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 OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OP
KATEDRA WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ

JAWNE
ZASTRZEŻONE
POUFNE

AON wewn. 4343/91

BIBLIOTEKA MIEJSKA ... Akademii Obrony Narodowej
Nr ewid. 2-47/18

BIBLIOTEKA GŁÓWNA ... Akademii Obrony Narodowej
Nr. 3239

Egz. nr 1 2

Płk dr Antoni ADAMCZYK
Płk dr inż. Mieczysław ADAMCZYK

# ZABEZPIECZENIE RADIOLOKACYJNE ODDZIAŁÓW WOJSK OP

SKRYPT

BIBLIOTEKA GŁÓWNA ... Akademii Obrony Narodowej
Nr ewid. 60837

WARSZAWA 1991

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

Stopka
14022006 Anna KOLEK
Ref. przed. Nr ich 647 z dn. 24.02.2006

# AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OP
KATEDRA WOJSK OBRONY POWIETRZNEJ

JAWNE
ZASTRZEŻONE
POUFNE

Egz. nr 12

AON wewn. 4343/91

BIBLIOTEKA WOJSKOWA Akademii Obrony Narodowej Nr ewid. 2-4715

BIBLIOTEKA GŁÓWNA Akademii Obrony Narodowej Nr ewid. 3239 II

Płk dr Antoni ADAMCZYK
Płk dr inż. Mieczysław ADAMCZYK

# ZABEZPIECZENIE RADIOLOKACYJNE ODDZIAŁÓW WOJSK OP

SKRYPT

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM Akademii Obrony Narodowej Nr ewid. 60837 II

WARSZAWA 1991

SPIS TREŚCI


Str.

WSTĘP ..... 5

1. ISTOTA I SPOSOBY ZABEZPIECZENIA RADIOLOKACYJNEGO ..... 7

1.1. Istota zabezpieczenia radiolokacyjnego ..... 7

1.2. Sposoby zabezpieczenia radiolokacyjnego ..... 9

2. WYMAGANIA W ZAKRESIE ZABEZPIECZENIA RADIOLOKACYJNEGO ..... 10

2.1. Istota wymagań czasowo-przestrzennych ..... 11

2.2. Wymagania informacyjne ..... 15

2.2.1. Wymagania w zakresie rubieży informacji ..... 16

2.2.1.1. Wymagania w zakresie rubieży informacji stawiane przez wojska rakietowe ..... 16

2.2.1.2. Wymagania w zakresie rubieży informacji stawiane przez lotnictwo myśliwskie ..... 19

2.2.2. Wymagania w zakresie jakości informacji radiolokacyjnej ..... 28

3. MOŻLIWOŚCI ZABEZPIECZENIA RADIOLOKACYJNEGO ODDZIAŁÓW WLOP. 31

3.1. Możliwości w zakresie dysponowanego czasu ..... 32

3.2. Możliwości w zakresie rubieży informacji ..... 35

3.2.1. Możliwości spełnienia wymagań stawianych przez wojska rakietowe ..... 36

3.2.2. Możliwości spełnienia wymagań stawianych przez lotnictwo myśliwskie ..... 37

3.3. Możliwości spełnienia wymagań w zakresie jakości informacji ..... 38

3.3.1. Możliwości spełnienia wymagań w zakresie dokładności informacji radiolokacyjnej ..... 38

3.3.2. Możliwości spełnienia wymagań w zakresie czasu opóźnienia i dyskretności informacji ..... 41

3.3.3. Możliwości spełnienia wymagań w zakresie ogólnej wypadkowej działalności błędu informacji ..... 44

3.3.4. Prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego wskazywania celów dywizjonom rakietowym ..... 46

3.3.5. Prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania lotnictwa myśliwskiego ..... 50

ZAKOŃCZENIE ..... 55

ZAŁĄCZNIKI ..... 57

LITERATURA ..... 87

## WSTĘP

Dynamiczny rozwój potencjału sił powietrznych przeciwnika wywołuje potrzebę systematycznego doskonalenia obrony powietrznej w ramach ogólnego systemu obrony państwa. Obrona powietrzna zajmuje szczególne miejsce, gdyż jako pierwsza zasygnalizuje rozpoczęcie powietrznych działań militarnych oraz pierwsza przeciwstawi się zaskakującym uderzeniom z powietrza, które najprawdopodobniej poprzedzą działania zbrojne na lądzie i morzu.

