego słowa.

Możliwe będzie zorganizowanie obiegu informacji radiolokacyjnej w oparciu o aktualnie istniejące środki przesyłania informacji i automatyzacji. Zautomatyzowana może być tylko wymiana informacji o obiektach powietrznych w oparciu o zespoły wolnej transmisji /ZTD-13/, w relacji PkSDL i OPL-A oraz PkSD-OP, a także PkSD WL i OPL-F oraz SD KOPK.

42/ Wymagania przedstawione są w podrozdziale 3.4.

Pułki rakiet przeciwlotniczych działające w systemie OP będą sprzężone w systemie zautomatyzowanym z odpowiednimi PłSD-OP również poprzez ZTD-13. Umożliwi to wymianę informacji o obiektach powietrznych w kanałach współdziałania. Natomiast dowodzenie nimi będzie mogło odbywać się sposobem foniczno-ręcznym, z uwagi na nieprzystosowanie do tego podsystemów automatyzacji rozwiniętych na PłSD-OP.

Efekty uzyskane z takiego rozwiązania będą mierne na tle współczesnych wymagań w zakresie jakości informacji.

Siły i środki wojsk OPL będą rozdzielone. Część z nich, między innymi podsystem radiolokacyjny, pozostanie podległa armii lub frontowi, natomiast pozostała część tj. wydzielone prplot, będzie działała w ramach obrony powietrznej i dowodzenie nimi będzie z odpowiednich PłSD-OP.

Z jednej strony opóźnienie informacji radiolokacyjnej będzie wynosiło 50-60 s, a nawet może i więcej, z uwagi na wolne transmisje i jakość jej zobrazowania. Z drugiej strony mała efektywność dowodzenia z PłSD przydzielonym prplot armii /ZT/, spowodować może zmniejszenie się efektywności działań bojowych wojsk OPL. W każdym bądź razie na pewno nie zwiększy się - chociażby ze względu na niewykorzystanie możliwości zestawów automatyzacji. Tym samym taka "pseudointegracja" zapewne nie zwiększy efektywności systemu OP.

Nie potrzeba więcej argumentów, żeby stwierdzić, iż ten sposób integracji jest niekorzystny, mimo że jest przejściowy. Lepiej byłoby skupić potencjał techniczny i organizacyjny na właściwej integracji /od podstaw/ uwzględniającej wymagania w tym zakresie, niż go marnować.

W podsumowaniu można powiedzieć, że integracja podsystemów zautomatyzowanego dowodzenia /podsystemów radiolokacyjnych/ a poprzez to utworzenie zautomatyzowanego obiegu informacji w systemie OP, spowodowało znaczne polepszenie parametrów informacji o sytuacji powietrznej w świetle możliwości czasowych ŚNP przeciwnika, środków walki własnych i środków rozpoznania radiolokacyjnego.

Ponadto można wyciągnąć dość istotny wniosek: wraz z rozwojem systemu dowodzenia /powodowanym m.in. rozwojem myśli taktycznej i technicznej/, doskonalenia wymaga obieg informacji radiolokacyjnej w celu otrzymania informacji radiolokacyjnej i wspomagającej proces decyzyjny i kierowania środkami walki o wymaganych w danym czasie parametrach. Powoduje to konieczność przewidywania prognostycznego obiegu informacji.

4.2. ZARYS OBIEGU INFORMACJI O SYTUACJI POWIETRZNEJ W PERSPEKTYWICZNYM SYSTEMIE ROZPOZNANIA RADIOLOKACYJNEGO

Z dotychczasowych obserwacji wynika, że istnieje ciągły rozwój różnego rodzaju środków walki. Dotyczy to zarówno taktyki, możliwości, jak i zabezpieczenia radiolokacyjnego ich działań bojowych.

Zapewnienie skutecznego dowodzenia wojskami i współczesnymi środkami walki potrzebuje opracowania nowych /doskonalenia/ podsystemów informacyjnych. W tym szczególnie miejsce zajmuje rozwój podsystemu radiolokacyjnego wykrywania i śledzenia obiektów powietrznych oraz podsystemów dowodzenia i kierowania środkami walki.

Rozwiązywanie tych problemów prowadzi do otrzymywania wymaganej wartości informacji radiolokacyjnej /odpowiadającej wymaganiom współczesnym/ wykorzystywanej w procesach decyzyjnych i kierowania środkami walki.

Przeprowadzona między innymi analiza struktury organizacyjnej i informacyjnej /rozdział 3/ zautomatyzowanego systemu dowodzenia umożliwiła zaproponowanie /określenie/ kierunków jej zmian pod kątem otrzymania informacji o jak największej i wymaganej jakości.

Należy stwierdzić, że trafność w określeniu docelowych rozwiązań i kierunków doskonalenia wymaga ujęcia perspektywicznego rozwoju systemu dowodzenia, w tym podsystemu radiolokacyjnego.

4.2.1. Tendencje rozwoju środków radiolokacyjnego wykrywania i śledzenia obiektów powietrznych

Ważnym zagadnieniem jest doskonalenie zdobywania informacji o przeciwniku powietrznym wykorzystywanej w procesie dowodzenia wojskami. Zachodzi konieczność ciągłego polepszania parametrów strefy informacji radiolokacyjnej /dotyczy to szczególnie zasięgu wykrywania i śledzenia obiektów powietrznych/, między innymi poprzez doskonalenie /projektowanie/ stacji radiolokacyjnych /podsystemów/.

Można przewidywać, że w najbliższych latach będą budowane i wdrażane w większości stacje zapewniające wykrywanie i śledzenie celów powietrznych mało widzialnych. Wynika to z prognozy masowego wejścia do uzbrojenia w latach dziewięćdziesiątych samolotów /i innych aparatów latających/ mało widzialnych. Dlatego można sądzić, że główny wyzwanie będzie skupiony na rozwiązaniu problemu zwiększenia odległości wykrywania radiolokacyjnego. Problem wykrywania mało widzialnych obiektów powietrznych związany jest ze skuteczną powierzchnią odbicia /6 c/. której wielkość zależy od wielu czynników /poruszone zostały

w rozdziale 2/; rozmiarów, kształtu, położenia przestrzennego obiektów, materiału z którego są zbudowane, polaryzacji i kształtu sygnału opromieniowania. Możliwości doskonalenia RLS, jak również zmian parametrów wpływających na nie są obecnie znikome.

Na podstawie dostępnej literatury można określić dwie perspektywiczne drogi zwiększenia odległości wykrywania obiektów mało widzialnych - tradycyjne i nietradycyjne.

Tradycyjne sposoby zwiększania odległości wykrywania bazują na zwiększaniu potencjału energetycznego RLS i zwiększaniu jakości pracy urządzeń odbiorczych /jakości opracowywania sygnałów/. Dotyczy to zwiększenia mocy nadajnika oraz zysku antenowego /w perspektywie oczekuje się pojawienie nadajników o mocy większej 2-3 razy/ oraz polepszenia jakości opracowania sygnałów za pomocą EMC.

Dość istotnym sposobem zwiększenia odległości wykrywania jest wybór optymalnego zakresu częstotliwości pracy RLS. U podstaw tego leży zależność σ_c obiektu powietrznego od częstotliwości opromieniającego go sygnału /rośnie ze wzrostem długości fali/. Obliczenia wskazują, że odległość wykrywania samolotu mało widzialnego przez RLS pracującej w przedziale 1-2 GHz jest 1,75 raza większa, niż w zakresie 2-4 GHz i 2,2 razy większa niż w zakresie 4-6 GHz^{42/}. W związku z tym, z chwilą pojawienia się problemu wykrywania obiektów o małej σ_c , wzrosło zainteresowanie stacjami zakresu metrowego i decymetrowego /przez ostatnie dziesięciolecie podstawowym kierunkiem było opanowanie zakresów wysoko częstotliwościowych/.

Zaskakujące jest to, że oprócz rozpatrywanego optymalnego wyboru zakresu - orientowanego na zwiększeniu długości fali /zmniejszenie częstotliwości/ impulsu sondującego w odniesieniu do współczesnych RLS - uwidoczniła się alternatywna droga zakładająca przejście na zakres fal milimetrowych. Wynika to z tego, że obecnie nie ma materiałów i nie przewiduje się w najbliższym czasie pochłaniających /rozpraszających/ energię elektromagnetyczną na zakresie fal milimetrowych. Toteż RLS zakresu milimetrowego są nieczułe na celowe zmniejszenie σ_c /nie zmniejsza się zasięg wykrywania samolotów obecnie mało widzialnych/. Obecnie opracowane są bazy elementowe i zasady budowy stacji pracujących na częstotliwościach 30-40 i 85-95 GHz, a także brane są pod uwagę częstotliwości w pobliżu 140 GHz.

42/ Zarubieżnoje obozrenije nr 7, 1989 r., s. 37.

Innym sposobem zwiększania odległości wykrywania obiektów powietrznych będą stacje pozahoryzontalne pracujące w zakresie fal od fonosfery. Obecne stacje pozahoryzontalne mogą wykrywać obiekty w sektorze $60-180^{\circ}$ na odległościach w przedziale 800-3700 km. Rozwinięcie tych RLS np. w pobliżu granicy wschodniej umożliwiłoby wykrywanie obiektów nisko lecących na wysuniętych rubieżach od granicy zachodniej Polski.

Wiele uwagi przywiązuje się do modernizowania i wdrażania powietrznych posterunków rozpoznania radiolokacyjnego i kierowania środkami walki. Dotyczy to przede wszystkim zastosowania nowych RLS /w tym wykorzystujące pasywną metodę radiolokacji/, odpornych na zakłócenia radiolokacyjne i zwiększonej jakości cyfrowej opracowania sygnałów.

Nietradycyjne sposoby zwiększania odległości wykrywania obiektów o małej powierzchni skutecznej odbicia oparte są na nowych podejściach odnośnie rozwiązania problemu w sferze częstotliwościowo-czasowej i przestrzennej.

W ramach częstotliwościowo-czasowego podejścia wykorzystuje się metodę formowania i opracowania nowych złożonych sygnałów radiolokacyjnych^{43/}. Wyróżnić tu można dwie najbardziej znaczące metody wykrywania radiolokacyjnego obiektów - metoda z wykorzystaniem sygnałów sondujących szeroko pasmowych oraz metoda wykorzystująca wieloczęstotliwościowe sygnały.

W pierwszej metodzie RLS mają stosować impulsy sondujące bardzo małej długości nanosekundowej. Są to sygnały niesinusoidalne /w tradycyjnych RLS sinusoidalne/ o szerokim paśmie. W literaturze można spotkać się z przewidywaniem zastosowania impulsów zajmującego pasmo 0,5-10 GHz /w obecnych RLS np. - 300 MHz/ i mające długości 0,1-1 ns. Ich zastosowanie pozwoli osiągnąć rozróżnialność w odległości w przedziale 0,15-0,015 m. Odbite przy tym sygnały /echo-sygnały/ stanowią odbicie od poszczególnych elementów /części/ samolotu /lub innego obiektu/. Po odpowiednim opracowaniu /filtracji/ będzie można otrzymać kształt wykrytego obiektu powietrznego. Zasięg takiej stacji będzie duży z uwagi na słabe tłumienie energii niesinusoidalnych sygnałów radiolokacyjnych. Metoda ta w trakcie opracowywania sygnału wyjściowego /w kanale odbiorczym/ oprócz promieniowania bardzo krótkiego impulsu może wykorzystywać w procesie opracowywania właściwości struktury

43/ B. Niebabin, Metody i technika radiolokacyjno-rozpoznawania. Radijo i Świat 1984 r.

skompresowanego sygnału oraz wykorzystywać jednocześnie właściwości struktury skompresowanego sygnału, informacji o modulacji sygnału turbinami silników i fluktuacji powierzchni skutecznej odbicia - da to możliwość otrzymania obrazu wykrytego obiektu.

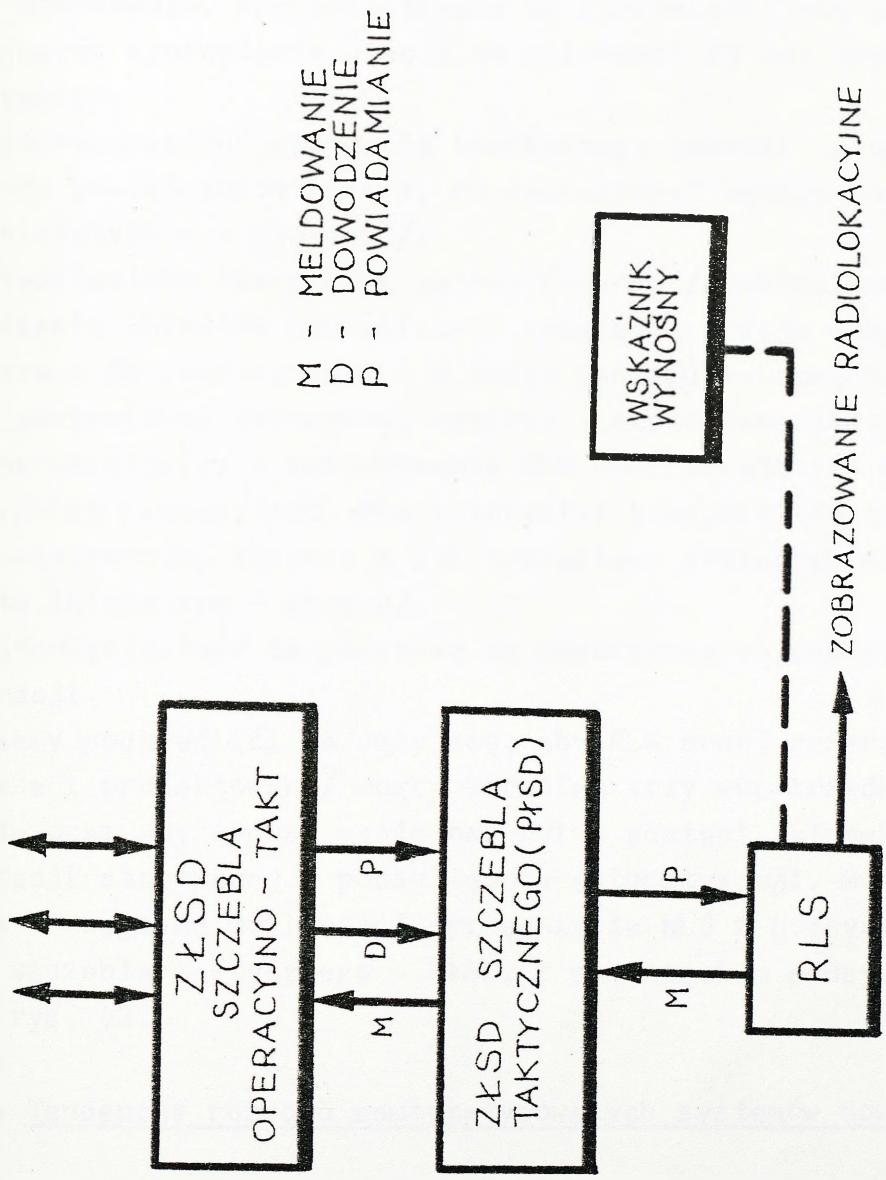
Druga metoda zastosowana w RLS, generującej sygnały sondujące, wieloczęstotliwościowe. W tym przypadku obiekt powietrzny opromieniuje się jednocześnie wieloma ciągłymi sygnałami na różnych częstotliwościach.

Odbiór i opracowanie echa - sygnałów na miejsce w wielokanałowym urządzeniu odbiorczym. Odpowiedni dobór częstotliwości /przy pomocy mikroprocesora/ i filtracja optymalna pozwolić może na osiągnięcie dużych zasięgów wykrywania /w tym obiektów o małej powierzchni skutecznej odbicia - σ_c /. Efektem końcowym opracowania echa sygnałów może być również kształt obiektu powietrznego.

Z dostępnej literatury wynika, że wszystkie metody częstotliwościowo-czasowe znajdują się w początkowym etapie badań teoretycznych i eksperymentalnych. Dlatego zastosowanie ich będzie możliwe w dalszej perspektywie. W każdym bądź razie zastosowanie tego typu RLS prawdopodobnie spowodowałoby rewolucję w obiegu informacji radiolokacyjnej /w podsystemach radiolokacyjnych/.

W ramach podejścia przestrzennego w zakresie zwiększenia odległości wykrywania obiektów powietrznych rozpracowywane są sposoby i środki oparte na zależności σ_c obiektu lecącego od kierunku promieniowania. Może to być realizowane poprzez tzw. system bistatyczny polegający na zastosowaniu nadajnika lub kilku nadajników radiolokacyjnych /umieszczonych na samolotach/, opromieniujących obiekty powietrzne i sieci urządzeń odbiorczych /naziemnych/ odbierających echa - sygnały.

Nadajnik i jeden odbiornik tworzą tzw. ogniwo bistatyczne - bistatyczną RLS /wielo-pozycyjną/. Bardzo ważnym parametrem takiego systemu jest tzw. kąt bistatyczny między kierunkiem od celu na nadajnik i daną pozycją urządzenia odbiorczego. Na szczególną uwagę zasługuje wykorzystanie RLS z kątem bistatycznym, równym 180° - obserwowany obiekt znajduje się na prostej łączącej nadajnik i odbiornik. W tym przypadku σ_c znacznie wzrasta. W przybliżeniu σ_c równe jest stosunkowi kwadratów powierzchni skutecznej odbicia obiektu i długości fali, pomnożonemu przez współczynnik 12. Wówczas powierzchnia skuteczna odbicia echa / σ_c / nie zależy od materiałów kompozytowych i pokryć radio-tłumiących stosowanych przez przeciwnika. Wielkość σ_c jest znacznie większa, niż przy wykorzystaniu tradycyjnej RLS, nawet przy zmniejszeniu kąta bistatycznego do 165° .



Rys. 42. Miejsce RLS z cyfrowym sygnałem wyjściowym w strukturze ZtSD

Rozpatrywane są różne warianty zbudowania RLS bistatycznych. W charakterze stacji - nadajnika mogą być zastosowane RLS powietrznych systemów dowodzenia, RLS zamontowane na sterowcach, czy balonach /umożliwiających wyniesienie stacji do wysokości 25 km/ oraz bazowania kosmicznego.

Zastosowanie RLS bazowania kosmicznego pozwoli na opromieniowywanie obiektów powietrznych z góry, co gwarantować będzie znaczny wzrost β_c /kąt bistatyczny - 130-165°/.

Przedstawione kierunki i metody rozwoju /doskonalenia/ wykrywania i śledzenia obiektów powietrznych zmierzają przede wszystkim - po pierwsze - do zbudowania RLS o dużym zasięgu wykrywania obiektów o małej powierzchni skutecznej odbicia i nisko lecących. Po drugie /w dalszej perspektywie/ - zastosowania RLS umożliwiających otrzymywanie jak najbardziej precyzyjnych charakterystyk i współrzędnych śledzenia obiektów powietrznych, łącznie z ich kształtami /określenie klasy i typu obiektu latającego - obrazu/.

Osiągnięcie tego da podstawę do utworzenia automatycznego obiegu informacji.

Należy podkreślić, że dąży się, aby RLS nowej generacji /obecnie wdrażane i projektowane/ mogły określać trzy współrzędne śledzonego obiektu oraz aby sygnał wyjściowy był w postaci cyfrowej o strukturze informacji stosowanej w podsystemach automatyzacji. Ma to duże znaczenie z uwagi na możliwości sprzęgnięcia RLS z podsystemem automatyzacji szczebla taktycznego - PłSD, z pominięciem podsystemu szczebla krt - rys. 42.

4.2.2. Tendencje rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia

Należy zaznaczyć, że już pobieżna analiza rozwoju zautomatyzowanych systemów dowodzenia wskazuje, że zasadniczo uzależniony on jest od wprowadzanych nowych technik informatycznych.

Ogólnie można powiedzieć, że bazę techniczną współczesnej informatyki stanowią mikroprocesory i mikroprocesorowe układy segmentowe, pamięci o bezpośrednim dostępie, matryce logiczne pamięci zewnętrzne, urządzenie wejścia - wyjścia oraz zespoły pomocnicze, umożliwiające integrowanie wyżej wymienionych elementów w funkcjonalne kompletne systemy komputerowe^{44/}.