Odpowiednio wysoki stopień efektywności bojowej wojsk OP zdecyduje, już w początkowym momencie, o nie osiągnięciu zamierzonego celu ewentualnych pierwszych operacji powietrznych przeciwnika.

Wojska Lotnicze i Obrony Powietrznej są rodzajem sił zbrojnych przeznaczonym do obrony obiektów na obszarze kraju przed rozpoznaniem i uderzeniami z powietrza. Efektywność bojowa WLOP zależy od wielu czynników, między innymi od informacji o sytuacji powietrznej dostarczanej przez wojska radiotechniczne.

Proces dostarczania i zobrazowania wymaganej informacji o sytuacji powietrznej w stanowiskach dowodzenia WLOP stanowi podstawowe zadanie wojsk radiotechnicznych - zabezpieczenie radiolokacyjne wojsk OP. Stopień wykonania zadania zabezpieczenia radiolokacyjnego przez WRt decyduje bezpośrednio o efektywności bojowej WLOP.

Przy tych założeniach i wnioskach z analizy literatury tego tematu odczuwa się potrzebę opracowań teoretycznych tego problemu.

Rozpatrywana w skrypcie problematyka wynika właśnie z tych uwarunkowań, jak i praktycznych potrzeb.

Przedstawione zagadnienia i praktyczne rekomendacje nie mogą być oczywiście przyjmowane jako niezmienne, chociażby z tego powodu, że niniejsze opracowanie jest tylko częścią dorobku myśli teoretycznej w tej tematyce.

Niniejszy skrypt, uwzględniający w swej treści program nauczania w AON, przeznaczony jest przede wszystkim dla słuchaczy kursów OP, jak i dla wykładowców tej specjalności. Może być oczywiście wykorzystywany przez oficerów innych specjalności oraz jako pomoc teoretyczna w sztabach jednostek wojsk OP.

Skrypt składa się z trzech części:

Część pierwsza omawia istotę i sposoby zabezpieczenia radiolokacyjnego oddziałów wojsk OP.

Część druga poświęcona jest wymaganiom informacyjnym, które wynikają z potrzeb prowadzenia efektywnej walki oddziałów wojsk OP z przeciwnikiem powietrznym.

Część trzecia omawia możliwości spełnienia wymagań informacyjnych oddziałów wojsk OP przez batalion radiotechniczny.

Przedstawiany w skrypcie problem zabezpieczenia radiolokacyjnego oddziałów wojsk OP dotyczy głównie aspektu teoretycznego.

## 1. ISTOTA I SPOSOBY ZABEZPIECZENIA RADIOLOKACYJNEGO

Podstawowym zadaniem wojsk radiotechnicznych jest zabezpieczenie radiolokacyjne wojsk obrony powietrznej. Analiza działalności wojsk radiotechnicznych pozwala wnioskować, że proces zabezpieczenia radiolokacyjnego należy rozpatrywać jako łączne wykonanie zadań rozpoznania radiolokacyjnego, radiolokacyjnego zabezpieczenia dowodzenia i działań bojowych wojsk rakietowych, lotnictwa myśliwskiego i oddziałów walki radioelektronicznej.

Rozpoznanie radiolokacyjne stanowi podstawowy rodzaj rozpoznania przeciwnika powietrznego w systemie OP. Polega ono na prowadzeniu ciągłej obserwacji przestrzeni powietrznej za pomocą środków radiolokacyjnych (stacje radiolokacyjne - RIS).[21] Celem tego rozpoznania jest terminowe wykrywanie i nieprzerwane - ciągłe śledzenie obiektów powietrznych, określenie aktualnego miejsca znajdowania, a także wiarygodnej ich charakterystyki i przeznaczenia taktycznego.

### 1.1. Istota zabezpieczenia radiolokacyjnego

Zabezpieczenie radiolokacyjne dowodzenia polega na przekazaniu i zobrazowaniu w stanowiskach dowodzenia wojsk OP informacji o sytuacji powietrznej, niezbędnej do dowodzenia podległymi siłami. Informacja ta powinna umożliwić decydentom OP uzyskanie niezbędnych danych do podejmowania decyzji w zakresie: wprowadzenia WSGB, oceny sytuacji i wypracowania sposobów zwalczania przeciwnika powietrznego w interesie obrony powietrznej nakazanych obiektów.

Informacja o sytuacji powietrznej wykorzystywana do zabezpieczenia dowodzenia powinna odpowiadać wymaganiom w zakresie: terminowości (rubieży wykrycia obiektów), wiarygodności (określania przynależności państwowej, typu, składu, ugrupowania i przeznaczenia taktycznego), ciągłości przekazywania informacji i czas jej opóźnienia.

Zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych polega na przekazaniu i zobrazowaniu informacji radiolokacyjnej w stanowiskach dowodzenia oddziałów i pododdziałów (punktów naprowadzania) wojsk rakietowych i lotnictwa myśliwskiego. Informacja ta powinna umożliwić decydentom OP uzyskanie niezbędnych danych do naprowadzania

załóg samolotów myśliwskich lub nacelowania przeciwlotniczych zestawów rakietowych na wskazane do zniszczenia cele powietrzne.

Informacja radiolokacyjna wykorzystywana do zabezpieczenia działań bojowych powinna odpowiadać wymaganiom w zakresie: terminowości (rubieży wykrycia obiektów powietrznych), dokładności określania miejsca położenia, dyskretności i ciągłości oraz wiarygodności określania ich charakterystyki.

Zabezpieczenie radiolokacyjne oddziałów (ZT) OP realizuje się poprzez ciągłe zobrazowanie informacji radiolokacyjnej na planszetach, wskaźnikach obserwacji okrężnej i sektorowej stanowisk dowodzenia brygady rakietowej i pułku lotnictwa myśliwskiego oraz punktów naprowadzania lotnictwa myśliwskiego i stanowisk dowodzenia dywizjonów rakietowych (dr).

Zabezpieczenie radiolokacyjne BR polega na:

- informowaniu stanowiska dowodzenia BR o przeciwniku powietrznym. Informacja ta stanowi dla dowódcy podstawę oceny sytuacji powietrznej, podjęcia decyzji o zwalczaniu i stawiania podległych pododdziałów (dr) w wyższy stopień gotowości bojowej;
- ciągłym przekazywaniu do stanowiska dowodzenia BR (dr) informacji o miejscu położenia, charakterystyce i działaniach środków napadu powietrznego przeciwnika w celu wskazywania i podziału ich dla dywizjonów rakietowych.

Zabezpieczenie radiolokacyjne plm polega na:

- informowaniu stanowiska dowodzenia plm (punktów naprowadzania) o środkach napadu powietrznego przeciwnika, w celu postawienia plm w wyższy stopień gotowości bojowej oraz podjęcia decyzji o ich zwalczaniu;
- ciągłym przekazywaniu do stanowiska dowodzenia i punktów naprowadzania informacji radiolokacyjnej o środkach napadu powietrznego i własnym lotnictwie myśliwskim naprowadzanym na cele powietrzne;
- zabezpieczeniu radiolokacyjnym lotów i przelotów lotnictwa nad obszarem RP;
- przekazywaniu informacji radiolokacyjnej do stanowisk dowodzenia i punktów naprowadzania LM o samolotach, których załogi utraciły orientację i wzywają pomoc.