W rozwoju techniki środków informatyki zasadniczą rolę odgrywają układy scalone LSI o dużej i VLSI o bardzo dużej skali integracji. Dla zastosowań wojskowych zaczyna się stosować układy CMOS na podłożu

44/ "Prognoza problemowa rozwoju techniki informatycznej w siłach zbrojnych PRL". Szt. Gen. Warszawa 1986 r.

szafirowym /CMOS-SOS/, które charakteryzują się dodatkowo zwiększoną odpornością na promieniowanie. Przewiduje się wprowadzenie do szerokiego stosowania w komputerach wojskowych układów logicznych opartych na nowych zjawiskach fizycznych - nadprzewodnictwie i efektach optoelektronicznych.

W zastosowaniach wojskowych przeważać będą specjalizowane procesory 32 i 64 bitowe o wielkiej skali integracji. Stosowane będą one w zautomatyzowanych systemach dowodzenia i rozpoznania a także w komputerach zdolnych do rozumienia mowy ludzkiej. Stanowiąc one będą samodzielne jednostki centralne lub integralne zespoły dużych komputerów o specjalnym przeznaczeniu /procesory bez danych, procesory wojskowych komputerów pokładowych lub polowych/.

Przechodzić się będzie na pamięci typu CMOS - SOS, które są szczególnie atrakcyjne w zastosowaniach wojskowych ze względu na małe wymagania stabilności zasilania, bardzo małe zużycie energii /zasilanie mikrobateryjne/, zwiększoną odporność na zakłócenia oraz możliwość znacznego rozszerzenia pojemności.

Znaczenia nabiorą urządzenia sprzężenia z różnorodnymi obiektami sensorowymi, wykonawczymi, tworzącymi środowisko operacyjne środków informatyki. Eliminowane będą z zastosowań wojskowych lampy kineskopowe na rzecz ekranów plazmowych lub ekranów na ciekłych kryształach. Nabiera wagi urządzenie wejścia - wyjścia do przekształcenia informacji graficznej na cyfrową z nośników zewnętrznych /map/ i odwrotnie. Należy spodziewać się również pojawienia się urządzeń do zobrazowania przestrzennego opartego na efekcie holograficznym.

W rozwiązaniach wojskowych zarysowuje się coraz silniejsza tendencja do bezpośredniego, instrumentalnego sprzężenia systemów informatycznych z ich otoczeniem operacyjnym, jakim jest pole walki. Integracja odbywać się będzie za pomocą "inteligentnych" urządzeń, umożliwiających automatyczne zbieranie informacji u jej źródeł oraz wprowadzenie informacji z systemu do odbiorców. Dotyczyć to będzie osobistych urządzeń nadawczo-odbiorczych umożliwiających komunikację foniczną i tekstową z odległym komputerem, urządzeń do rozpoznawania, śledzenia i lokalizacji obiektów urządzeń wykonawczych automatyki napędowej, ogniowej itp. Przewiduje się, że dalsza miniaturyzacja tych urządzeń pozwoli na ich instalowanie na miniaturowych, automatycznie sterowanych aparatach latających, funkcjonujących w obszarze taktycznym i operacyjnym jako tzw. roboty rozpoznawcze.

W perspektywie wejdą do szerokiego stosowania mikrokomputery bazowe wyspecjalizowane na obsługę dużych zbiorów danych, zdolne do tworzenia

sieci mikrokomputerowych wraz z komputerami osobistymi. Powstanie w ten sposób możliwość kompleksowej automatyzacji procesów informacyjnych w oparciu o rozproszone zbiory danych i zautomatyzowane indywidualne miejsca pracy. W zastosowaniach wojskowych wiele uwagi przywiązuje się do modułowego podejścia budowy systemów. W zależności od konkretnych potrzeb zestawiać się będzie konfigurację o architekturze optymalnie przystosowanej do zastosowania. Stosowane komputery będą miały rozbudowane mechanizmy diagnostyki eksploatacyjnej, korekty przypadkowych przekłamań, a także mechanizmy wznawiania przebiegów i rekonfiguracji.

Nasilają się tendencje do integrowania terytorialnie rozrzuconych środków technicznych informatyki za pomocą sieci transmisji danych tworzonych stosownie do potrzeb i możliwości w oparciu o łącza specjalne typu radioliniowego i satelitarnego, rozsiewane łącza radiowe, łącza kablowe i łącza światłowodowe. W miarę wyczerpywania się zasobów technicznych stosowanych obecnie systemów telekomunikacyjnych nastąpi coraz szybsze wprowadzenie cyfrowych metod przesyłania informacji, co umożliwi bardzo efektywne stosowanie łącz szerokopasmowych. W perspektywie podstawowym łączem przesyłania będą kanały światłowodowe. Kanały te są szczególnie atrakcyjne w zastosowaniach wojskowych z punktu widzenia ich niewrażliwości na zakłócenia elektromagnetyczne i warunki klimatyczne, mały ciężar oraz odporność na środki rozpoznania radioelektronicznego.

Przedstawiony przewidywany rozwój techniki informatycznej będzie w znacznym stopniu stymulował wdrażanie i modernizowanie zautomatyzowanych systemów dowodzenia.

Należy stwierdzić, że przyszłe podsystemy dowodzenia pod względem technologicznym będą rozwijały się w kierunku: podniesienia niezawodności działania poprzez stosowanie rozproszonych baz danych, miniaturyzacji oraz możliwości ich wykorzystania w ruchu w oparciu o powietrzne i pojezdne stanowiska dowodzenia. W przypadku powietrznych stanowisk dowodzenia podstawowe problemy techniczne są już rozwiązane. W przypadku pojezdnych stanowisk dowodzenia mogących działać w ruchu, do podstawowych problemów technicznych warunkujących ich wdrażanie należy rozwiązanie problemów ciągłości funkcjonowania sieci łączności a w szczególności transmisji danych w ruchu, ciągłości funkcjonowania podsystemu rozpoznania i zasilania informacyjnego baz danych systemu dowodzenia oraz dekompozycji systemu dowodzenia na względnie niezależne podsystemy z minimalnymi powiązaniem informacyjnymi i lokalnymi bazami danych.

Z operacyjnego punktu widzenia systemy dowodzenia zacierają w kierunku zminimalizowania funkcji wykonywanych przez człowieka, pozostawiając mu jedynie obowiązek nadzoru i kontroli. Dzięki temu systemy te będą mogły zbierać i opracowywać informację o bardzo dużej liczbie obiektów powietrznych, o bardzo dużej wiarygodności i zabezpieczać kierowanie znaczną ilością środków walki.

W podsumowaniu tego zagadnienia można stwierdzić, że prognozowane osiągnięcia dotyczące środków radiolokacyjnych, podsystemów automatyzacji i przesyłania informacji określają zarys perspektywicznego obiegu informacji o sytuacji powietrznej.

4.2.3. Zarys perspektywicznego obiegu informacji o sytuacji powietrznej

Perspektywiczny podsystem rozpoznania radiolokacyjnego w systemie obrony powietrznej będzie charakteryzował się zapewne zastosowaniem jakościowo lepszych niż obecnie stacje radiolokacyjnych oraz podsystemów automatyzacji umożliwiających automatyczny obieg informacji radiolokacyjnych o sytuacji powietrznej. To spowoduje znaczną zmianę zautomatyzowanego dowodzenia i kierowania środkami walki.

Strefa informacji radiolokacyjnej tworzona będzie przez pracujące stacje o dużym zasięgu wykrywania i zapewniające ciągłe śledzenie obiektów powietrznych również o małej powierzchni skutecznej odbicia i lecących na bardzo małych i stratosferycznych wysokościach i dużej odpornością na zakłócenia radioelektroniczne. Będą to stacje: naziemne, bazowania powietrznego i kosmicznego, o dużym wachlarzu zakresu fal - począwszy od 5-30 MHz do 200 GHz, wykorzystujące różne metody wykrywania radiolokacyjnego obiektów - pozahoryzontalnych, systemy bistatyczne, termolokacyjne, laserowe, impulsowo-doplerowskie /z faląquasi-ciągłą/ oraz wydające informację o postaci cyfrowej- procesorowe sterowanie opracowaniem jej - o bardzo dużej wiarygodności.

W dalszej perspektywie będą zastosowane stacje radiolokacyjne wykorzystujące złożone sygnały nadawane i optymalną cyfrową filtrację sygnałów odebranych oraz wydające informacje cyfrowe o perfekcyjnej jakości. To umożliwi otrzymanie w sposób automatyczny obrazów obiektów powietrznych, czyli precyzyjne określenie typu obiektu, składu i ugrupowania /modelu nalotu/ - stanowić to będzie prawdopodobnie przewrót w dowodzeniu i kierowaniu środkami walki.

Perspektywiczne RLS będzie można cyfrowo integrować z zautomatyzowanym systemem dowodzenia oraz sterować z podsystemów automatyzacji.

Dodatkowe źródła informacji takie, jak: rozpoznanie powietrzne, kosmiczne, radioelektroniczne i inne zintegrowane będą z podsystemami automatyzacji.

Zintegrowane podsystemy automatyzacji będą spełniały warunki automatycznej wymiany informacji. Powstaną centralne jednostki komputerów, umożliwiające tworzenie sieci mikrokomputerowych.

Nastąpi kompleksowa automatyzacja procesów informacyjnych, obejmująca rozproszone zbiory danych i zautomatyzowane indywidualne miejsce pracy. Integracja terytorialnie rozrzuconych zestawów /środków/ automatyzacji z komputerami bazowymi za pomocą sieci transmisji danych o dużych możliwościach spowoduje powszechną dostępność do pożądanej informacji o sytuacji powietrznej i innej. Zastosowanie rozproszonych baz danych oraz miniaturyzacja środków automatyzacji jak również zastosowanie odpowiednich sieci łączności umożliwi funkcjonowanie powietrznych i pojezdnych stanowisk dowodzenia /w ruchu/.

Można sądzić, że zmieni się znacznie struktura organizacyjna zautomatyzowanego systemu dowodzenia, a tym samym struktura obiegu informacji o sytuacji powietrznej. Schemat perspektywicznego obiegu informacji o sytuacji powietrznej przedstawiony jest na rys. 3 załącznika 9.

Jak już było wspomniane w obiegu tym zastosowane zostaną sieci komputerowe, sieci łączności i dopasowane urządzenia transmisji danych oraz nowe techniki zobrazowania i przekształcania informacji. Daje to podstawę do tworzenia automatycznego obiegu informacji /począwszy od automatycznego wykrywania i zbierania a kończąc na podejmowaniu decyzji - zaproponowaniu wariantu decyzji/. Zatem możliwe będzie bezpośrednie instrumentalne sprzężenie ZtSD z zestawami kierowania środkami walki /ze środkami walki/. Integracja w zależności od wariantów działań wojennych będzie optymalizowana automatycznie przez "inteligentne" urządzenia /komputery/.

W strukturze dowodzenia prawdopodobnie nie będzie PŁSD szczebla operacyjno-taktycznego. Natomiast zachowany zostanie szczebel operacyjny CSD OP, oraz PŁSD szczebla taktycznego w systemie OP - stanowiące stanowiska dowodzenia oddziałów /ZT/ WR, LM, WR_e i pododdziałów WR_t. Na CSD i PŁSD znajdować się będą jednostki centralne komputerów z możliwością wymiany między sobą informacji automatycznie. Źródłami informacji o sytuacji powietrznej najprawdopodobniej będą: RLP /RPW, PNL/ - naziemne, bazowania powietrznego, kosmicznego i morskiego - w tym pozahoryzontalne, bistatyczne, laserowe, pasywne /termolokacyjne/ oraz stosujące nadawanie i opracowanie sygnału złożonego /o czasie trwania około 1 ns/, pozwalające otrzymanie obrazu śledzonego obiektu;

kosmiczne i powietrzne rozpoznanie radioelektroniczne; pododdziały rozpoznania radioelektronicznego; współdziałające PłSD i SD sąsiadów.

Podczas działań wojennych informacja o określonej postaci będzie przesyłana w sposób automatyczny, z odpowiednich szczebli /ogniw w obiegu informacji/ do stanowisk dowodzenia frontu, armii, dywizji oraz pułków zmechanizowanych i czołgów.

Stanowiska dowodzenia i kierowania środkami walki w systemie OP będą miały bezpośredni dostęp, poprzez posiadane środki automatyzacji, do centralnej jednostki bazy danych szczebla taktycznego lub operacyjnego - w szczególnych przypadkach oraz do rozproszonych baz danych wojsk współdziałających.

Dowodzenie wojskami i kierowanie środkami walki /LM, WR, WRe, RLP/ z PłSD, realizowane może być w sposób automatyczny - ze strony funkcyjnych ograniczać się będzie przede wszystkim do kontroli i nadzoru oraz w skomplikowanej sytuacji /niepewnej/ - do wyboru wariantu decyzji.

W przyszłościowej strukturze obiegu informacji /ZtSD/ może nie być SD kompanii radiotechnicznych. Otóż informacja radiolokacyjna z danego RLP najprawdopodobniej będzie przesyłana do PłSD po opracowaniu automatycznym, jako zespolona lub oddzielnie z poszczególnych RLS.

Podsumowując zagadnienie przypuszczać należy, iż przyszłościowy podsystem radiolokacyjny systemu OP będzie zdolny zasilać system dowodzenia w informację o sytuacji powietrznej o perfekcyjnej wartości. Będzie bardzo wysoka efektywność rozpoznania radiolokacyjnego z uwagi na bardzo mały czas opóźnienia /bliski zeru/, bardzo duża dokładność określania współrzędnych i charakterystyk obiektów powietrznych, duży zakres dostępnej informacji, w tym możliwość automatycznego wyboru informacji potrzebnej dla danego użytkownika. To wszystko składa się na bardzo dużą wiarygodność informacji. Zapewnić to może automatyczny obieg informacji oraz poszerzy zakres automatyzacji procesu dowodzenia wojskami i automatycznego kierowania środkami walki.

Należy się spodziewać, że będą duże możliwości eliminacji zakłóceń radioelektronicznych /w tym radiolokacyjnych/. To dotyczy nie tylko zwiększonej odporności na zakłócenia środków radiolokacyjnych i łączności, ale również przedsięwzięć taktycznych a w szczególności dotyczących sprawności wykrywania i śledzenia nosicieli źródeł zakłóceń. Otóż możliwy będzie automatyczny wybór ogniw triangulacyjnych /RLP/ mających optymalne parametry w zakresie pelengacji, w odniesieniu do danego modelu i kierunku nalotu przeciwnika. Zapewnić to mogą odpowiednie "inteligentne" komputery /urządzenia/. Efektem tego będzie automatyczne /natychmiastowe/ dokładne zlokalizowane źródło zakłóceń /czynnych/

i automatyczne, precyzyjne nakierowanie na niego środków walki tym samym w bardzo krótkim czasie będzie można przywrócić sprawność podsystemu radiolokacyjnego.

Istotną zaletą perspektywicznego podsystemu radiolokacyjnego będzie duża możliwość jego środków radiolokacji i automatyzacji. Właściwość tę zapewni zastosowanie zminiaturyzowanych o dużej niezawodności przyrządów elektronicznych oraz niezawodnej sieci łączności. Ponadto będzie możliwość dowodzenia wojskami z powietrznych i pojezdnych stanowisk dowodzenia /w ruchu/, co spowoduje dużą żywotność i skuteczność funkcjonowania podsystemu radiolokacyjnego systemu OP.

5. WNIOSKI KONCOWE

Z przeprowadzonych badań dotyczących problemów zawartych w niniejszej rozprawie wynika, że:

1. Na wartość informacji radiolokacyjnej, oprócz możliwości bojowych środków radiolokacji i automatyzacji oraz organizacji podsystemu radiolokacyjnego znaczący wpływ mają taktyka i możliwości czasowo-przestrzenne SNP zarówno przeciwnika jak i własnych. Z tego też względu niezbędne jest precyzyjne określenie wymagań dotyczących parametrów przestrzennych strefy informacji radiolokacyjnej i czasu jej obiegu oraz zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych WR i LM. A zatem celowe jest - po pierwsze minimalizacja czasu cyklu informacyjno-decyzyjnego podsystemu dowodzenia; po drugie zaś uzyskanie informacji o parametrach zapewniających sprawne dowodzenie wojskami, skuteczne naprowadzanie LM oraz wskazywanie celów dywizjom rakietowym, a także pododdziałom zakłóceń radioelektronicznych.

2. Istotne znaczenie ma precyzyjność w określaniu wymagań przestrzennych i jakościowych informacji w procesie zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych WR i LM, w tym szczególnie LM. Wymagania te powinny być wariantowane, zależnie od zadań i etapu działań bojowych /np. etapu naprowadzania LM/. Należy zatem zrezygnować ze sposobu określania odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej D_{PRIR} dla LM na podstawie stosowanej dotąd "metodyki" w wojskach OPK, a przyjąć sposób proponowany w rozprawie. Umożliwi to uniknięcie błędów w określaniu D_{PRIR} osiagających nawet kilkadziesiąt procent tej odległości obliczonej na podstawie obecnie stosowanego wzoru.

3. Możliwości środków radiotechnicznych w spełnianiu wymagań dotyczących parametrów informacji radiolokacyjnej są ograniczone. Niezbędnym warunkiem do wykonania zadania bojowego przez podsystem radiolokacyjny /pododdział, ZT, WRt/ jest spełnienie wymogu dotyczącego zarówno czasu dolotu, jak i dowodzenia $T_{DOL} \geq T_{DOW}$. Z przedstawionych w rozprawie wartości wynika, że powyższe uwarunkowanie nie jest spełnione w odniesieniu do celów lecących na małej wysokości. Informacja, jaka jest otrzymywana w systemie niezautomatyzowanym, nie zapewnia zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych WR i LM. Otrzymywana zaś informacja w systemie zautomatyzowanym /obecnie funkcjonującym/ jest nie dokładna i ujemnie wpływa na możliwości wykorzystania ZtSD w zabezpieczeniu radiolokacyjnym działań bojowych WR i LM, zwłaszcza w czasie zwalczania celów nisko lecących i o małej powierzchni skutecznej odbicia

4. Otrzymywanie wartości informacji na miarę współczesnych wymagań procesu dowodzenia jest niemożliwe bez integracji podsystemów automa-

tyzacji /podsystemów radiolokacyjnych/ i doskonalenia struktury oraz funkcjonowania obiegu informacji radiolokacyjnej w ramach systemu obrony powietrznej.

5. Integracja podsystemów radiolokacyjnych jest możliwa jedynie wtedy, kiedy będą spełnione dwa podstawowe wymagania, a mianowicie: zaistnienie bezpośrednia zależność między nimi oraz wzrośnie zainteresowanie współdziałaniem. W związku z powyższym niezbędne jest: ujednoczyć i zapewnić możliwości informacyjne podsystemów automatyzacji na poszczególnych szczeblach dowodzenia - zwłaszcza w odniesieniu do liczby jednocześnie śledzonych tras celów powietrznych; zapewnić zgodność informacyjną, lingwistyczną, programową i techniczną; zastosować zunifikowane zespoły szybkiej transmisji danych o dużej wierności transmisji z możliwością utajnienia informacji; zastosować podsystemy łączności działające w strukturze cyfrowej, ze sterowaniem mikrokomputerowym.

6. W ramach organizowania i doskonalenia obiegu informacji wskazane jest: poszerzenie zakresu informacji o sytuacji powietrznej o dane dotyczące wspomaganie procesu decyzyjnego i kierowania środkami walki; sprecyzowanie zasad współpracy integrowanych podsystemów na poszczególnych szczeblach dowodzenia; zautomatyzowanie procesu zdobywania, opracowywania i zobrazowywania informacji o sytuacji powietrznej otrzymywanej z dodatkowych źródeł.

7. Uzyskiwana jakość informacji z dotychczasowego /obecnie istniejącego/ zautomatyzowanego jej obiegu nie jest na miarę potrzeb, tzn: istnieje duże opóźnienie w ich zdobywaniu, niedokładność oraz wąski jej zakres i ograniczone możliwości podsystemów automatyzacji w jednoczesnym śledzeniu obiektów powietrznych, brak pożądanej integracji podsystemów automatyzacji, wymiana informacji między podsystemami WL i OP oraz WOPL jest w systemie niezautomatyzowanym. Łączenie w procesie opracowania informacji otrzymywanych ze źródeł zautomatyzowanych i niezautomatyzowanych ma odzwierciedlenie w małej jej tak wiarygodności, jak i efektywności dowodzenia.