Zabezpieczenie radiolokacyjne BR i plm organizuje i realizuje batalion radiotechniczny na podstawie opracowanego planu zabezpieczenia radiolokacyjnego.

## 1.2. Sposoby zabezpieczenia radiolokacyjnego

17.

Batalion radiotechniczny realizuje zabezpieczenie radiolokacyjne BR i plm przy pomocy swych pododdziałów, następującymi sposobami: planszetowym, wskaźnikowym, zautomatyzowanym i mieszanym.

Sposób planszetowy polega na wzrokowym zdejmowaniu informacji ze wskaźników RLS i przekazywaniu jej głosem przez środki łączności przewodowej lub radiowej oraz ręcznym sposobie odwzorowywania informacji na planszetach i tablicach w miejscu pracy dowódcy (stanowiska dowodzenia). Po odpowiednim opracowaniu informację wykorzystuje się podczas podejmowania decyzji do prowadzenia działań bojowych, wstępnych obliczeń nawigatorskich, kontroli lotów i przelotów samolotów zgłoszonych. Ponadto informacja ta może służyć do naprowadzania samolotów myśliwskich na cele powietrzne (nosicieli źródeł zakłóceń) lub wskazywania ich dywizjonom rakietowym do zwalczania w wypadku śledzenia źródeł zakłóceń metodą lokacji trangulacyjnej.

Jest to sposób prosty, umożliwiający zobrazowanie informacji z dowolnych odległości. Niedociągnięciem tego sposobu jest mała dokładność zobrazowanej informacji oraz stosunkowo duży czas jej opóźnienia.

Sposób planszetowy (foniczno-ręczny) w aktualnym ugrupowaniu brt realizowany jest poprzez przekazywanie informacji z kompanii radiotechnicznych (krt) na planszet I-warstwy, z którego ta część informacji, która stanowi uzupełnienie informacji przekazywanej z kompanii radiolokacyjnej (krl) przetransformowana jest na planszet II-warstwy. Z planszetu II-warstwy informacja przekazywana jest do stanowiska dowodzenia brygady radiotechnicznej oraz równolegle na planszet sytuacji ogólnej, kierowania ogniem i naprowadzania lotnictwa myśliwskiego. Na planszecie sytuacji ogólnej również zobrazowane są dane z sieci powiadamiania, a odwzorowana tu informacja wykorzystywana jest do dowodzenia działaniami bojowymi oddziałów wojsk rakietowych i lotnictwa myśliwskiego.

Sposób wskaźnikowy polega na zobrazowaniu na wynośnych wskaźnikach RLS sytuacji radiolokacyjnej przekazywanej za pomocą łączy przewodowych lub radiolinii. Informację przekazywaną tym sposobem wykorzystuje się do: wskazywania celów dywizjonom rakietowym; naprowadzania LM na cele powietrzne z GPN i WPN.

Sposób ten zapewnia dużą dokładność przekazywanej informacji i minimalny czas jej opóźnienia. Wadą tego sposobu jest to, że sytuacja powietrzna zobrazowana na wskaźniku ogranicza się do strefy wykrywania wykorzystywanej RLS.

Sposób zautomatyzowany polega na zobrazowaniu informacji o sytuacji powietrznej z kompanii radiolokacyjnej i kompanii radiotechnicznych na wskaźnikach środków zautomatyzowanego dowodzenia oraz na automatyzacji procesu zdejmowania, przekazywania i zobrazowania informacji oraz wypracowania komend dowodzenia i doprowadzenia ich do podwładnych. Podobnie jak w systemie planszetowym informacja z krt stanowi uzupełnienie informacji z krl.