8. Zaproponowany w rozprawie model obiegu informacji o sytuacji powietrznej /wariant po 1995 r./ oprócz wymagań integracyjnych, uwzględni również specyfikę podsystemu automatyzacji wojsk OP oraz wdrażanych podsystemów WL /KL/ i wojsk OPL. Ponadto obejmuje najnowsze środki radiolokacji. Integracja podsystemów radiolokacyjnych tych wojsk nie zmniejszy efektywności każdego z nich, lecz przyniesie znaczny wzrost efektywności działania już zespolonego podsystemu radiolokacyjnego w ramach systemu OP.

9. Zaproponowany model obiegu informacji o sytuacji powietrznej umożliwi wzrost efektywności dowodzenia w systemie OP. Ulegnie ona

zwiększeniu średnio o kilkadziesiąt procent na szczeblu taktycznym i operacyjno-taktycznym, wzrośnie także efektywność działań bojowych WR i LM. Ponadto czas opóźnienia zmniejszy się średnio o kilkadziesiąt procent, a ogólny błąd informacji radiolokacyjnej - niemal dwukrotnie. Uzyskane rezultaty i tak nie zadowolą w pełni użytkowników informacji, w dalszym ciągu będą musiały być doskonalone jej parametry.

10. Z analizy uzyskanych wyników dotyczących jakości informacji wynika, że najistotniejszym parametrem informacji w procesie dowodzenia jest czas opóźnienia, bowiem najbardziej wpływa na jej wiarygodność. Sprowadzenie jego wartości do zera może spowodować kilkakrotne zmniejszenie błędu ogólnego informacji, a przy udoskonaleniu ekstropolacji ulegnie on jeszcze istotnemu zmniejszeniu. Zmniejszenie to umożliwi wykorzystanie w procesie zabezpieczenia radiolokacyjnego również otrzymanej z kanałów zautomatyzowanych /informacji wtórnej/ m.in. do naprowadzania LM i wskazywania celów powietrznych dywizjom raketowym, ze zwiększonym znacznie prawdopodobieństwem. Będzie to zapewne decydujący krok do zapewnienia zarówno efektywnego rozpoznania radiolokacyjnego, jak i dowodzenia wojskami w systemie OP.

11. Słuszność w określeniu rozwiązań i kierunków doskonalenia wartości informacji wymaga ujęcia perspektywicznego rozwoju systemu dowodzenia w tym podsystemie radiolokacyjnego. Zaprezentowany w rozprawie model perspektywicznego obiegu informacji może pozwolić na otrzymanie informacji o stopniu wiarygodności - określającej ją jako rzeczywistą.

6. ZAKOŃCZENIE

Celem badań w ramach tematu rozprawy było określenie sposobów zmierzających do optymalnego wykorzystania możliwości bojowych wojsk radiotechnicznych WLiOP oraz WOPL z uwzględnieniem najnowszych i perspektywicznych środków radiotechnicznych i zautomatyzowanego zbioru i opracowania informacji radiolokacyjnej, a poprzez to udoskonalenie obiegu informacji radiolokacyjnej w procesie dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej na terytorium Polski.

W przyjętej hipotezie roboczej stwierdzono, iż obecnie obowiązujące rozwiązania w zakresie obiegu informacji radiolokacyjnej w procesie dowodzenia WLiOP oraz wojskami OPL działającymi w jednolitym systemie OP naszego kraju, nie gwarantują efektywnego wykorzystania podsystemów radiolokacyjnych tych rodzajów wojsk. Zbyt małe jest wykorzystanie systemu radiolokacyjnego wojsk OPL w systemie OP. Uzyskanie poprawy w tej dziedzinie uwarunkowane jest wypracowaniem doskonalszych rozwiązań natury strukturalnej i technicznej w rozpoznaniu radiolokacyjnym i wspomaganie dowodzenia wojskami w ramach systemu OP.

Dla osiągnięcia celu rozprawy niezbędnym stało się rozwiązanie kilku problemów badawczych. Rozwiązanie to pozwoliło określić:

1. Czynniki mające zasadniczy wpływ na wartość informacji.
2. Wymagania stawiane informacji w zakresie wykrywania i śledzenia przeciwnika powietrznego i zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych własnych środków walki /WR, LM, WRe/.
3. Parametry informacji mające decydujący wpływ na proces dowodzenia i kierowania środkami walki.
4. Stopień spełnienia wymagań stawianych informacji przez podsystemy radiolokacyjne i słabe ogniwa podsystemów, rzutujące w decydujący sposób na ich sprawność /na jakość informacji/.
5. Wymagania i możliwości integracyjne podsystemów radiolokacyjnych w systemie OP.

Uzyskane wyniki pozwoliły określić kierunki działań zmierzających do wypracowania dopasowanego obiegu informacji radiolokacyjnej /o sytuacji powietrznej/ w systemie OP, prowadzących do otrzymania informacji radiolokacyjnej o jakości odpowiadającej potrzebom dowodzenia wojskami.

Przeprowadzona analiza istniejących zautomatyzowanych systemów dowodzenia, wyniki przeprowadzonych badań, kierunki podjętych /określonych/ działań doskonalących podsystemy oraz istniejące uwarunkowania i ograniczenia pozwoliły na przedstawienie modelu obiegu informacji radiolokacyjnej w systemie OP oraz struktury funkcjonowania zintegrowanego zautomatyzowanego systemu dowodzenia. Struktura ta najbardziej

rzutuje na zakres i sposób realizacji zadań wchodzących w cykl informacyjno-decyzyjny systemu OP.

Dość istotnym jest to, że w rozprawie zostały przedstawione podstawowe zasady współdziałania wojsk w systemie obrony powietrznej /podrozdział 4.1./, adekwatnych dla systemów zautomatyzowanych. Warunkują one sprawność współdziałania wojsk w systemie OP. Dotychczasowe zasady współdziałania były słuszne dla systemu foniczno-ręcznego /niezautomatyzowanego/.

W trakcie rozwiązywania problemów badawczych potwierdziła się słuszność założeń zawartych w hipotezie roboczej, która w kontekście rozwiązań badawczych zachowała aktualność i została uzupełniona proponowanymi konkretnymi rozwiązaniami dotyczącymi doskonalenia zautomatyzowanego systemu dowodzenia wojskami w jednolitym systemie OP.

Przedstawiony zarys przyszłościowego obiegu informacji uwidocznili określone uwarunkowania do proponowanych kierunków doskonalenia struktury organizacyjnej funkcjonalnej i technicznej zautomatyzowanego systemu dowodzenia.

Zawarte w rozprawie rozwiązania dowodzą, iż cel badań w podstawowym zakresie został osiągnięty. Aczkolwiek zawarta w rozprawie analiza nie wyczerpuje całej złożoności zagadnienia, to ujmuje najistotniejsze problemy z punktu widzenia zdobywania i dostarczania informacji dla potrzeb dowodzenia wojskami w systemie OP przez podsystem radiolokacyjny, w ramach zautomatyzowanego systemu dowodzenia.

Uzyskane wyniki analizy uzasadniają celowość i nieodzowność prowadzenia dalszych badań. Wyodrębnić tu można wiele problemów, które powinny stać się przedmiotem badań w innych pracach badawczych, chociażby - problem optymalizacji zautomatyzowanego systemu dowodzenia. Wiele zagadnień przedstawiono w sposób dość uogólniony, w związku z czym wymagają one istotnego pogłębienia, w przypadku zajęcia się ich rozwiązaniem.

Dotyczy to szczególnie struktury technicznej i informacyjnej.

Na uwagę zasługuje to, że rozwiązanie problemów badawczych przebiegało w okresie intensywnych zmian w siłach zbrojnych RP, co w znacznym stopniu utrudniało planową realizację zadań badawczych.

Siły zbrojne podlegają obecnie reorganizacji, co znacznie wpływa na zmiany w dziedzinie organizacji współdziałania wojsk w systemie OP.

Z uwagi na ciągły rozwój środków walki prawdopodobnego przeciwnika powietrznego i własnych, wymagane było przyjęcie futurologicznej koncepcji badawczej, uwzględniając w kalkulacjach rozwiązania rzeczywiste.

Podczas rozwiązywania poszczególnych zagadnień nie można było ustrzeże się pewnych niedopracowań, gdyż praca nad tak złożonym tematem wymagała głębokiej wiedzy z różnych dziedzin.

Jestem szczególnie wdzięczny za dużą pomoc, cierpliwość i życzliwą krytykę promotorowi - płk prof. dr hab. Witoldowi POKRUSZYŃSKIEMU.

BIBLIOGRAFIA

1. Adamczyk A.: Koncepcja metody oceny efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych związku operacyjno-taktycznego OPK. Zeszyty Naukowe ASG WP nr 1, 1980 r.
2. Adamczyk A.; Antczak S.; Kierebiński H.; Zabłocki E.: Efektywność zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych wojsk OPK. ASG WP 1981 r.
3. Adamczyk A.; Antczak S.; Kierebiński H.; Zabłocki E.: Ocena efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych lotnictwa myśliwskiego OPK. ASG WP 1979 r.
4. Adamczyk M.: Analiza możliwości taktyczno-organizacyjnych ugrupowania bojowego WRt OPK, Zeszyty Naukowe ASG WP nr 1, 1987 r.
5. Adamczyk A.; Adamczyk M.: Ocena wpływu efektywności użycia wojsk radiotechnicznych na rezultaty działań bojowych wojsk raketowych i lotnictwa myśliwskiego w systemie OPK, Zeszyty Naukowe ASG WP nr 3, 1988 r.
6. Antczak S.: Kryteria oceny efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych, Przegląd WL i OPK nr 8, 1980 r.
7. Antczak S.: O racjonalne wykorzystanie potencjału bojowego środków obrony powietrznej, Zeszyty Naukowe ASG WP nr 3, 1988 r.
8. Ałtachow K.: Osnovy teorii upravlienijsa wojskami, WJ 1984 r.
9. Arijew T.; Poljakow: Niekotorije puti sowlerszenstowanija upravlienijsa silami i sredstwami PWO w obszczewojskowej operacii. Wojennaja Myśl nr 10, 1981 r.
10. Biuletyn informacyjny nr 2 /122/, MON 1976 r.
11. Biuletyn informacyjny nr 4 /131/, MON 1979 r.
12. Biuletyn informacyjny nr 1 /144/, MON 1986 r.
13. Bokow A.: Problema obnarużenijsa lietiatielnych apparatow tipa "Stielt", Zarubieżnoje Obozrenije nr 7, 1989 r.
14. Buturlin F.T.: Ob ocienkie sootnoszenijsa sil protivostojaszczich grupirowok sredstw wozdusznowo napadlenijsa i wojsk PWO. Wojennaja Myśl nr 6, 1978 r.
15. Fiedotienkow H.: Wybor pokazatielia effiektiwnosti diejstwij protivoborstwacjuszczich stron, Wojennaja Myśl nr 11, 1979 r.
16. Fiedotienkow H.: Opiedielenije trebujemowo sootnoszenijsa sil stron pri organizacii protivowozdusznoj oborony, Wojennaja Myśl nr 7, 1981 r.
17. Flanek Cz.: Metodologia oceny efektywności wykorzystania sil i środków w systemie OPL wojsk operacyjnych /rozprawa doktorska/ ASG WP 1977 r.
18. Frąckiewicz J.: Systemy sprawnego działanijsa, Ossolineum 1980 r.

19. Gębala A.: Symulacyjne badanie procesu uogólniania informacji o sytuacji powietrznej w systemie rozpoznania radiolokacyjnego armii /frontu/, rozprawa doktorska/ ASG WP 1985 r.
20. Informator sprzętu radiolokacji i automatyzacji cz. I, DWOPK 1984r.
21. Instrukcja organizacji i pełnienia dyżurów bojowych przez wojska OPK, WL, wojska OPL oraz siły i środki OP MW w systemie OPK, MON 1989 r.
22. Kochanowski J.: Zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych wojsk raketowych i lotnictwa myśliwskiego OPK podczas zwalczania celów powietrznych typu CRUISE /rozprawa habilitacyjna/ ASG WP 1985 r.
23. Kompendium Sił Zbrojnych państw NATO, MON 1987 r.
24. Koncepcja zautomatyzowanego podsystemu dowodzenia dywizji lotnictwa myśliwskiego wojsk lotniczych frontu. DWL 1982 r.
25. Koncepcja automatyzacji dowodzenia związkami taktycznymi i oddziałami Wojsk Lotniczych Frontu, ASG WO 1985 r.
26. Konieczny J.: Inżynieria systemów działania, WNT, Warszawa 1983 r.
27. Kołodziński E.: Analiza procesów informacyjno-decyzyjnych w zautomatyzowanych systemach dowodzenia obroną powietrzną.
28. Korzecki K., Piątkowski E.: Obrona radioelektroniczna wojsk OPL /skrypt/, ASG WP 1986 r.
29. Krótki informator o siłach zbrojnych NATO, DWL 1988 r.
30. Kukuła Z.: Korpus obrony powietrznej kraju /podręcznik/ ASG WP 1984 r.
31. Kukuła Z.: Wykorzystanie i działanie wojsk OPK podczas przechodzenia frontu do pierwszej operacji obronnej na obszarze kraju. Zeszyty Naukowe ASG WP nr 2945 1986 r.
32. Kwiatkowski J.: Rozpoznanie radiolokacyjne dla potrzeb dowodzenia OPL frontu w świetle rozwoju środków automatyzacji /rozprawa doktorska/ ASG WP 1981 r.
33. Materiały ze szkolenia zbiorowego kadry wojsk OPK, DWOPK 1985 r.
34. Materiały na konferencję naukową nt. współdziałanie WOPL WL i WOPK i Lotnictwem MW podczas wykonywania wspólnych zadań na współczesnym polu walki, Sz. Gen. WP 1985 r.
35. Metodyka opracowywania planów zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych LM i WR wojsk OPK przez batalion radiotechniczny. DW OPK 1982 r.
36. Metodyka wojskowych badań naukowych, ASG WP 1983 r.
37. Możliwości RLS wojsk radiotechnicznych WOPK w zakresie zwalczania zakłóceń radioelektronicznych i obrony przed pociskami kierowanymi. DW OPK 1981 r.

38. Niebabin B., Siergiejew B.: Metody i technika radiolokacyjnego rozpoznawania. Radijo i Swiaz, 1984 r.
39. Nieupokojew F.K.: K woprosu obopriedielenii effiektienosti protivowozdusznoj oborony, Wojennaja Myśl nr 6, 1982 r.
40. Obrona przeciwlotnicza wojsk na szczablach operacyjnych cz. I /I, II studium teoretyczne/ ASG WP 1986 r.
41. Ocena bojowych wozmożnostijrj radiolokacionnych kompleksow RTW, MON ZSRR 1980 r.
42. Opatiew N.: Obmien informaciej pri wzaimodiejstwiu podrozdiele-nij FWO, Wiestnik FWO nr 11, 1984 r.
43. Pagacz St.: Określenie realnych stref wykrywania stacji radioloka-cyjnych bez wykonywania oblotu /rozprawa doktorska/ ASG WP 1980 r.
44. Piekarczyk J.: Zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych korpusu OPK /rozprawa doktorska/ ASG WP 1980 r.
45. Poglądy na prowadzenie operacji powietrznej na terytorium PRL przez siły powietrzne państwa NATO. DWOPK 1986 r.
46. Pokruszyński W.: Podstawowe problemy kierowania ogniem WR OPK w przyszłościowym zautomatyzowanym systemie dowodzenia /rozprawa habilitacyjna/ ASG WP 1977 r.
47. Pokruszyński W.: O współdziałaniu wojsk radiotechnicznych OPK z siłami i środkami rozpoznania przestrzeni powietrznej innych ro-dzajów sił zbrojnych i wojsk. Zeszyty Naukowe ASG WP nr 3 /22/ 1979
48. Pokruszyński W.: Sztuka operacyjna wojsk OPK, ASG WP 1985 r.
49. Pokruszyński W.: Współczesna obrona powietrzna i możliwe kierunki jej doskonalenia, Zeszyty Naukowe ASG WP nr 3 /54/ 1988 r.
50. Poljakow H.K. i iini: Ob ocienkie wlijanija effiektiwnosti bojewowo primienienija RTW na rezultaty bojowych dejstwij czastiej ZRW, JA, WFWO u WWS, Wojennaja mysl nr 9, 1986 r.
51. Połączone stanowisko dowodzenia szczebla taktycznego wojsk OPK, DWOPK 1980 r.
52. Saprigin A.P.: Problemy wzaimodiejstwa wojsk sojużnych.
53. Sienkiewicz P.: Inżynieria systemów MON 1983 r.
54. Siezkin A.I., Rebjagin A.: Sowierszenstwowanieje uprawlenija siłami i sredstwami protivowozdusznoj oborony, Wojennaja Masl nr 1, 1981.
55. Sprawocznik oficiera protivowozdusznoj oborony, MON ZSRR 1981 r.
56. Tarabanow B.: Kriteřii effiektiwnosti borby z wozdusznyim protivnikom, Wojennaja Mysl 1979 r.
57. Taktyka WRT wojsk obrony powietrznej kraju DWOPK 1977 r.
58. Taktyka wojsk rakietowych OPK /podręcznik/ DWOPK 1983 r.

59. Wakin S., Szustow L.N.: Zasady przeciwdziałania radioelektronicznego, MON 1972 r.
60. Wiśniewski T.: Kierunki doskonalenia systemu stanowisk dowodzenia nadmorskiego związku operacyjno-taktycznego wojsk OPK wyposażonego w zautomatyzowane systemy w procesie odpierania nalotu ŚNP nieprzyjaciela /rozprawa doktorska/ ASG WP 1987 r.
61. Współdziałanie WOPL z LM /opracowanie teoretyczne/. ASG WP 1985 r.
62. Wybrane problemy OPL w operacjach początkowego okresu wojny wynikające z nowej doktryny wojennej /Materiał dla szkolenia/ DW OPL 1988 r.
63. Zabłocki E., Antczak S.: Ocena efektywności działań bojowych wojsk obrony powietrznej kraju /rozprawa habilitacyjna/ ASG WP 1985.
64. Zabłocki E.: Taktyka lotnictwa myśliwskiego obrony powietrznej kraju, ASG WP nr 4, 1983 r.
65. Założenia operacyjno-taktyczne na zautomatyzowany podsystem dowodzenia wojsk lotniczych frontu /projekt/, ASG WP 1984 r,
66. Zasady Organizacji łączności w wojskach radiotechnicznych wojsk OPK, DWOPK 1987 r.

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik 1

- Rys. 1. Minimalne i maksymalne wartości skutecznej powierzchni odbicia Σ NP przeciwnika.
- Rys. 2. Możliwości przestrzenne wybranych samolotów państw NATO i Francji.

Załącznik 2

- Rys. 1. Promienie działania samolotu MiG-21 bis.
- Rys. 2. Promienie działania samolotu MiG-23 MF.
- Rys. 3. Wariant 1 - lot na małych wysokościach z dwiema rakietami bez zbiorników dodatkowych /H=500m/ samolotu MiG-23MF.
- Rys. 4. Wariant 2 - lot na dużych wysokościach i w stratosferze na przechwycenie celu z przedniej półsfery, z dwiema rakietami bez zbiorników dodatkowych samolotu MiG-23 MF.

Załącznik 3

- Rys. 1. Charakterystyka stref ognia PZR-125M podczas strzelania w rodzaju pracy RL /radiolokacyjny/.
- Rys. 2. Charakterystyka stref ognia podczas strzelania na kursach zbliżeniowych /metody: FW i K/ dla PZRS-75M.

Załącznik 4

- Rys. 1. Wielkości liczbowe czasu dolotu w zależności od opóźnienia informacji prędkości lotu i zasięgu wykrywania celów powietrznych.
- Rys. 2. Zależność czasu dolotu od czasu opóźnienia informacji radiolokacyjnej, prędkości lotu, celów i zasięgu wykrywania.

Załącznik 5

- Rys. 1. Wielkości liczbowe czasu dolotu celów powietrznych w zależności od odległości do dalszej granicy strefy ognia i odległości wykrywania RLP.
- Rys. 2. Wartości czasu dowodzenia T_{DOW} w odniesieniu do wartości Dd i gotowości bojowej zestawów raketowych.
- Rys. 3. Wartości odległości do potrzebnych rubieży informacji radiolokacyjnych dla różnych zestawów raketowych.
- Rys. 4. Zależności czasu dolotu i dowodzenia od wartości Dd i wysokości lotu celu /PZR w got. boj. nr 1/.
- Rys. 4a. Zależności czasu dolotu i dowodzenia od wartości Dd i wysokości lotu celu /PZR w got. boj. nr 2/.

Rys. 5. Porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej dla WR na średnich i dużych wysokościach.

Rys. 6. Porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej na małych wysokościach.

Załącznik 6

Rys. 1. Odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej / D_{PRIR} / dla różnych warunków sytuacji powietrznej /wstępny etap naprowadzania/.

Rys. 2. Porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej dla LM we wstępnym etapie naprowadzania.

Rys. 3. Potrzebna rubież informacji radiolokacyjnej dla LM w bezpośrednim etapie naprowadzania.

Rys. 4. Porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej dla LM w bezpośrednim etapie naprowadzania.

Rys. 5. Wartości wskaźników jakości informacji wydawanej przez pododdziały WRt wojsk OP.

Załącznik 7

Rys. 1. Obieg informacji o sytuacji powietrznej w zautomatyzowanym systemie dowodzenia wojsk OP.

Rys. 2. Organizacja zbierania informacji o sytuacji powietrznej w BRT OPK.

Załącznik 8

Rys. 1. Obieg informacji o sytuacji powietrznej w zautomatyzowanym systemie dowodzenia wojsk OPL /front-armia/.

Rys. 2. Obieg informacji o sytuacji powietrznej w zautomatyzowanym systemie do dowodzenia wojsk OPL /ZT - pułk/.

Załącznik 9

Rys. 1. Ogólny /proponowany/ schemat zautomatyzowanego obiegu informacji o sytuacji powietrznej w systemie OP /po roku 1995 - wariant/.

Rys. 2. Ogólny schemat obiegu informacji o sytuacji powietrznej /do roku 1995 - wariant/.

Rys. 3. Ogólny schemat perspektywicznego obiegu informacji o sytuacji powietrznej /po roku 2000 - wariant/.

Załącznik 10 - Istota systemu dowodzenia.

Załącznik 11 - Ogólna charakterystyka zestawów automatyzacji wojsk OPL.

Załącznik 12 - Ogólna charakterystyka zestawów automatyzacji wojsk lotniczych

Rys.1. Minimalne i maksymalne wartości skutecznej powierzchni odbicia ŚNP przeciwnika

Typ środków napadu powietrznego przeciwnika	Wartość σ/m^2 / minimalna i maksymalna / obiektów powietrznych w zależności od zakresu częstotliwości naziemnych RLS opromieniewujących te obiekty		
	RLS zakresu cm	RLS zakresu dm	RLS zakresu m
DUŻE OBIEKTY			
B-52	8-30	12-50	15-70
B-1A	5-10	3- 15	10-20
FB-111	5-10	8-15	10-20
ŚREDNIE OBIEKTY			
F-111	2- 8	3-10	5-20
F-4	2- 8	3-10	5-20
F-14	1- 3		
F-15	1- 3		
F-16	do 1,7		
F-18	1- 3		
TORNADO	1- 5		
A-10	2- 8	3-10	5-20
ALPHA JET	1- 3		
A-6	1,5-8	2,5-18	3-20
A-7	1,5-8	2,5-18	3-20
MAŁE OBIEKTY			
CRUISE	0,1-0,3	0,3-0,7	0,7-1
BARDZO MAŁE OBIEKTY			
Automatyczne aparaty dryfujące	0,5	0,6	0,7-1
SRAM	0,01-0,1	0,1-1,4	0,5-2,5
STANDARD ARM	0,01-0,16	0,1-1,4	0,5-2,5
		0,1-2,0	0,7-5

Rys.2. Możliwości przestrzenne wybranych samolotów państw NATO i Francji

Nazwa typ	Prędkość /km/h/			Pułap prakt. /m/	Takt. promień ^{x/} działania/km/	
	Maks. na dużej wys.	Maks. na małej wys.	Przelot		Duża wys.	Mała wys.
Samoloty myśliwskie i myśliwsko-bombowe						
F-111E,F	2655	1390	870	18290	1700	690
F-4E/A,G,T/	2440	1464	925	21640	850	425
F-14A	2655	1470	1000	15240	1800	700
F-15C	2655	1472	1100	20400	1800	700
F-16A,C	2120	1472	1100	15240	900	410
F-18A	1915	1472	950	15800	750	500
TORNADO	2340	1480	1150	18000	1440	600
Mirage F,1C	2334	1472	1100	18500	1050	440
Mirage 2000	2495	1472	1100	19810	1200	450
Draken F-35	2145	1280	950	20000	1200	500
Strategiczne samoloty bombowe						
FB-111A	2335	1287	870	18300	1930	4000
B-1B	1500	1300	1040	25000	5790	12000
Mirage N	2340	1300	950	20000	3900	1250

- ^{x/} - dla samolotów bombowych podano średni promień działania na dużej wysokości ze standardowym zapasem paliwa, a dla małej wysokości promień działania z dwukrotnym uzupełnieniem paliwa w powietrzu;
- dla pozostałych samolotów odpowiednio: z optymalnym ładunkiem uzbrojenia i maksymalnym zapasem paliwa /ekonomiczna prędkość i wysokość a dla małej wysokości - maksymalnym ładunkiem uzbrojenia i optymalnym zapasem paliwa.

Rys. 1. Promienie działania samolotu MiG-21 bis

Wariant napęd- zania paliwem	Warunki lotu	WYSOKOŚĆ LOTU /m/											
		100	500	1000	3000	5000	7000	10000	12000	14000	16000	17500	
Zbiornik zasadniczy	V_{rz}	735	735	740	780	810	850	900	950	1950	1950	1950	1950
	M	0,6	0,6	0,6	0,66	0,69	0,75	0,83	0,83	1,83	1,83	1,83	1,83
	t_{lotu} R/km/	42	43	44	47	53	56	60	36	36	37	36	38
Zbiorn. zasad. + zb. 490 l	V_{rz}	735	735	740	780	810	850	900					
	M	0,6	0,6	0,6	0,66	0,69	0,75	0,83					
	t_{lotu} R/km/	49	50	51	56	63	67	74					
Zbiorn. zasad. + zb. 800 l	V_{rz}	735	735	740	780	800	840	880					
	M	0,6	0,6	0,6	0,66	0,68	0,75	0,82					
	t_{lotu} R/km/	55	57	58	62	69	74	80					
Zbiorn. zasad. + 2xb. 490 l	V_{rz}	735	735	740	780	800	840	800					
	M	0,6	0,6	0,6	0,60	0,68	0,75	0,82					
	t_{lotu} R/km/	57	60	61	65	73	77	80					
		315	320	325	365	430	500	520					

UWAGI: -- zapas bezpieczny paliwa - 500 l ;

-- nie uwzględniono paliwa na walkę powietrzną.

Rys.2. Promienie działania samolotu MiG-23MF

WARIANT NAPĘNIENIA PALIWEM	WARUNKI LOTU	WYSOKOŚĆ LOTU /m/											
		100	500	1000	3000	5000	7000	10000	12000	14000	16000	17500	
Zbiorniki zasadnicze	V _{prz}	800	800	800	820	830	840	850	1950	2150	2500	2150	2150
	M _{prz}	0,65	0,65	0,65	0,7	0,75	0,75	0,75	1,83	2,00	2,35	2,0	2,0
	t _{lotu}	64	66	68	80	88	107	124	135	34	34	34	34
	R _{lotu}	370	385	400	470	530	680	780	230	240	250	250	250
Zbiorn. zasad. + zb. 800 l	V _{prz}	800	800	800	820	830	840	850					
	M _{prz}	0,65	0,65	0,65	0,7	0,75	0,75	0,75					
	t _{lotu}	71	72	73	89	102	121	145					
	R _{lotu}	420	430	440	565	665	780	780					
Zbiorn. zasad. + 2zb. 800 l	V _{prz}	800	800	800	820	830	840	850					
	M _{prz}	0,65	0,65	0,65	0,7	0,7	0,75	0,75					
	t _{lotu}	78	80	81	95	109	140	166					
	R _{lotu}	480	495	510	595	690	915	1140					
Zbiorn. zasad. + 3 zb. 800 l	V _{prz}	800	800	800	820	830	840	850					
	M _{prz}	0,65	0,65	0,65	0,7	0,7	0,75	0,75					
	t _{lotu}	91	92	94	112	133	162	188					
	R _{lotu}												

Zapas bezpieczny paliwa - 800 l.

Rys.3. Wariant 1 - lot na małych wysokościach z dwoma zakrętami bez zbiorników dodatkowych /H=500 m/, samolotu MiG-23MP

ELEMENTY LOTU

WARUNKI LOTU	Uruchomienie, kołowanie i start	Rozpędzenie i wznoszenie x=16-720	Lot na max zakr. pracy silnika x=720	Manewr na przechylenie x=720	Lot na pełnym dopalaniu	Lot na prędk. max. zasięgu x=160	Lot po kręgu do lądowania x=180	R _T
S /km/		15	150		22	150	337	168
t /min./	500	1,00	7,00	2,00	1,00	11,00	4,00	31,00
V _{rz} /km/h		500-1350	1250	1250	1350	850	500	
Q /l/	270	550	1470	420	850	620	240	4420
P /l/	4650	4100	2630	2210	1360	710	500	500

Q - zużycie paliwa
P - pozostałość paliwa
V_{rz} - prędkość rzeczywista
x - skos skrzydła

Rys.4. Wariant 2 - lot na dużych wysokościach i w stratosferze na przechwycenie celu z przedniej półsfery, z dwiema raketami bez zbiorników dodatkowych samolotu MiG-23MP

Wysokość lotu /m/	Warunki lotu	Etapy lotu				Lot poziomy	R _{np}
		Wznosze- nie	Lot poziomy i rozpydzenie na H=10000	Wznoszenie	Lot poziomy		
10000	S /km/ t /min.s/ V _{r,z} /km/h/	35 2,20 980	60 2,40 980-1880	25 0,40 1880-2150	90 2,50 1880	185	
12000	S /km/ t /min.s/ V _{r,z} /km/h/	35 2,20 980	60 2,40 980-1880	25 0,40 1880-2150	85 2,20 2150	205	
14000	S /km/ t /min.s/ V _{r,z} /km/h/	35 2,20 980	60 2,40 980-1880	35 1,00 1880-2150	110 2,20 2150	240	
16000	S /km/ t /min.s/ V _{r,z} /km/h/	35 2,20 980	60 2,40 980-1880	65 1,50 1880-2150	90 2,20 2150	250	

Rys.1. Charakterystyka stref ognia PZR-125M podczas strzelania w rodzaju pracy RL /radiolokacyjnej/

198

H ₀ /km/	300 m/s		560 m/s		700 m/s		560 m/s		700 m/s		560 m/s		700 m/s		560 m/s		700 m/s		D _b /km/ V _{360m/s} P ₀ =0						
	V ₀	D _d max /km/	V ₀	D _d max /km/	V ₀	D _d max /km/	V ₀	D _d max /km/	V ₀	D _d max /km/	V ₀	D _d max /km/	V ₀	D _d max /km/	V ₀	D _d max /km/	V ₀	D _d max /km/							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Bez zakłóceń											
0,02	11,0	11,0	75	11,0	11	25	-	-	-	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-
0,05	11,0	11,0	75	11,0	11	75	-	-	-	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-
0,5	17,0	11,0	160	15,5	15	60	-	-	-	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-
1	17,0	11,0	160	15,5	15	60	-	-	-	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-
3	17,2	11,0	160	15,5	15,5	60	16,0	15,5	60	14,7	14,3	60	60							60	60	60	60	60	60
5	17,7	11,0	160	16,3	15,5	60	16,3	15,5	60	15,3	11,5	60	60							60	60	60	60	60	60
10	19,7	11,0	160	17,2	14,0	60	17,2	14,0	60	16,2	12,8	60	60							60	60	60	60	60	60
12	20,8	11,0	150	17,8	13,0	60	17,8	13,1	60	16,7	11,7	60	60							60	60	60	60	60	60
14	22,0	11,0	145	18,4	12,0	60	18,4	12,0	60	17,5	10,5	60	60							60	60	60	60	60	60
16	24,0	11,0	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-
Q ₀ = 1-5 m ²																									
Q ₀ = 0,5 m ²																									
W zakłóceńach psywnych /SCR-II/																									
0,02	11,0	11,0	60	11,0	11,0	60	-	-	-	-	-	-	-							-	-	-	-	-	-
0,3	11,0	11,0	60	11,0	11,0	60	-	-	-	11,0	11,0	11,0	11,0							-	-	-	-	-	-
0,5	13,2	13,2	60	13,2	13,2	60	-	-	-	13,2	13,2	13,2	13,2	-	-	-	-	-	-						
1	13,1	13,1	60	13,1	13,1	60	-	-	-	13,1	13,1	13,1	13,1	-	-	-	-	-	-						

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	13,0	13,0	12,0	60	13,0	13,0	60	-	-	-	13,0	12,0	60	
8	13,0	13,0	10,3	60	13,0	10,3	60	-	-	-	13,0	10,3	60	
W zakreśleniach aktywnych /metoda TP/														
0,10	6,4	6,4	6,4	60	6,4	6,4	60	-	-	-	6,4	6,4	60	
0,16	10,0	10,0	10,0	60	10,0	10,0	60	-	-	-	10,0	10,0	60	
1	10,0	10,0	10,0	60	10,0	10,0	60	-	-	-	10,0	10,0	60	
3	10,4	10,4	10,0	60	10,4	10,0	60	-	-	-	10,4	10,0	60	
5	11,2	11,2	10,0	60	11,2	10,0	60	-	-	-	11,2	10,0	60	
6	11,7	11,7	10,0	60	11,7	10,0	60	-	-	-	11,7	10,0	60	

D_d - odległość rzeczywista do dalszej granicy strefy ognia

d_d - odległość pozioma do dalszej granicy strefy ognia

q - kąt kursowy celu

Rys.2. Charakterystyka stref ognia podczas strzelania na kursach zbliżeniowych /metody "P_w" i "K"/ dla PZR S-75M

H _c /km/	V _c 640 m/s q=70° E _{c max} =60° odcinek aktywny			640 m/s V _c 1000m/s q=50° E _{c max} =80° odcinek aktywny			V _c 300 m/s q=90° E _{c max} =60° z wykprzys- taniem odcinka pa- sywnego		
	D _b /km/	D _d /km/	P _{c max} /km/	D _b /km/	D _d /km/	P _{c max} /km/	D _b /km/	D _d /km/	P _{c max} /km/
0,1									
0,3	7	24	23	16	23	18	7	24	24
1	7	24	23	16	23	18	7	24	24
2	7	26	24	16	25	19	7	26	26
3	8	27	25	16	26	20	8	37	37
5	9	29	27	17	28	21	9	40	39
10	12	33	31	19	31	23	12	47	46
15	17	40	34	22	34	24	17	51	49
20	23	43	35	26	47	24	23	55	51
25	28	43	32	29	40	24	28	50	43
30	35	43	28	34	40	21	35	46	35

Wartości D_b odpowiadają P_c=0

H_c=0,1 km odpowiada rakietom 20 DSU H_c=0,3 km - 20 DP.

Załącznik 4

Rys.1. Wielkości liczbowe czasu doletu w zależności od opóźnienia informacji i prędkości lotu i zasięgu wykrywania celów powietrznych

D /km/	Czas doletu T_{DOL} przy $V_c = 250$ m/s /s/		Czas doletu T_{DOL} przy $V_c = 400$ m/s /s/								
	40 /km/	50 /km/	70 /km/	90 /km/	100 /km/	120 /km/	180 /km/	270 /km/	370 /km/		
10	$\frac{150}{90}$	$\frac{190}{115}$	$\frac{270}{155}$	$\frac{350}{215}$	$\frac{390}{240}$	$\frac{470}{290}$	$\frac{710}{440}$	$\frac{1070}{665}$	$\frac{1470}{915}$		
20	$\frac{140}{80}$	$\frac{180}{105}$	$\frac{260}{155}$	$\frac{340}{205}$	$\frac{380}{230}$	$\frac{460}{280}$	$\frac{700}{430}$	$\frac{1060}{655}$	$\frac{1460}{905}$		
30	$\frac{150}{70}$	$\frac{170}{95}$	$\frac{250}{145}$	$\frac{330}{195}$	$\frac{370}{220}$	$\frac{450}{270}$	$\frac{690}{420}$	$\frac{1050}{645}$	$\frac{1450}{895}$		
50	$\frac{120}{60}$	$\frac{160}{85}$	$\frac{240}{135}$	$\frac{320}{185}$	$\frac{360}{210}$	$\frac{440}{260}$	$\frac{680}{410}$	$\frac{1040}{635}$	$\frac{1440}{885}$		
60	$\frac{100}{40}$	$\frac{140}{65}$	$\frac{220}{125}$	$\frac{300}{165}$	$\frac{340}{190}$	$\frac{420}{240}$	$\frac{660}{390}$	$\frac{1020}{615}$	$\frac{1420}{805}$		
80	$\frac{70}{10}$	$\frac{110}{35}$	$\frac{190}{85}$	$\frac{270}{135}$	$\frac{310}{160}$	$\frac{390}{210}$	$\frac{630}{360}$	$\frac{990}{585}$	$\frac{1390}{835}$		
120	$\frac{40}{}$	$\frac{80}{}$	$\frac{160}{55}$	$\frac{240}{105}$	$\frac{280}{130}$	$\frac{360}{180}$	$\frac{600}{330}$	$\frac{960}{555}$	$\frac{1360}{805}$		
180		$\frac{20}{}$	$\frac{100}{}$	$\frac{180}{45}$	$\frac{220}{70}$	$\frac{300}{120}$	$\frac{540}{270}$	$\frac{900}{495}$	$\frac{1300}{745}$		
240			$\frac{40}{}$	$\frac{120}{}$	$\frac{160}{}$	$\frac{240}{60}$	$\frac{480}{210}$	$\frac{840}{435}$	$\frac{1240}{685}$		
300				$\frac{60}{}$	$\frac{100}{}$	$\frac{180}{}$	$\frac{420}{150}$	$\frac{780}{375}$	$\frac{1180}{625}$		

Wartości T_{DOL} zostały obliczone na podstawie wyrażenia:

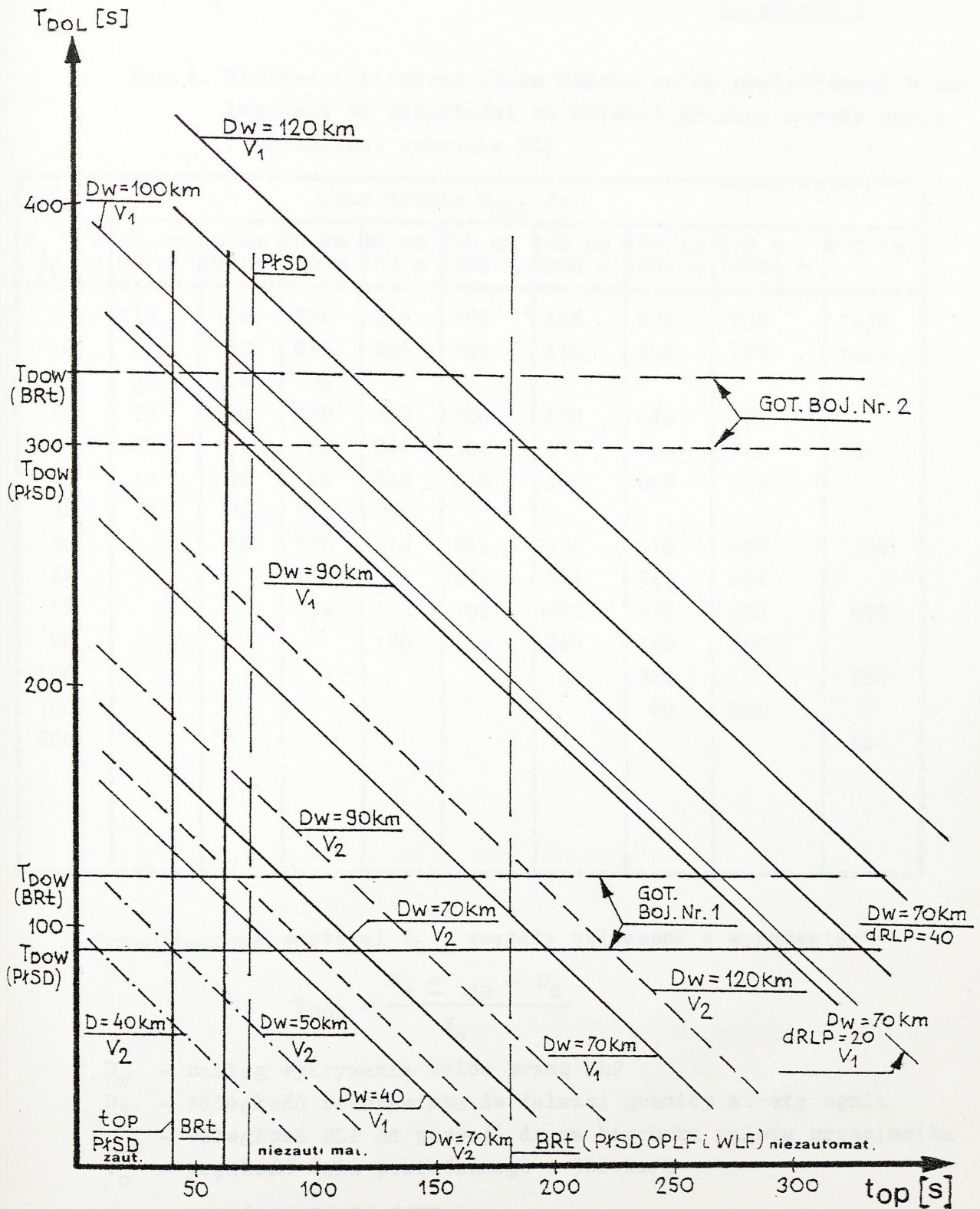
$$T_{DOL} = \frac{D_w + d_{RLP}}{V_c} - t_{op} \quad \text{wzór 2.4.6.}$$

$V_c = 250$ m/s i 400 m/s - maksymalna na małych wysokościach

$d_{RLP} = 0$

$D_w = 40$ km na $H_c = 50$ m; 50 km - 100 m; 70 km - 300 m; 90 km - 500 m

100 km - 1000 m; 120 km - 2000 m.