Informację przekazywaną tym sposobem wykorzystuje się w wojskach rakietowych i lotnictwie myśliwskim podczas podejmowania decyzji do prowadzenia działań bojowych i stawiania zadań podległym pododdziałom oraz wskazywania celów dywizjonom rakietowym i do przyrządowego naprowadzania lotnictwa myśliwskiego na cele powietrzne.

Sposób ten zapewnia dużą dokładność przekazywanej informacji, mały czas jej opóźnienia oraz duży zasięg zobrazowanej sytuacji powietrznej.

Sposób mieszany polega na wykorzystaniu sposobu zautomatyzowanego jako podstawowego i jednego z pozostałych.

## 2. WYMAGANIA W ZAKRESIE ZABEZPIECZENIA RADIOLOKACYJNEGO

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 dywizjonom rakietowym.

Z tego wynika, że aby zapewnić wykorzystanie wojsk w największym zakresie ich możliwości czasowo-przestrzennych, 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 taktycznego 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 rakietowych, lotnictwa myśliwskiego i pododdziałów zakłóceń radioelektronicznych - wybranie jednego spośród wariantów działań lub częściowe udokładnienie wcześniej powziętych decyzji, po drugie - podział celów dla poszczególnych zestawów rakietowych oraz wskazanie celów stacjom naprowadzania rakiet i naprowadzanie samolotów przechwytujących 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.

## 2.1. Istota wymagań czasowo-przestrzennych

Podczas prowadzenia walki z przeciwnikiem powietrznym osłona obiektów przed niszczącym oddziaływaniem ŚNP przeciwnika będzie skuteczna, jeżeli wojska OP oddziałujące na przeciwnika wykonają zadanie przed dolotem ŚNP do rubieży wykonania zadania (ataku). Czas, jakim system OP dysponuje względem wykonujących nalot ŚNP, można określić następująco:

$$T_1^{DYS} = \min \left\{ T_1^{DOL} ; T_1^{ROD} \right\} \qquad /2.1./$$

gdzie:

$T_1^{DOL}$ - przedział czasu od chwili wykrycia 1-tej grupy ŚNP przez źródła informaci (RLP) do chwili jej dolotu do rubieży wykonania zadania:

$$T_1^{DOL} = t_1^{RAT} - t_1^{WYK} \qquad /2.2/$$

przy czym: $t_1^{RAT}$ - czas dolotu 1-tej grupy ŚNP do rubieży wykonania zadania;

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

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

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

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

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

Wielkość określona zależnością /2.1/ nazywa się czasem dysponowanym przez system OP na realizację zadania względem 1-tej grupy ŚNP przeciwnika. Jest to okres przez jaki elementy systemu OP mogą wykonywać ciąg operacji od chwili wykrycia ŚNP do chwili zakończenia oddziaływania na nie środków walki systemu (cykl dowodzenia bojowego[1/]).

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

$$T_1^{DYS} \geq T_{1,K}^{DOW} \qquad /2.3/$$

---

1/ Cykl dowodzenia obejmuje proces informacyjno-decyzyjny i oddziaływania środków walki na ŚNP.

gdzie:

$T_1^{DYS}$ - czas dysponowany przez system OP - wzór /2.1/;

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

$$T_{1,K}^{DOW} = T_{1,K}^{CID} + T_1^{ODD} \qquad /2.4/$$

gdzie:

$T_{1,K}^{CID}$ - czas trwania cyklu informacyjnego - decyzyjnego[2/] względem 1-tej grupy przy dowodzeniu z k-tego poziomu;

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

Uwzględniając /2.3/ i /2.4/ dochodzimy do wniosku, że dopuszczalny czas trwania cyklu informacyjno-decyzyjnego względem 1-tej grupy ŚNP przy dowodzeniu bojowym z k-tego poziomu jest równy:

$$T_1^{CID}\ dop = \begin{cases} T_1^{DYS} - T_1^{ODD}, \text{ jeżeli } T_1^{DYS} - T_1^{ODD} > 0 \\ 0, \text{ w przypadku przeciwnym} \end{cases} \qquad /2.5/$$

Z postaci wzoru /2.5/ 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 ŚNP.