Rys. 2. Zależność czasu dolotu od czasu opóźnienia informacji radiolokacyjnej, prędkości lotu celów i zasięgu wykrywania.

Rys.1. Wielkości liczbowe czasu dolotu celów powietrznych w zależności od odległości do dalszej granicy strefy ognia i odległości wykrycia RLP

D _w \ D _d /km/		Czas dolotu T _{DOL} /s/								
		40 km 50 m	50 km 100 m	70 km 300 m	90 km 500 m	100 km 1000 m	120 km 2000 m	180 km 5000 m	210 km 10000 m	270 km
11	114	156	236	316	356	436	676	736	1036	
16	96	138	216	296	336	416	656	776	1016	
18	90	126	208							
20	72	120	200	280	320	400	640	760		
24	66	102	184	264	304	384	624	744	984	
28	48	90	168	248	288	368	608	728		
32	30	72	152	232						
36		54	136	216	256	336	576	696	936	
44			104	184	224	304	544	664		
52			72	152	192	272	512	632	872	
60				120	160	240	480	600		
100						80	320		680	
100							80	200		
200									600	

Przedstawione wartości T_{DOL} zostały obliczone z wyrażenia:

$$T_{DOL} = \frac{D_w \pm \Delta_D - D_d}{V_c}$$

- D_w - zasięg wykrywania celów przez RLP
- D_d - odległość rzeczywista do dalszej granicy strefy ognia
- Δ_D - odległość RLP od pozycji dr na kierunku nalotu przeciwnika
- V_c - prędkość celu powietrznego - 900 km/h
- Δ_D - przyjęto równe zero.

Rys.2. Wartości czasu dowodzenia T_{DOW} w odniesieniu do wartości D_d i gotowości bojowej zestawów raketowych

S-125M KUB-M3		S-75M		KRUG-M		S-300		S-200	
D_d /km/	$\frac{T_{DOW}/s/}{\text{got.nr 1}}$ $\frac{T_{DOW}/s/}{\text{got.nr 2}}$	D_d /km/	$\frac{T_{DOW}}{T_{DOW}}/s/$	D_d /km/	$\frac{T_{DOW}}{T_{DOW}}/s/$	D_d /km/	$\frac{T_{DOW}}{T_{DOW}}/s/$	D_d /km/	$\frac{T_{DOW}}{T_{DOW}}/s/$
11	$\frac{165}{440}$	24	$\frac{188}{452}$	24	$\frac{1800}{504}$	10	$\frac{142}{310}$	17	$\frac{187}{617}$
14	$\frac{170}{445}$	32	$\frac{199}{463}$	32	$\frac{188}{512}$	20	$\frac{152}{452}$	85	$\frac{255}{685}$
18	$\frac{178}{453}$	40	$\frac{209}{473}$	40	$\frac{196}{520}$	30	$\frac{162}{462}$	160	$\frac{280}{800}$
20	$\frac{181}{456}$	44	$\frac{215}{479}$	44	$\frac{200}{524}$	35	$\frac{167}{467}$	200	$\frac{370}{820}$
22	$\frac{185}{460}$	48	$\frac{220}{484}$	48	$\frac{204}{528}$	50	$\frac{182}{482}$	240	$\frac{410}{840}$
24	$\frac{189}{464}$	52	$\frac{225}{484}$	52	$\frac{208}{532}$	60	$\frac{192}{492}$		

Wartości T_{DOW} zostały onliczone z wyrażenia:

$$T_{DOW} = t_{op} + t_{pd} + t_{got} + t_{LR} \quad \text{wzór 2.4.9.}$$

Przyjęto:

$$t_{op} = 1 \text{ min.};$$

$$t_{pd} = 1 \text{ min.};$$

$$t_{got.nr 2} = 5 \text{ min. dla zestawu S-125, S-75, KUB-M3; 3 min. - S-300, 6 min. - KRUG-M i 8 min. S-200;}$$

$$t_{got.nr 1} \text{ równy czasowi przeniesienia ognia;}$$

$$V_r \text{ wynosi: 600 m/s - S-125 i KUB-M3; 650 m/s - S-75;}$$

$$1000 \text{ m/s - KRUG-M, S-200 i S-300.}$$

Rys.3. Wartości odległości do potrzebnych rubieży informacji radiolokacyjnej dla różnych zestawów raketowych

Typ zestawu	V /m/s/	H m/	Dol /km/	T _{DOW1} /s/	T _{DOW2} /s/	D _{PRIR1} /km/	D _{PRIR2} /km/
S-125	$\frac{300}{700}$	$\frac{100}{18000}$	$\frac{11}{24}$	$\frac{160}{190}$	$\frac{440}{460}$	$\frac{59}{157}$	$\frac{143}{346}$
S-75M	$\frac{300}{1000}$	$\frac{100}{30000}$	$\frac{24}{40}$	$\frac{190}{220}$	$\frac{450}{500}$	$\frac{81}{260}$	$\frac{159}{540}$
KUB-M3	$\frac{60}{600}$	$\frac{100}{14000}$	$\frac{11}{24}$	$\frac{160}{190}$	$\frac{440}{460}$	$\frac{21}{138}$	$\frac{37}{300}$
KRUG-M	$\frac{300}{800}$	$\frac{300}{24000}$	$\frac{24}{50}$	$\frac{180}{200}$	$\frac{500}{530}$	$\frac{78}{210}$	$\frac{174}{474}$
S-300	$\frac{300}{1000}$	$\frac{100}{25000}$	$\frac{24}{75}$	$\frac{140}{200}$	$\frac{310}{500}$	$\frac{66}{275}$	$\frac{117}{575}$
S-200	$\frac{300}{1000}$	$\frac{300}{41000}$	$\frac{17}{240}$	$\frac{190}{410}$	$\frac{620}{840}$	$\frac{74}{550}$	$\frac{203}{1080}$

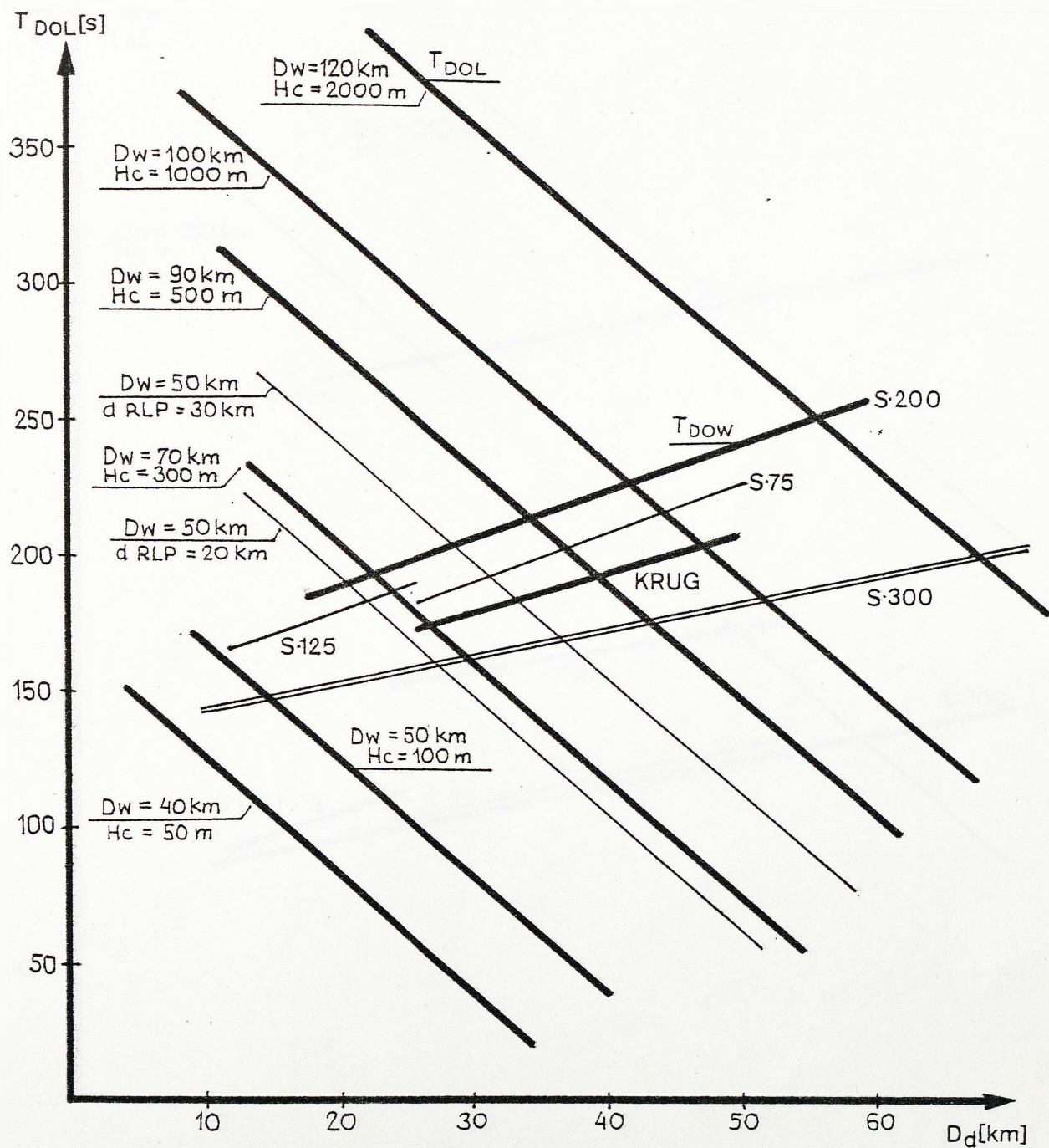
Obliczenie wykonane w oparciu o wzór:

$$D_{PR LR_{WR}} = D_d + V_c / t_{op} + t_{pd} + t_{got} + t_{LR} / = D_d + V_c \cdot T_{DOW};$$

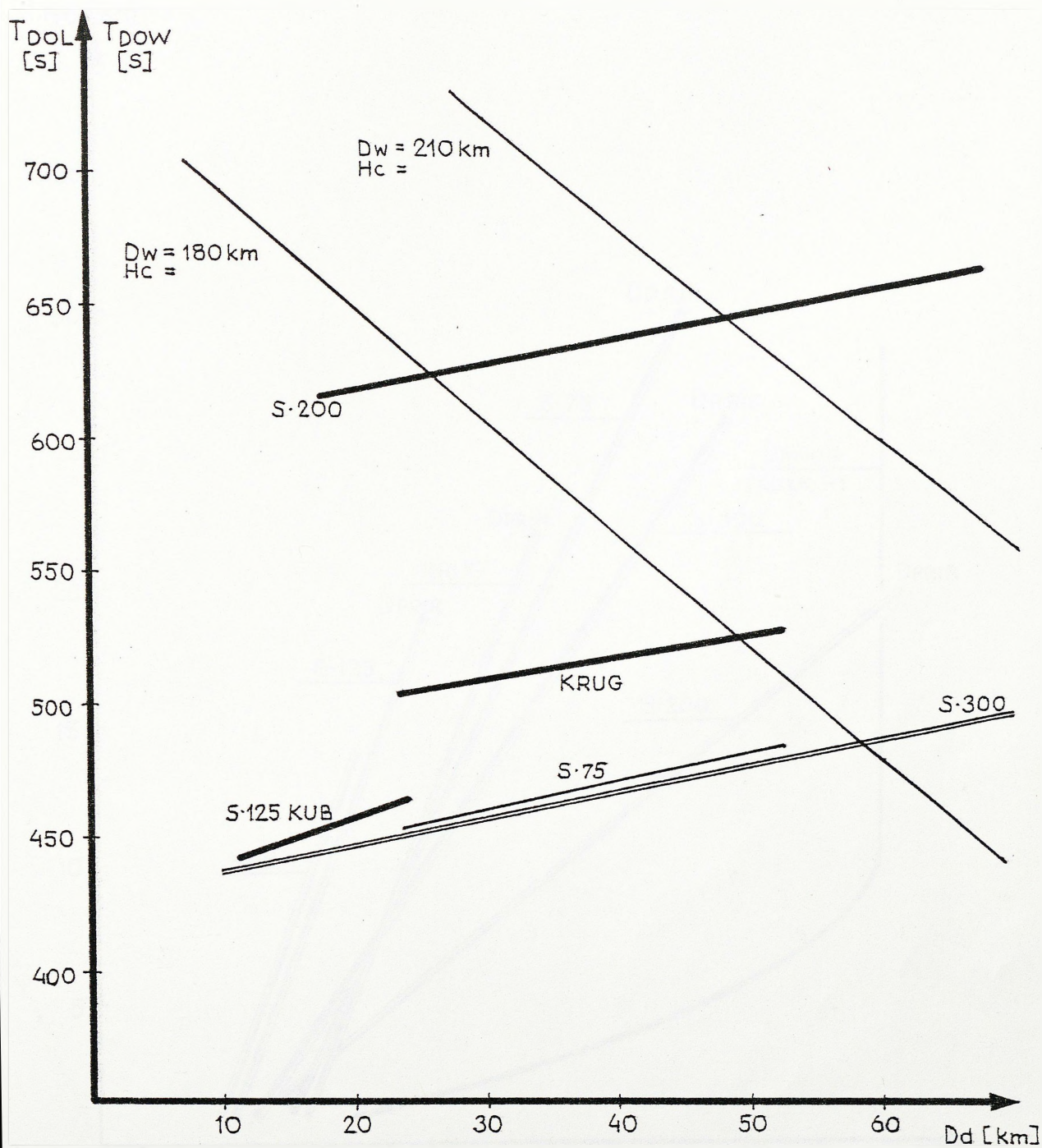
wzór 2.4.9.

T_{DOW1} - czas dowodzenia dywizjonami znajdującymi się w gotowości bojowej nr 1

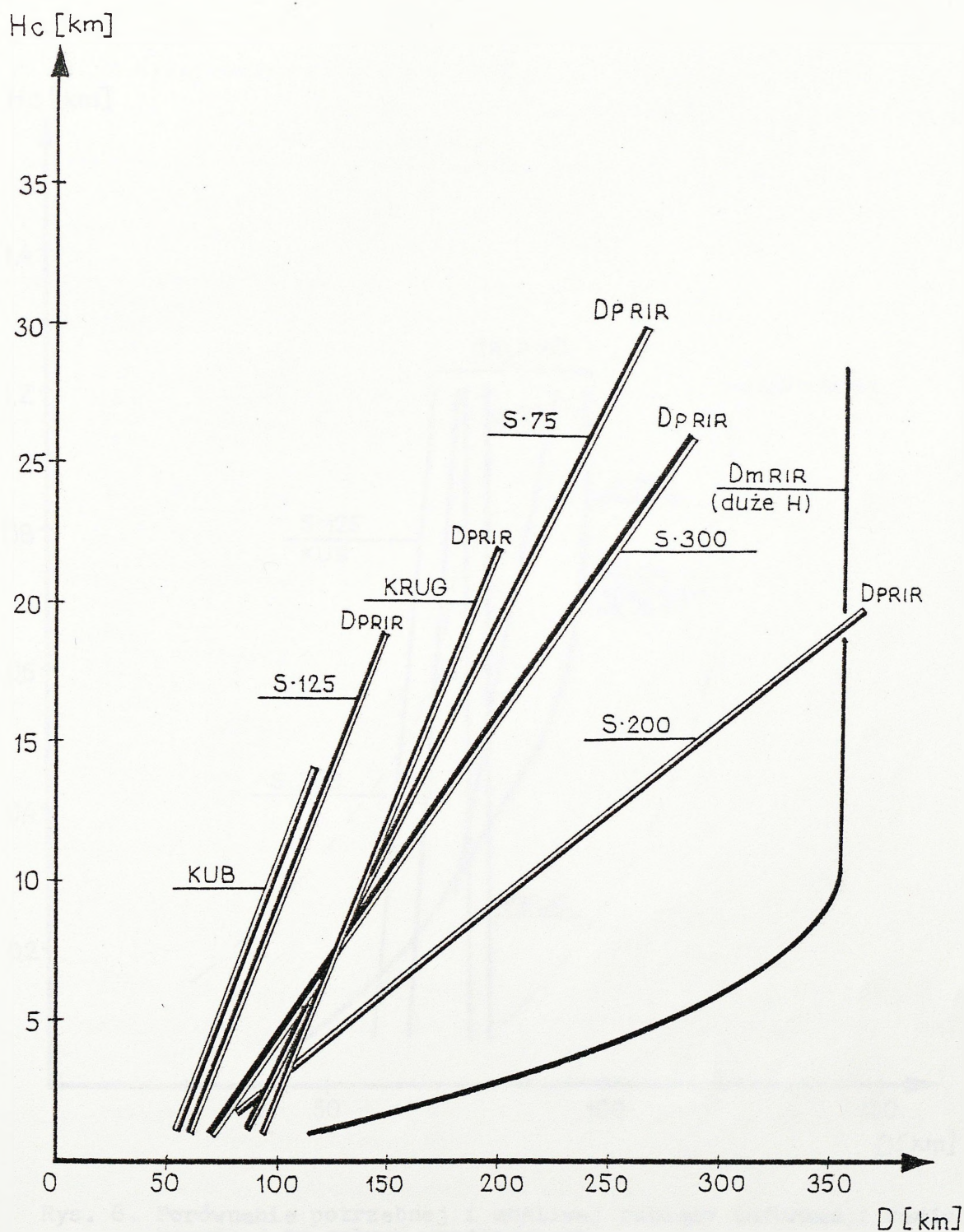
T_{DOW2} - w gotowości nr 2.



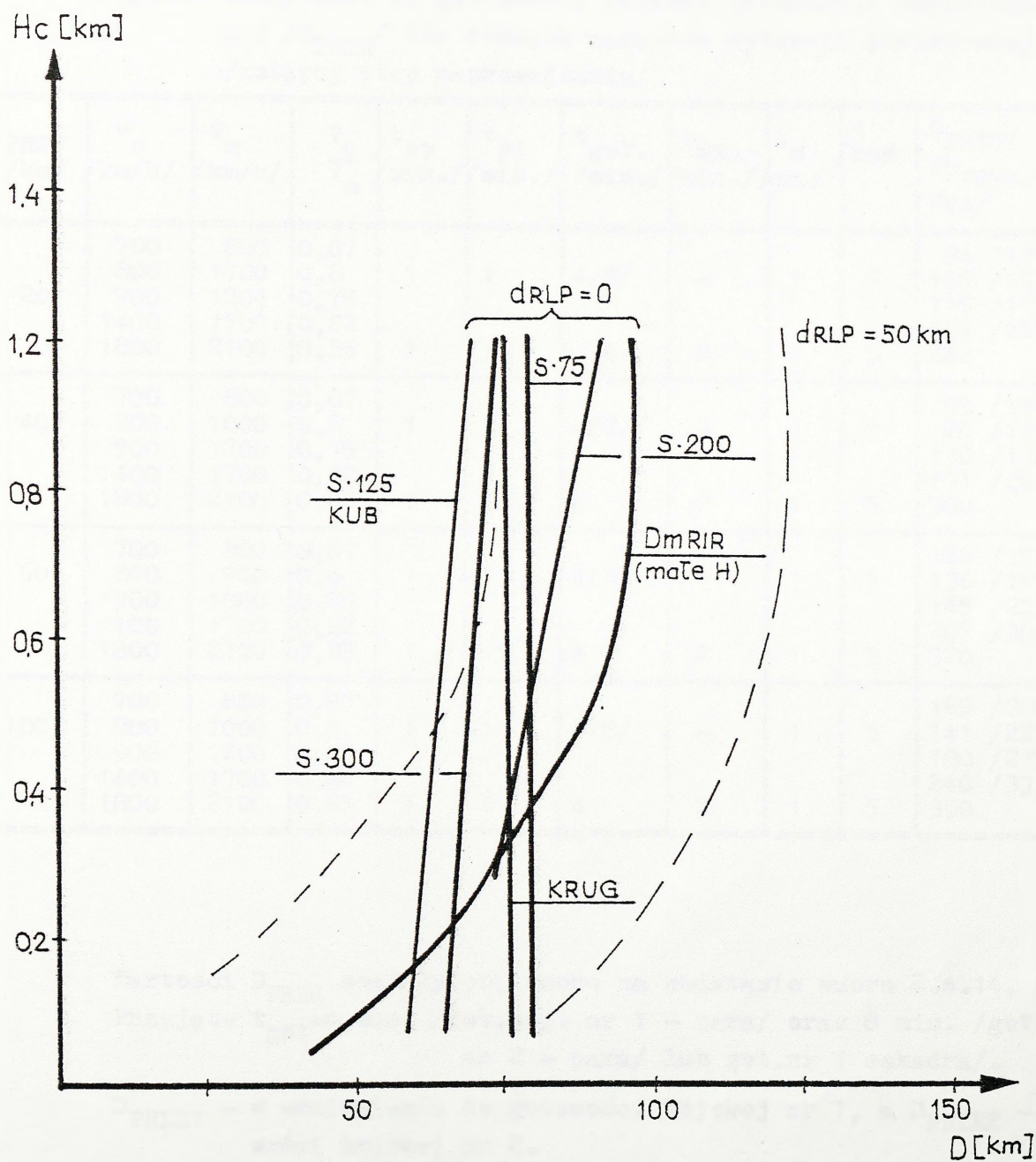
Rys. 4. Zależności czasu dolotu i dowodzenia od wartości D_d i wysokości lotu celów. /Zestawy rakietowe znajdują się w gotowości bojowej nr 1/.



Rys. 4a. Zależności czasu dolotu i dowodzenia od wartości D_d i wysokości lotu celów. /Zestawy rakietowe znajdują się w gotowości bojowej nr 2/.



Rys. 5. Porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej dla WR na średnich i dużych wysokościach.



Rys. 6. Porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej na małych wysokościach.

Rys.1. Odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej / D_{PRIR} / dla różnych warunków sytuacji powietrznej /wstępny etap naprowadzania/

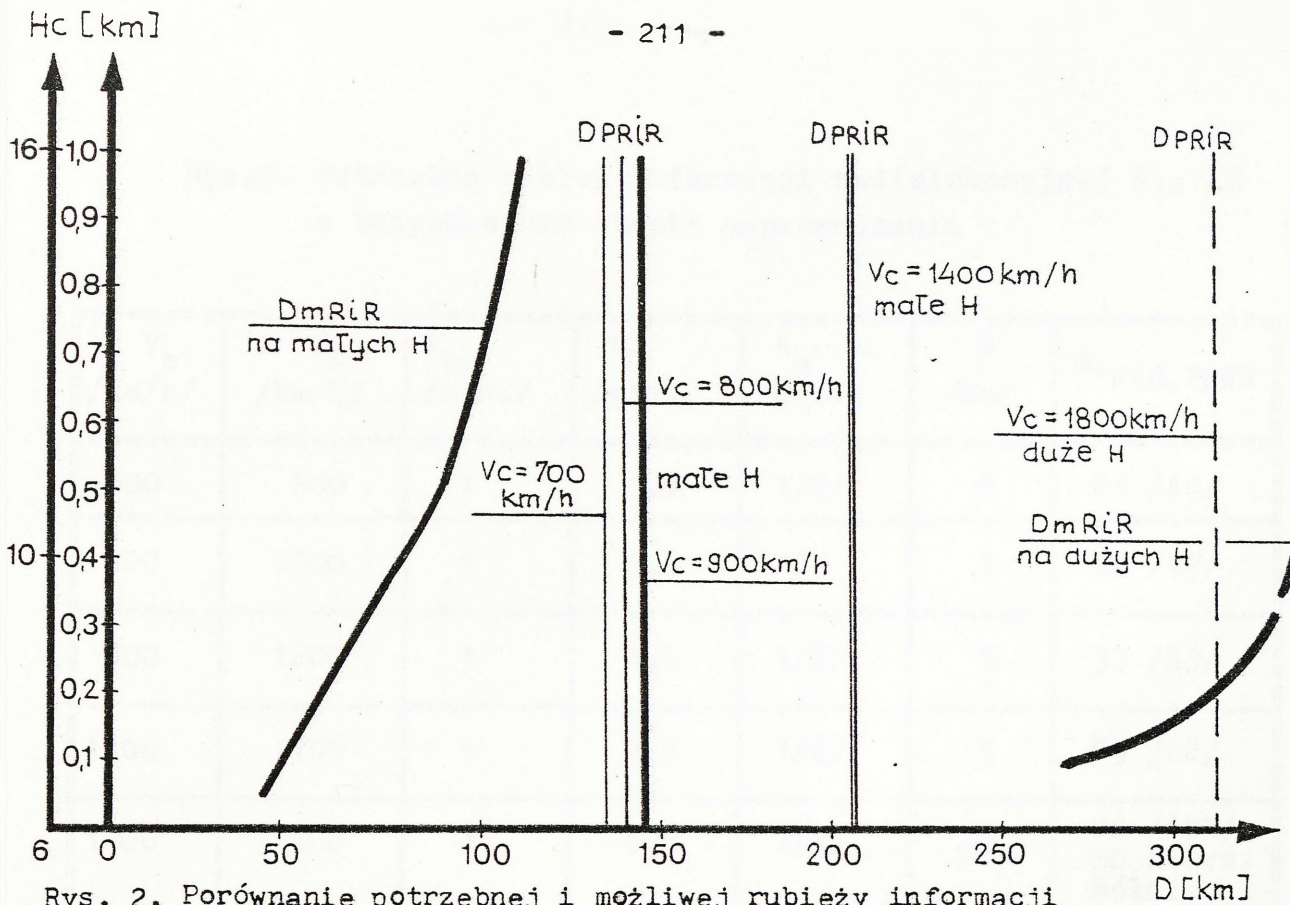
D_{PRWW} /km/	V_c /km/h/	V_m /km/h/	$\frac{V_c}{V_m}$	t_{op} /min./	t_{pd} /min./	$t_{got.}$ /min./	t_{wzn} /min./	t_m /min./	d /km/	D_{PRWW1} / D_{PRWW2} / /km/
20	700	800	0,87							94 /137/
	800	1100	0,8	1	1	4/8/	-	1	5	105 /157/
	900	1200	0,75							115 /175/
	1400	1700	0,82							174 /267/
	1800	2100	0,85	1	1	4	2	1	5	282
40	700	800	0,87							109 /154/
	800	1000	0,8	1	2	4/8/	-	1	5	120 /173/
	900	1200	0,75							130 /190/
	1400	1700	0,82							191 /284/
	1800	2100	0,85	1	1	4	2	1	5	300
60	700	800	0,87							126 /172/
	800	900	0,8	1	1	4/8/	-	1	5	136 /189/
	900	1000	0,75							145 /205/
	1400	1700	0,82							207 /300/
	1800	2100	0,85	1	1	4	2	1	5	320
100	700	800	0,87							166 /206/
	800	1000	0,8	1	1	4/8/	-	1	5	141 /221/
	900	1200	0,75							180 /235/
	1400	1700	0,82							240 /333/
	1800	2100	0,85	1	1	4	2	1	5	350

Wartości D_{PRIR} zostały obliczone na podstawie wzoru 2.4.14.

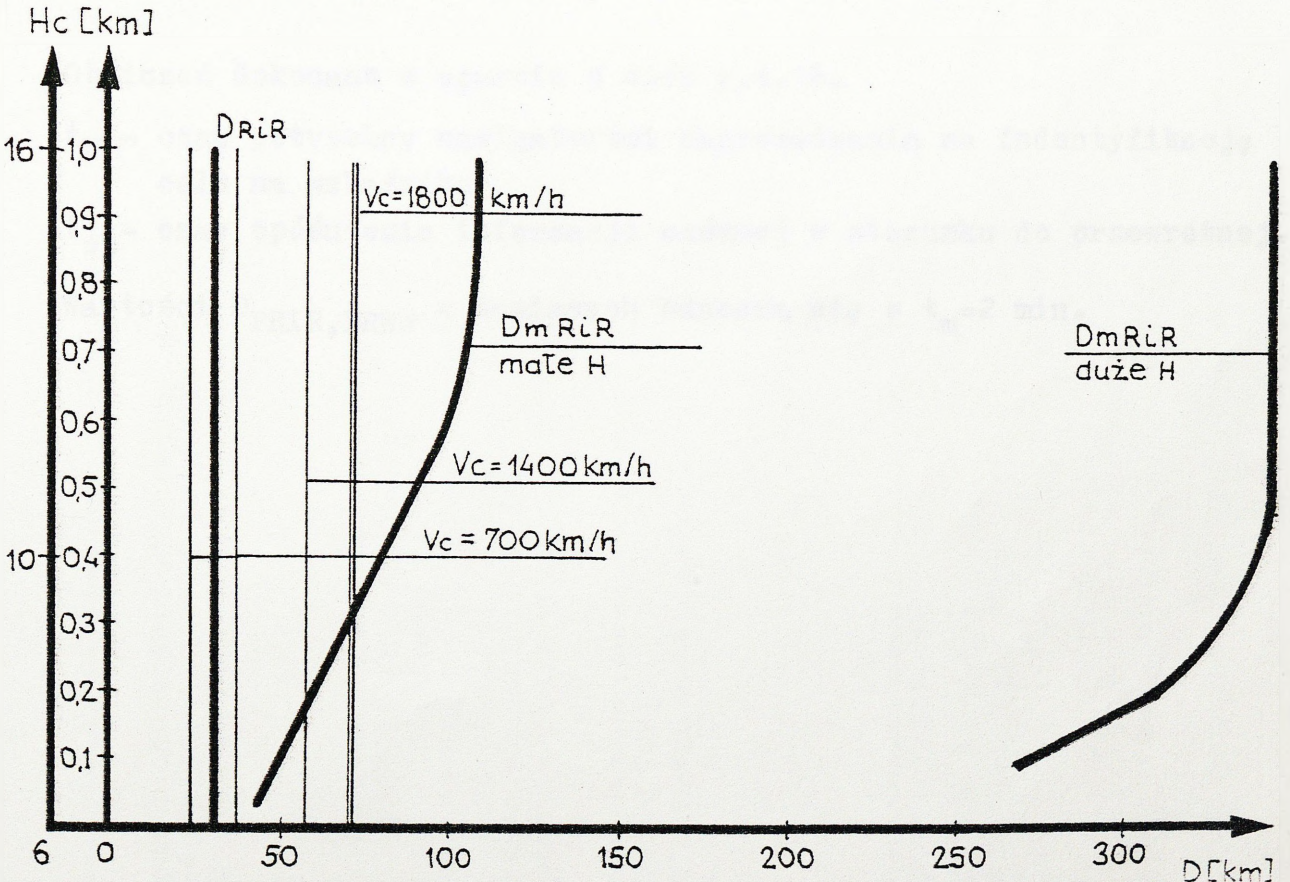
Przyjęto $t_{got.} = 4$ min. /got.boj. nr 1 - para/ oraz 8 min. /got.boj. nr 2 - para/ lub got.nr 1 eskadra/.

D_{PRIR1} - w odniesieniu do gotowości bojowej nr 1, a D_{PRIR2} - gotowości bojowej nr 2.

$t_{wzn} = 0$ dla wysokości celu do 2000 m.



Rys. 2. Porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej dla LM we wstępnym etapie naprowadzania



Rys. 4. Porównanie potrzebnej i możliwej informacji radiolokacyjnej dla LM w bezpośrednim etapie naprowadzania.

Rys.3. Potrzebna rubież informacji radiolokacyjnej dla LM w bezpośrednim etapie naprowadzania

V_c /km/h/	V_m /km/h/	t_{op} /min./	t_N /min./	t_m /min./	d /km/	$D_{PRIR, PRWW}$
700	800	1	0,5	1/2/	5	23 /40/
800	1000	1	0,5	1/2/	5	28 /47/
900	1200	1	0,5	1/2/	5	33 /53/
1400	1700	1	0,5	1/2/	5	53 /82/
1800	2100	1	0,5	1/2/	± 5	70 /105/ 80 z prz. półoś.

Obliczeń dokonano w oparciu o wzór 2.4.16.

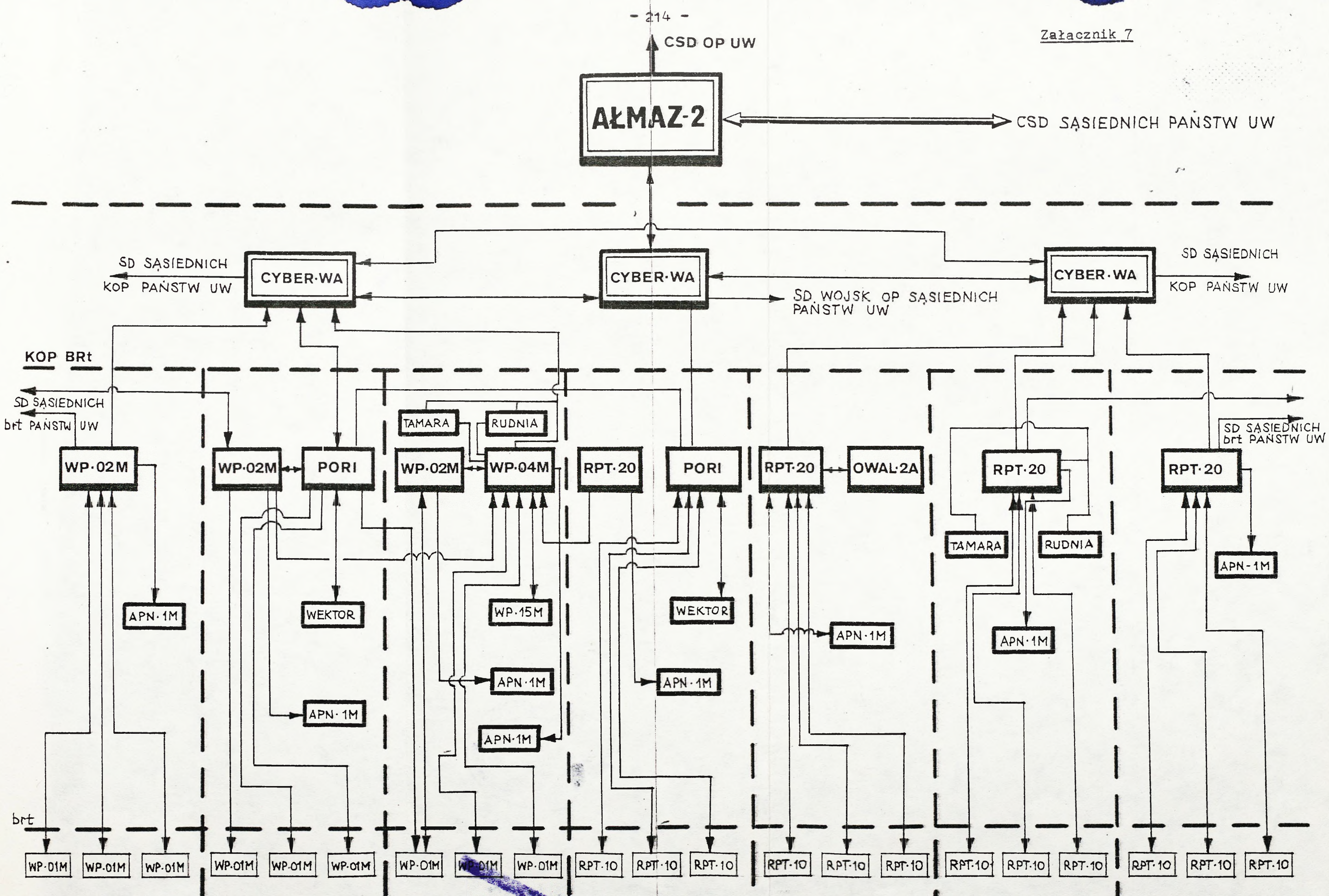
t_N - czas potrzebny nawigatorowi naprowadzania na indentyfikację celu na wskaźniku

t_{op} - czas opóźnienia informacji wtórnej w stosunku do przewrotnej.

Wartości $D_{PRIR, PRWW}$ w nawiasach odnoszą się o $t_m=2$ min.