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.1/:

$$T_{DOL} = \frac{D_w \pm d_{RLP}}{V_c} - t_{op} \qquad /2.6/$$

---

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

gdzie:

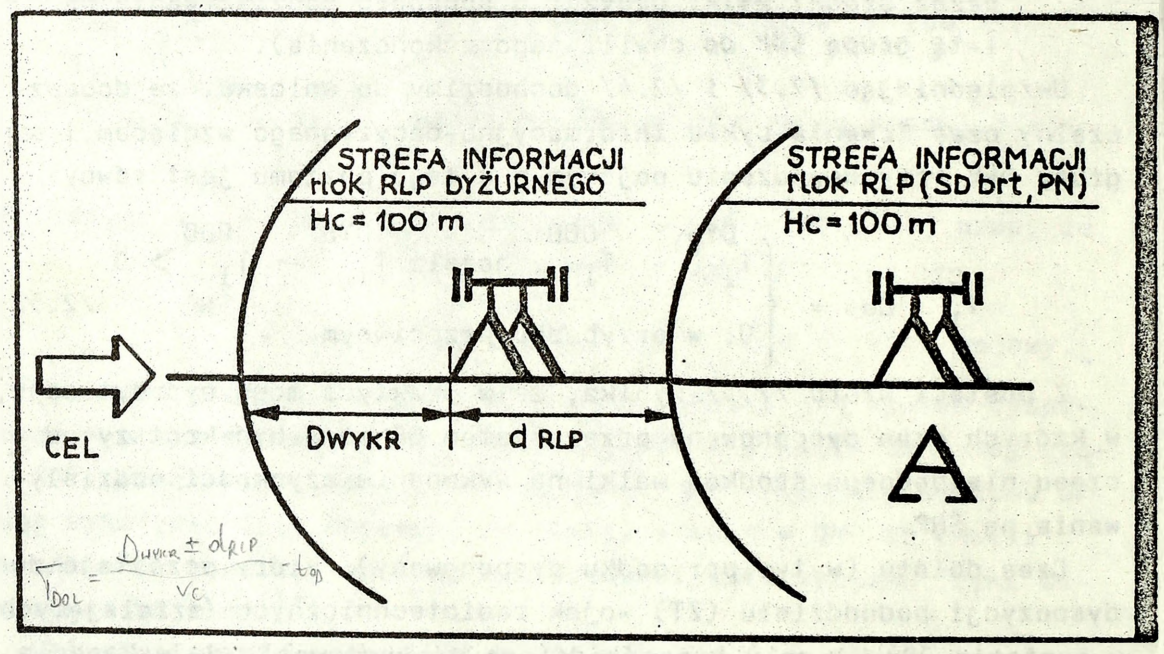
$D_w$ - zasięg wykrycia celów powietrznych przez dyżurne RLP na wysokości prawdopodobnego nalotu przeciwnika;

$d_{RLP}$ - 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).

Wielkości liczbowe czasu dolotu w zależności od opóźnienia informacji, prędkość lotu i zasięgu wykrywania celów powietrznych przedstawia załącznik 1.




Rys. 1. Określenie czasu dolotu ŚNP przeciwnika

Warunkiem koniecznym wykonania zadania przez podsystem radiolokacyjny jest spełnienie nierówności:

$$T_{DYS} \geqslant T_{CID} \qquad /2.7/$$

gdzie:

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

$$T_{CID/DOW/} = t_{op} + t_{got} + t_{pd} \qquad /2.8/$$

gdzie:

$t_{op}$ - czas opóźnienia informacji;

$t_{pd}$ - czas potrzebny na podjęcie decyzji;

$t_{got}$ - czas potrzebny na osiągnięcie wyższych stopni gotowości /tg.b/ 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.