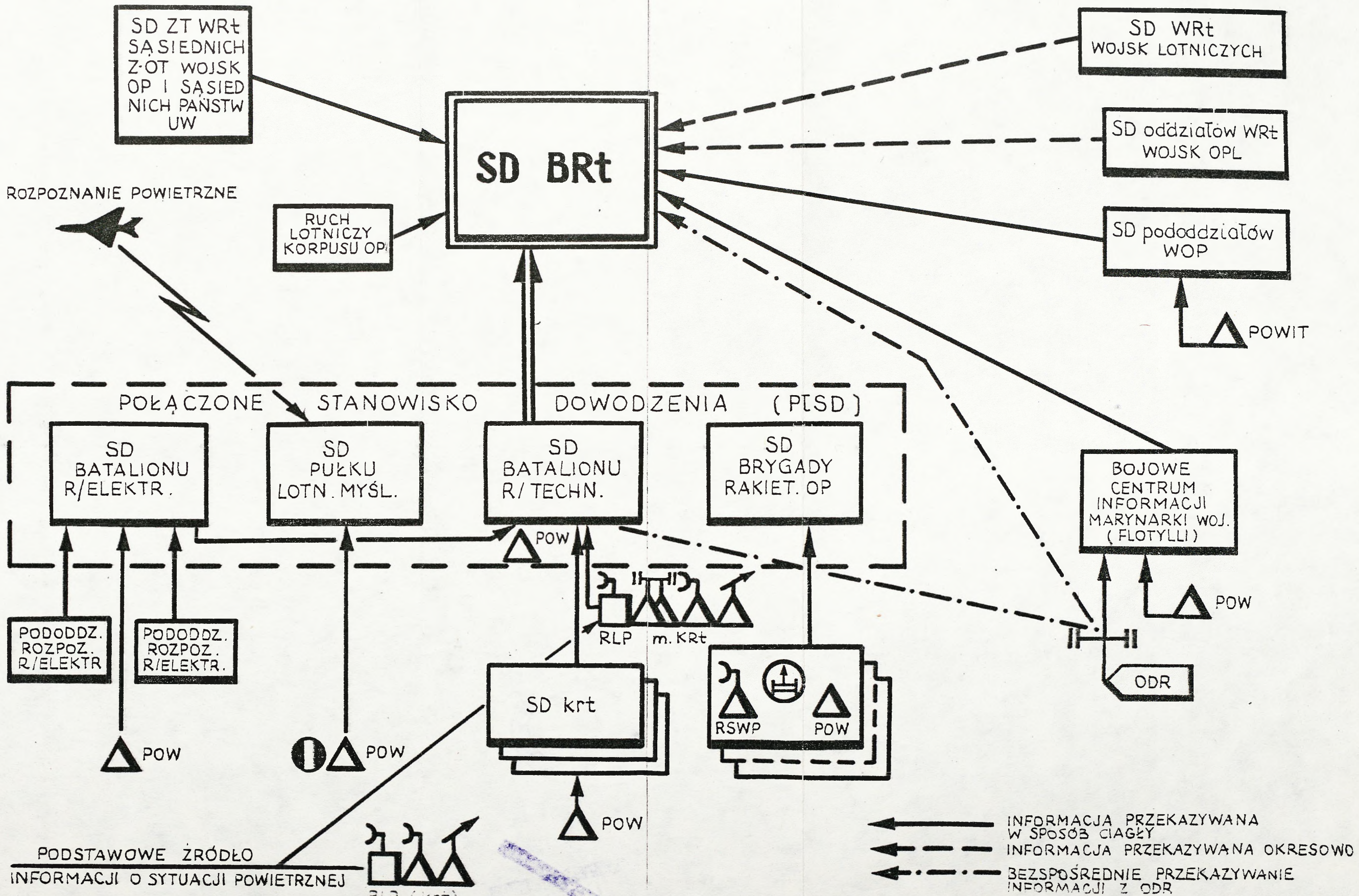
Lp.	Sposób zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych LM i WR OP przez brt OP	Zadania informacji radiolokacyjnej	Wskaźnik określający dokładność informacji			Wskaźniki określające teren minowosć informacji		
			+X, Y / km/	+D / km/	+H / m/	Czas opóźnienia / s/	położenia	wysokości
1.	PLANSZETOWY /niezautomatyzowany/. Informacja r/lok. zobrazona na planszecie sytuacji ogólnej na PISD /skala plansz. 1:200000, $V_c = /220-1100 \text{ m/s/}$	własne krt	5,5-14,8		100-500	55-120	60	60 /180/
		współdziałający brt	5,5-14,8		100-500	44-120	60	60
		Brt	5,5-14,8		100-500	117-248	120	120/360/
2.	WSKAŹNIKOWY Informacja zobrazona na WOO i WRH	RLS zakresu cm	0,5-1	0,5-1		0	10	10 /20/
		RLS zakresu dcm	0,5-1	0,5-1		0	10	10 /20/
		RLS zakresu m	1,5-2	1,5-2		0	10	10 /20/
		wysokościomierze			100-500	0		10
3.	ZAUTOMATYZOWANY Informacja zobrazona na wskaźnikach /WPS-10, ARM/	własne krt			100-500		10	10 /20/
		współdziałający brt			100-500		10	10 /20/
		Brt			100-500		10	10 /20/

Rys.5. Wartości wskaźników jakości informacji wydawanej przez pododdziały WRt wojsk OP.

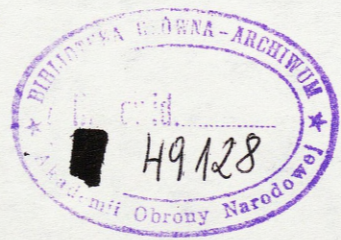


Rys. 1. Obieg informacji o sytuacji powietrznej w zautomatyzowanym systemie dowodzenia wojsk OP

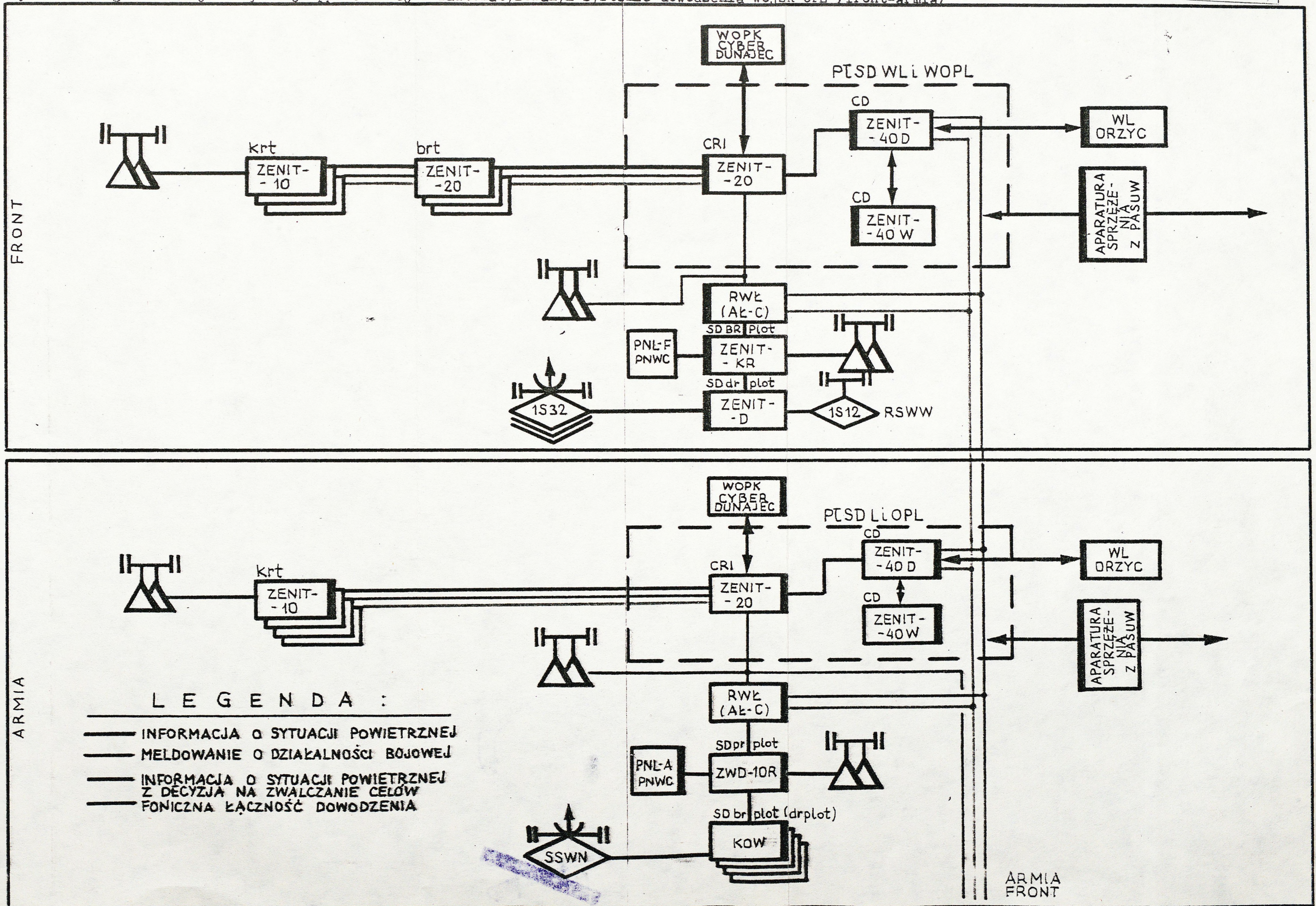




Rys. 2. Organizacja zbierania informacji o sytuacji powietrznej w BRt OPK /wariant/.

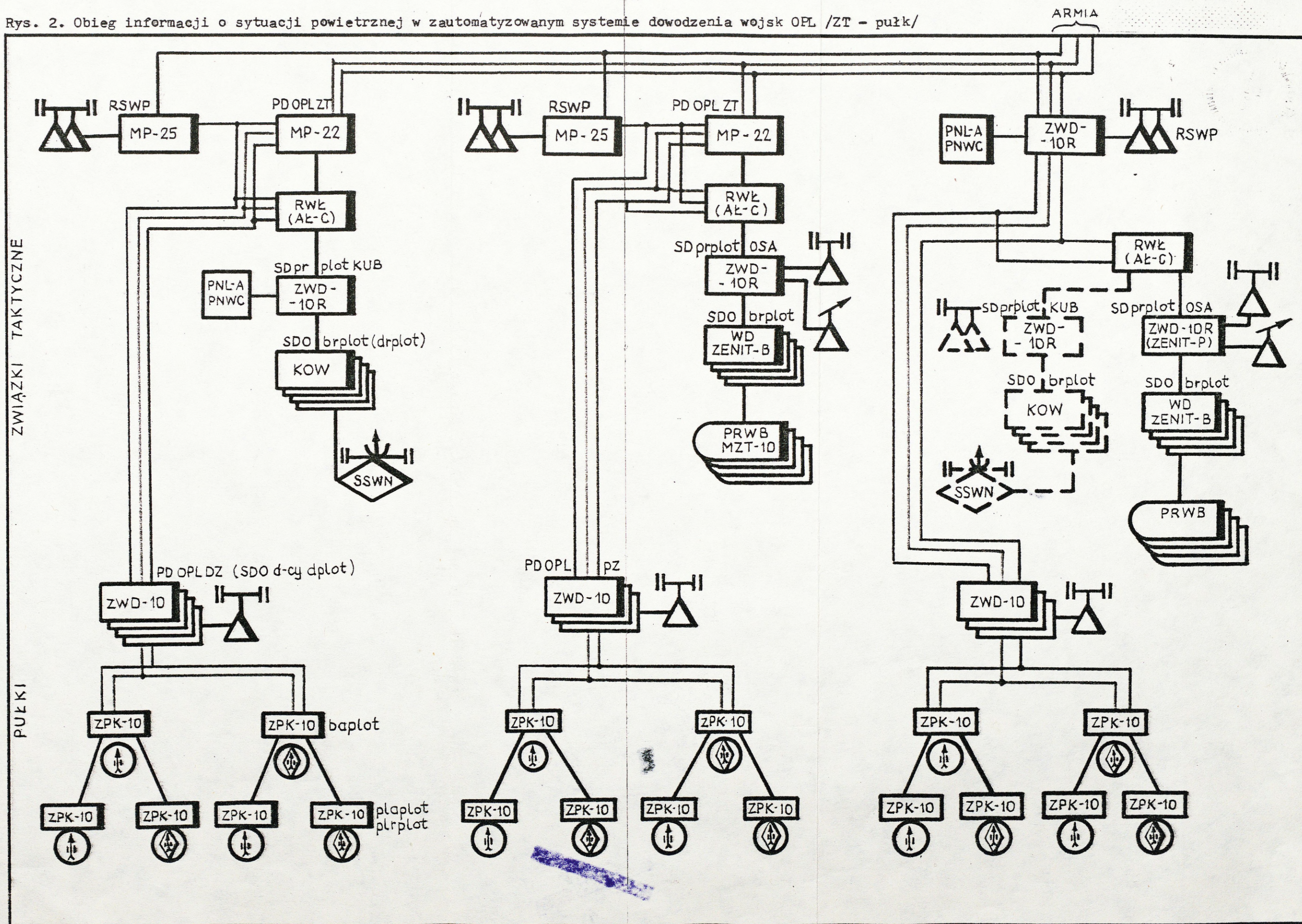


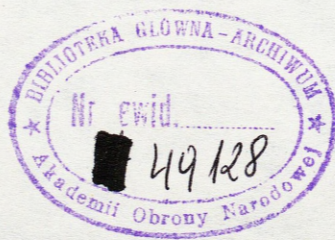
Rys. 1. Obieg informacji o sytuacji powietrznej w zautomatyzowanym systemie dowodzenia wojsk OPL /front-armia/

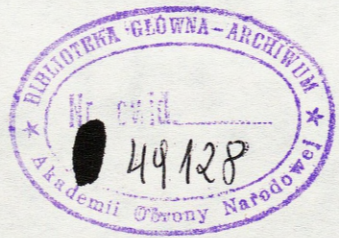




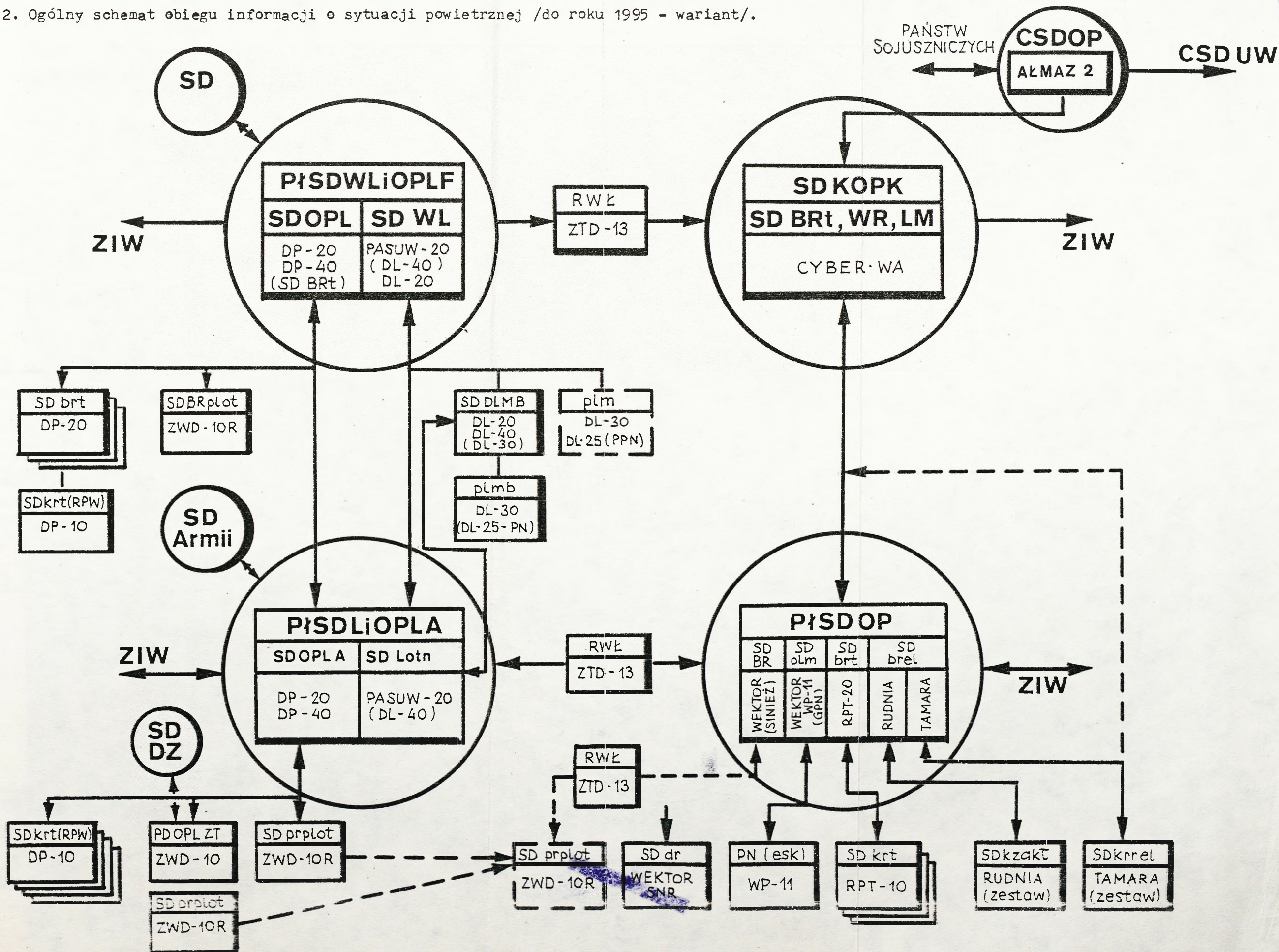
Rys. 2. Obieg informacji o sytuacji powietrznej w zautomatyzowanym systemie dowodzenia wojsk OPL /ZT - pułk/





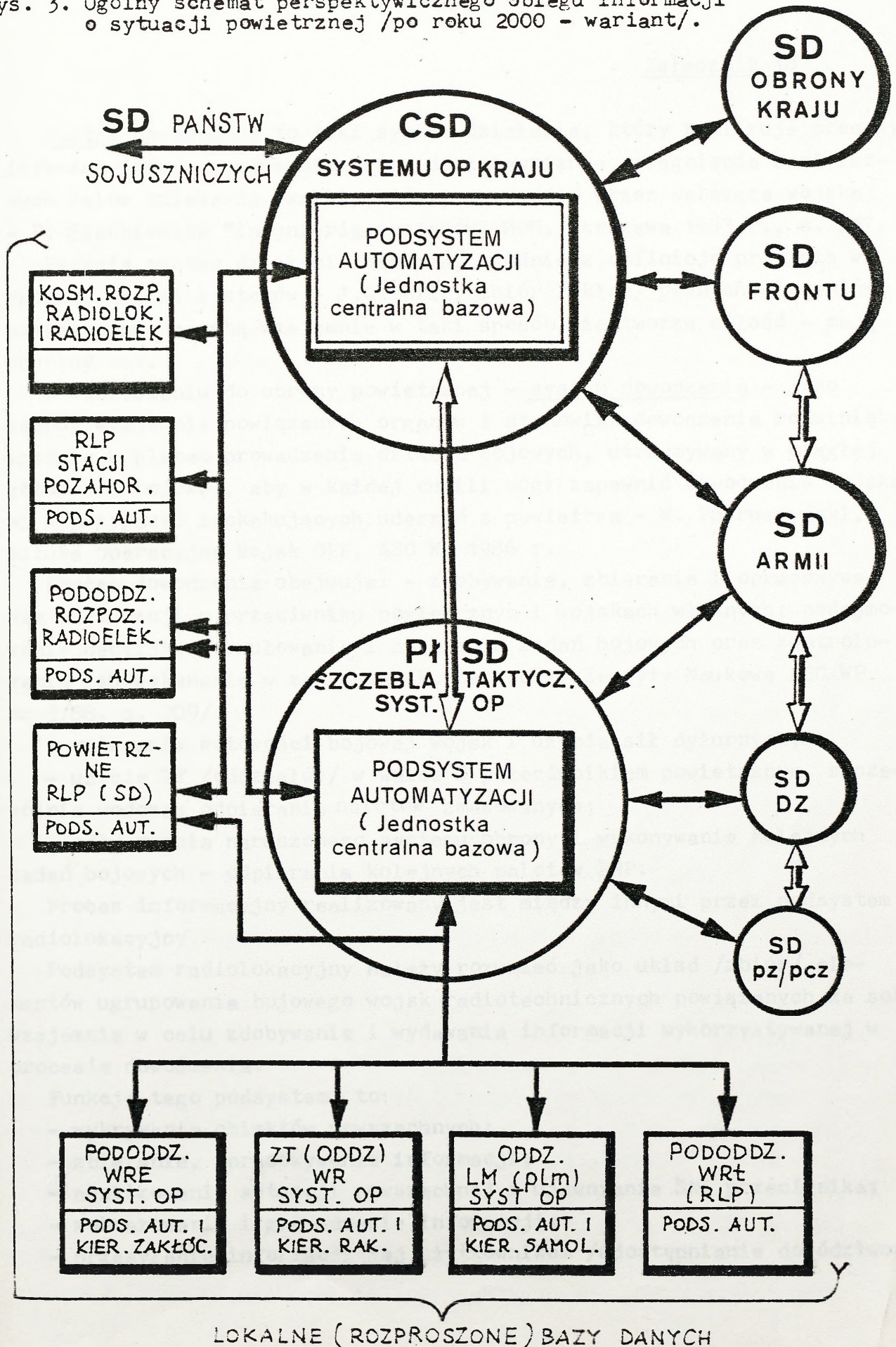


Rys. 2. Ogólny schemat obiegu informacji o sytuacji powietrznej /do roku 1995 - wariant/.





Rys. 3. Ogólny schemat perspektywnego obiegu informacji o sytuacji powietrznej /po roku 2000 - wariant/.



Załącznik 10

System dowodzenia to taki system działania, który realizuje procesy informacyjno-decyzyjne niezbędne do zapewnienia osiągnięcia zamierzonych celów działania /walki, bitwy, operacji/ przez walczące wojska - P. Sienkiewicz "Inżynieria systemów, MON, Warszawa 1983 r., s. 237.

Pojęcie system działania oznacza, zgodnie z definicją przyjętą w ogólnej teorii systemów - J.G. Klir, zbiór /układ/ pewnych elementów powiązanych ze sobą wzajemnie w taki sposób, że tworzą całość - mają wspólny cel.

W odniesieniu do obrony powietrznej - system dowodzenia - jako zespół wzajemnie powiązanych organów i stanowisk dowodzenia rozwinięty zgodnie z planem prowadzenia działań bojowych, utrzymywany w ciągłej gotowości bojowej, aby w każdej chwili mógł zapewnić dowodzenie wojskami w przypadku zaskakujących uderzeń z powietrza - W. Pokruszyński, Sztuka Operacyjna Wojsk OPK, ASG WP 1986 r.

Proces dowodzenia obejmuje: - zdobywanie, zbieranie i opracowywanie informacji o przeciwniku powietrznym i wojskach własnych; podejmowanie decyzji; formułowanie i stawianie zadań bojowych oraz kontrolowanie ich wykonania w zakresie /E. Zabłocki, Zeszyty Naukowe ASG WP nr 3/88, s. 209/:

- osiągnięcia gotowości bojowej wojsk i użycia sił dyżurnych;
- użycie ZT /oddziałów/ w walce z przeciwnikiem powietrznym, szczególnie podczas odpierania nalotów zmasowanych;
- odtwarzania naruszonego systemu obrony i wykonywania kolejnych zadań bojowych - odpierania kolejnych nalotów SNP.

Proces informacyjny realizowany jest między innymi przez podsystem radiolokacyjny.

Podsystem radiolokacyjny należy rozumieć jako układ /zbiór/ elementów ugrupowania bojowego wojsk radiotechnicznych powiązanych ze sobą wzajemnie w celu zdobywania i wydawania informacji wykorzystywanej w procesie dowodzenia.

Funkcje tego podsystemu to:

- wykrywanie obiektów powszechnych;
- zbieranie, opracowywanie informacji;
- analizowanie sytuacji powszechniej i ujawnianie SNP przeciwnika;
- zobrazowanie i gromadzenie informacji;
- przesyłanie informacji jej użytkownikom /udostępnianie dowództwom/

Załącznik 11

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZESTAWÓW AUTOMATYZACJI WOJSK OPL

Zestaw ZENIT-10 znajdzie się na szczęblu kompanii radiotechnicznej. Umożliwi: odbiór i zobrazowanie analogowej informacji radiolokacyjnej z dwóch odległościomierzy i dwóch wysokościomierzy; odbiór drogą radiową informacji radiolokacyjnej z dwóch zewnętrznych źródeł; zautomatyzowane zdejmowanie, opracowywanie i przesyłanie informacji do nadrzędnego szczebla o 32 obiektach powietrznych, automatyzację przyjmowania "z góry" komend meldunków o położeniu, stanie i działalności posterunków radiolokacyjnych /RPW/.

ZENIT-20 ma zabezpieczać potrzeby SD brt lub BRt oraz centrum rozpoznawczo-informacyjne /CRI/ PłSD WL i OPL Frontu /armii/. Zestaw ten umożliwi: odbiór i zobrazowanie przynajmniej 256 tras uogólnionych z 10 źródeł informacji wtórnej /ZIW/; opracowanie informacji oraz śledzenie i zobrazowanie 64 tras uogólnionych; półautomatyczne śledzenie 4-6 nośników zakłóceń czynnych; przysyłanie sformalizowanych meldunków o położeniu, stanie i działalności RPW; automatyczne przyjmowanie, zobrazowanie i przekazywanie do ZENIT-10 danych dotyczących planowanych lotów samolotów własnych. Ponadto dla CRI umożliwia: automatyczne wydawanie informacji o realizowanych lotach samolotów własnych; przesyłanie do zestawu ZENIT-40 /CD PłSD WL i OPL/ informacji powiadamiania; zgrywanie podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego armii /frontu/; kontrolowanie dokładności orientowania RLS; organizowanie kompleksowego treningu pracy bojowej podsystemu rozpoznania armii /frontu/.

Zestaw ZENIT-40 automatyzuje pracę CD OPL PłSD WL i OPL A /F/. Dotyczy to między innymi: odbioru z CRI danych dotyczących 64 tras obiektów powietrznych oraz selektywne ich zobrazowanie na wskaźnikach i monitorach; wypracowanie propozycji decyzji o zwalczaniu celów powietrznych, w tym podział celów dla: LM i OPL, wydzielonych dla OPL na podległe zgrupowania środków OPL, przydzielonych dla LM do zwalczania przez samoloty oraz przydział PNWC /PNL/; zbioru meldunków o położeniu, stanie, działalności bojowej i gotowości bojowej podległych wojsk OPL oraz opracowania meldunków zbiorczych /formularzy/.

Na szczęblu ZT na PD szefa OPL ZT mogą być wykorzystywane dwa zestawy: MP-22 /podsystemu PASUW/ lub ZWD-20R /podsystem ZENIT/. Zestaw MP-22 może współpracować z zestawem ZENIT-40 /"w górę"/ oraz zestawami ZWD-10R i ZWD-10 w pułkach zmechanizowanych.. Umożliwia wspomaganie

procesu decyzyjnego poprzez wypracowanie i przedstawienie szefowi OPL propozycji decyzji do zwalczania celów powietrznych /wspomaganie to realizowane jest bez automatycznego sprzężenia dotyczącego działalności pododdziałów ogniowych do wskazanego celu/. Rozwiązywanie zadań taktyczno-ogniowych nie jest automatyczne. Wspomagane jest jedynie dostępem do dywizyjnych baz danych /w systemie ogólnowojskowym/ dotyczących stanu położenia i działalności bojowej przeciwnika i wojsk własnych.

Odbiór meldunków o gotowości bojowej i działalności bojowej oddziału i pododdziałów wojsk OPL oraz formowanie meldunków zbiorczych nie jest automatyzowany /w przeciwieństwie do obiektów ZENIT-40, ZWD-10R i ZWD-10/.

Z zestawem MP-22 współpracuje zestaw MP-25, który realizuje funkcje opracowania informacji radiolokacyjnej dla potrzeb PD OPL ZT. Może on opracowywać informację z jednego odległościomierza i wysokościomierza radiolokacyjnego oraz dowolnie wybranego źródła informacji wtórnej /ZIW/. Ma możliwość śledzenia automatycznego 30 wybranych tras obiektów powietrznych.

Zestaw ZWD-10R może zastąpić zestawy MP-22 i MP-25. Zabezpieczy głównie potrzeby SD pułku raket KUB i OSA, ale również umożliwi pracę bojową w wariancie, w którym w ogólnowojskowym ZT utworzony zostanie połączony SD szefa OPL ZT, dowódcy prplot i dowódcy PNL /ENWC/. Zestaw ten zapewni: odbiór i zobrazowanie informacji z jednego odległościomierza, wysokościomierza; odbiór informacji z dwóch źródeł zewnętrznych; odbiór z nadrzędnego szczebla dowodzenia informacji o sytuacji powietrznej oraz decyzji dotyczącej niszczenia celów; zobrazowanie 32 tras obiektów powietrznych; automatyzację wypracowania propozycji decyzji na zwalczanie celów powietrznych przez podległe pododdziały ogniowe /6-9 adresatów/; automatyzację przesyłania do realizacji decyzji na zwalczanie celów powietrznych przez podległe pododdziały.

Automatyzacja procesów dowodzenia na szczeblu pułku zmechanizowanego oparta będzie o zautomatyzowane zestawy ZWD-10 /wozy dowodzenia/ i terminale nadawczo-odbiorcze ZPK-10. Zapewni on między innymi zobrazowanie informacji o sytuacji powietrznej z naniesioną decyzją dotyczącą niszczenia celów z nadrzędnego szczebla dowodzenia; odbiór informacji o sytuacji powietrznej z dwóch dowolnie wybranych źródeł ZENIT-10 MP-25 i ZWD-10R; automatyzację wypracowania propozycji decyzji na zwalczanie celów powietrznych przez podległe pododdziały /wozy bojowe/.

Terminal nadawczo-odbiorczy ZPK-10 znajduje się na wyposażeniu punktów dowodzenia dowódców baterii przeciwlotniczych oraz plutonów artylerii plot /raket plot/. Umożliwia powiązanie informacyjne wozu ZWD-10 z wozami bojowymi.

Załącznik 12

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZESTAWÓW AUTOMATYZACJI WOJSK LOTNICZYCH

Podstawową funkcją w procesie dowodzenia spełniają zestawy dywizyjne DL-40 i pułkowe DL-30.

Zestaw DL-40 ma umożliwić zautomatyzowane: przygotowanie danych do oceny sytuacji bojowej i wariantowe wypracowanie decyzji dowódcy, planowanie i organizację działań bojowych; przyjmowanie, redagowanie i przesyłanie rozkazów i meldunków.

Ponadto ma zapewnić jednoczesną współpracę ze stanowiskiem dowodzenia wojsk lotniczych na szczeblu frontu i armii, zapasowym SD, trzema stanowiskami dowodzenia plmb /plm/ wyposażonymi w zestawy DL-30, punktem naprowadzania wyposażonym w zestaw DL-25 oraz centrum zbioru i opracowania informacji radiolokacyjnej wyposażonym w zestaw DL-20 i SD eskadry wyposażonymi w terminale TU-10 /TU-20/. Dość istotnym jest, że zestaw DL-40 będzie mógł automatycznie śledzić trasy 150 obiektów powietrznych.

Zestaw DL-30 będzie miał możliwość automatycznego śledzenia 60 tras obiektów powietrznych.

Dywizje i pułki lotnicze będą posiadały zautomatyzowane stanowiska dowodzenia /wyposażone w zestawy DL-40, DL-30/.

Zaletą powyższych zestawów jest to, że składają się z zunifikowanych urządzeń /kahin/.

Zestaw DL-20 stanowi centrum zbioru i opracowania informacji radiolokacyjnej. Zabezpiecza on SD DLMB w informację o sytuacji powietrznej. Umożliwi on automatyzację: odbioru, opracowania, zobrazowania i przesyłania informacji o sytuacji powietrznej na SD dywizji; powiadamiania posterunków radiotechnicznych podległych pododdziałów; wydawania informacji w kanałach powiadamiania. Zestaw ten może współpracować z DL-40, trzema RPW pułków wyposażonych w DL-10, dwoma współdziałającymi zestawami współdziałających rodzajów wojsk.

Zestaw DL-20 będzie mógł zabezpieczyć automatyczne śledzenie 120 tras obiektów powietrznych.

Zestaw DL-10 będzie elementem posterunku radiolokacyjnego /RPW/. Podstawowe funkcje tego zestawu to zautomatyzowane: zdejmowanie, opracowanie i zobrazowanie informacji radiolokacyjnej; odbiór i zobrazowanie informacji o sytuacji powietrznej oraz odbiór i przesyłanie komend i meldunków.

Może współpracować z dwoma odległościomierzami i wysokościomierzami radiolokacyjnymi, punktem naprowadzania /DL-25/, z zestawami DL-30 i DL-40.

Ma możliwość automatycznego śledzenia 30 tras obiektów powietrznych. Zestaw DL-25 stanowić będzie zautomatyzowany punkt naprowadzania lotnictwa myśliwskiego i myśliwsko-bombowego. Może również stanowić punkt naprowadzania i wskazywania celów /FNWC/ współpracujący ze stanowiskami dowodzenia związków taktycznych /oddziałów/ wojsk OPL. Charakteryzuje się on automatyzacją: zbioru i zobrazowania danych o sytuacji powietrznej i operacyjno-taktycznej; wstępnych obliczeń nawigatorskich; procesu naprowadzania.

Może współpracować: z zestawem DL-40, DL-30 lub PASUW; SD WOP wyposażonym w DL-10R z RFW /DL-20/; dwoma odległościomierzami i wysokościomierzami radiolokacyjnymi.

Zapewnia możliwość naprowadzania 12 samolotów jednocześnie i automatycznego śledzenia 60 tras obiektów powietrznych.

Załącznik 13

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA URZĄDZEŃ /ZESPOŁÓW/ TRANSMISJI DANYCH /ZTD/

Zespół transmisji danych /ZTD 10/ - zespół przeznaczony do współpracy z drugim takim samym zespołem z jednej strony a maszyną cyfrową z drugiej. Jest zastosowany modem fazowy. Podstawowe parametry tego modemu są następujące:

- szybkość modulacji 600/1200 bodów;
- dwuwartościowa modulacja fazy;
- częstotliwość fali nośnej 1800 Hz;
- elementowa stopa błędu przy stosunku sygnału do szumu równym $10 \text{ dB} - 5 \cdot 10^{-5}$ przy 1200 bodów i $5 \cdot 10^{-6}$ przy 600 bodów.

Zespół ma dwie niezależne, regulowane fazy nadawcze oraz dwa wejścia toru odbiorczego /przy zaniku fali nośnej w dołączonym aktualnie kanale następujące automatyczne przełączenie na drugi kanał.

Zespół transmisji danych /ZTD 11/ - może współpracować z urządzeniami TD S23 i A10-11 /podsystemu PASUW/. W zespole tym został zastosowany modem z modulacją częstotliwości 600/1200 bodów. Przewiduje się możliwość szyfrowania informacji za pomocą programu urządzenia oraz możliwość dołączenia urządzenia utajniającego.

Zespół transmisji danych /ZTD 12/ - jest wyposażony w standardowy styk S2 i możliwe jest dołączenie do tego zespołu oddzielnego modemu częstotliwościowego lub fazowego.

Zespół transmisji danych /ZTD 13/ - zespół przeznaczony do transmisji telegraficznej na małych szybkościach. Posiada on dwa wyjścia i dwa wejścia umożliwiające pracę w kanale podstawowym i rezerwowym. Umożliwia współpracę z urządzeniami TGF-2AM, przy pomocy którego realizowana jest transmisja telefoniczna i telegraficzna.

Zespół transmisji danych /ZTD-14/ - zespół umożliwiający transmisję telegraficzną na małych szybkościach. Umożliwia współpracę z urządzeniami TD podsystemu CYBER.

Zespół transmisji danych /ZTD-22/ - umożliwić ma współpracę z urządzeniami podsystemu ZENIT.

Zespoły transmisji danych /ZTD-31 i ZWD-32/ - zastosowane w podsystemach ZWD-10R i ZWD-10.

Zespół transmisji danych /ZTD 35/ - zespół umożliwiający współpracę podsystemu ORZYC z podsystemem ZENIT. Szybkość transmisji 1200/2400 bodów. Możliwa będzie współpraca z urządzeniem utajniającym.

Załącznik 14

MOŻLIWOŚCI PRZESYŁANIA INFORMACJI PRZEZ ŚRODKI AUTOMATYZACJI WOJSK OPL

Umożliwią one przesyłanie informacji w następujących kanałach i następującym zakresie:

1. W relacji ZENIT-10 /DP-10/ - ZENIT-20 /DP-20-CRI/ lub brt:

a/ dupleksowy, radioliniowy, utajniony kanał TD, o szybkości transmisji 1,2-16 tys. bodów - realizowany na bazie półkompletu radiolinii AZID, RWŁ-C z kompletem radiolinii AZID - ogniwo pośrednie oraz RWŁ-C rozwijany przy frontowej /armijnej/ osi radioliniowej i dalej kanałami ogólnowojskowej osi radioliniowej do PŁSD WL i OPL;

b/ dupleksowy, radiowy kanał /rezerwowy/ - zastosowano ZTD-11 /realizowany radiostacjami R-137, docelowo radiostacją EKWATOR;

c/ dupleksowy przewodowy kanał TD /rezerwowy/ - ZTD-11.

2. W relacji ZIW /np. NUR-21/ - ZENIT-10 - simpleksowy, radiowy kanał TD /ZTD-11/, realizowany radiostacją R-123 lub R-173.

3. Relacji ZENIT-20 - ZENIT-40 - dupleksowy, przewodowy kanał TD /ZTD-11/.

4. W sieci powiadamiania z ZENIT-20 - radiowy, utajniony programowo kanał TD /ZTD-11/, realizowany przez R-137 a docelowo - radiostacją EKWATOR.

Możliwa będzie wymiana informacji w relacji ZENIT-20 - podsystemy korpusu OP simpleksowym, radiowym kanałem TD do odbioru informacji o sytuacji powietrznej z PŁSD OP /RPT-20/ lub SD korpusu OP /CYBER-WA/ - realizowany po stronie zestawu ZENIT-20 przez aparaturę KU-5 oraz urządzenie transmisji danych ZTD-13 lub ZTD-14 /wolnej transmisji/, z szybkością transmisji 60-200 bodów /depesz w standardzie ASPD/. Odbiór powiadamiania /szybkość 1200 bodów oraz standard ASPD-PASUW/ przez korpus OP będzie możliwy po uprzednim wyposażeniu wojsk OP w urządzenia sprzęgające. Przewiduje się zastawienie transkodera umożliwiającego wejście na jeden z kanałów pododdziału podległego korpusowi OP /przejście z 1200 bodów na 60 bodów/.

Środki łączności i transmisji danych podsystemu ZENIT-40 umożliwią przesyłanie informacji w oparciu o kanały transmisji:

1. W relacji ZENIT-40 Frontu - ZENIT-40 Armii:

a/ dupleksowy, radioliniowy, utajniony kanał TD - realizowany przy pomocy urządzenia REDUT;

b/ dupleksowy, radiowy, utajniony programowo kanał TD-ZTD-11, realizowany na radiostacji R-137 /docelowo EKWATOR/;

c/ dwupiękowy, przewodowy kanał TD.

2. W relacji ZENIT-40 - MP-22:

a/ dwupiękowy, radioliniowy, utajniony kanał TD o szybkości transmisji 1,2-16 tys. bodów;

b/ dwupiękowy, radiowy, rezerwowy kanał TD-ZTD-11, realizowany na radiostacji R-137;

c/ dwupiękowy, przewodowy /rezerwowy/ kanał TD-ZTD-11.

3. W relacji ZENIT-40 - ZWD-10R - dwupiękowy, radiowy, utajniony programowo kanał TD-ZTD-11, realizowany na bazie R-137 /docelowo : EKWATOR/.

4. W relacji ZENIT-40 - PASUW ogólnowojskowy - dwupiękowy, przewodowy utajniony kanał TD realizowany przez urządzenie REDUT.

Środki łączności i transmisji danych zestawu ZWD-10R umożliwią przesyłanie informacji w relacji: ZWD-10R - ZWD-10 - dwupiękowym, radiowym, utajnionym programowo kanałem TD, realizowanym na radiostacji R-111 /strona ZWD-10R/ oraz R-123 /strona ZWD-10/ ZTD-11; ZWD-10R - ZIW /np. NUR-21, MP-25/ - simpleksowym, radiowym kanałem TD, realizowanym na bazie radiostacji R-123 /R-173/; ZWD-10R - ZENIT-20 - simpleksowym radiowym kanałem TD /powiadamanie/, realizowanym w oparciu o radiostację R-137 i odbiornika R-155U - ZTD-11.

W zestawie ZWD-10 /pz/pcz/ środki łączności i transmisji danych umożliwią przesyłanie informacji w relacjach: ZWD-10 - MP-22 - dwupiękowym, radiowym, utajnionym kanałem TD, realizowanym w oparciu o radiostację R-111 oraz simpleksowym kanałem TD /wskazania celów, realizowanym na R-111/ przez modemy ZTD-32; ZWD-10 - ZWD-10R - dwupiękowym, radiowym kanałem TD, realizowanym na radiostacjach R-123 /po stronie ZIW/ i odbiornika R-123 lub R-173 /po stronie ZWD-10R/ oraz ZTD-32 i ZTD-11.

Wydrukowano w 5 egz.

Egz. 1-5 Bibl. Nauk. DZS

Wyk. ppłk M. Adamczyk

Druk. A.M. dn. 9.07.90r.

Druk. ASG WP nr 0952/WW

Korekta autorska