## 2.2. Wymagania informacyjne

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 rakietowych 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 rakietowych 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.

### 2.2.1. Wymagania w zakresie rubieży informacji

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

#### 2.2.1.1. Wymagania w zakresie rubieży informacji stawiane przez wojska rakietowe

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

$$D_{PRIR} = D_{ds} + V_c \,/t_{op} + t_{pd} + t_{got}/^{3/} \qquad /2.9/$$

$$D_{PRIR} = D_d + V_c \,/t_{op} + t_{pd} + t_{got} + t_{lr}/ \qquad /2.10/$$

gdzie:

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

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

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

$t_{op}$ - 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;

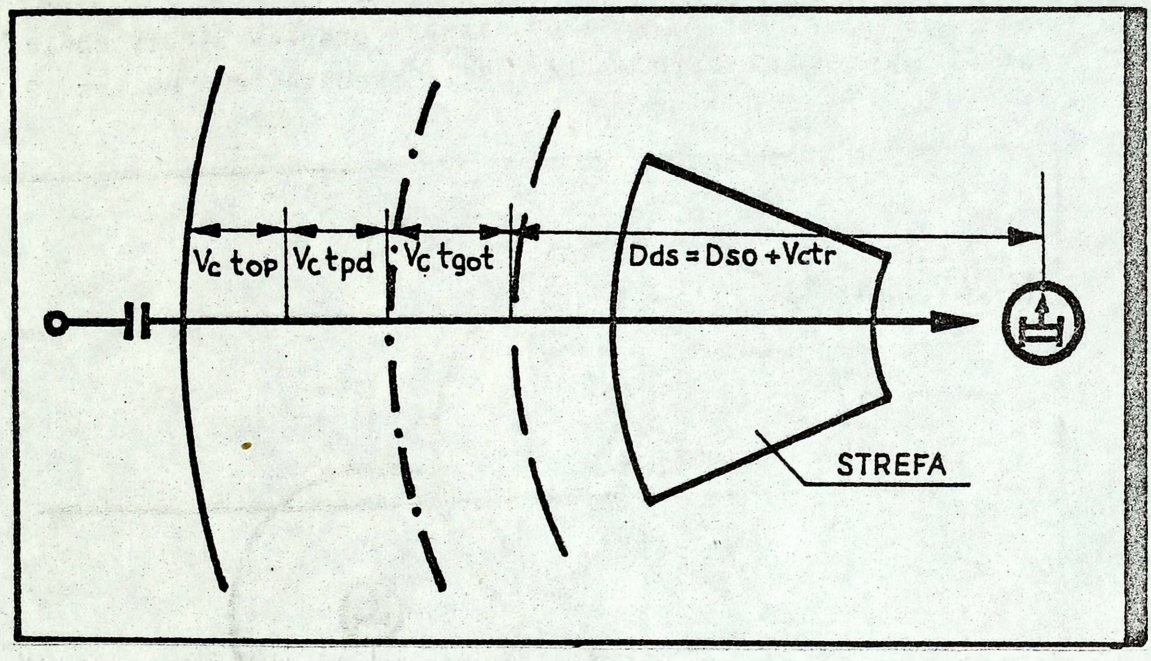
$t_{lr}$ - czas lotu rakiety;

$t_{st}$ - czas opóźnienia startu rakiety.

Interpretacja graficzna $D_{PRIR}$ przedstawiona jest na rys. 2.

---

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




Rys. 2. Określanie wielkości $D_{PRIR}$ dla WR (dr)

Ze wzoru /2.10/ wynika, że:

$$D_{PRIR} = D_D + V_c \cdot T_{DOW_{dop}} \qquad /2.11/$$

$T_{DOW_{dop}}$ - dopuszczalny (potrzebny) czas trwania cyklu dowodzenia bojowego /wzór 2.4/, czyli jest to czas potrzebny na wykonanie w porę zadania bojowego przez dany dywizjon rakietowy.

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

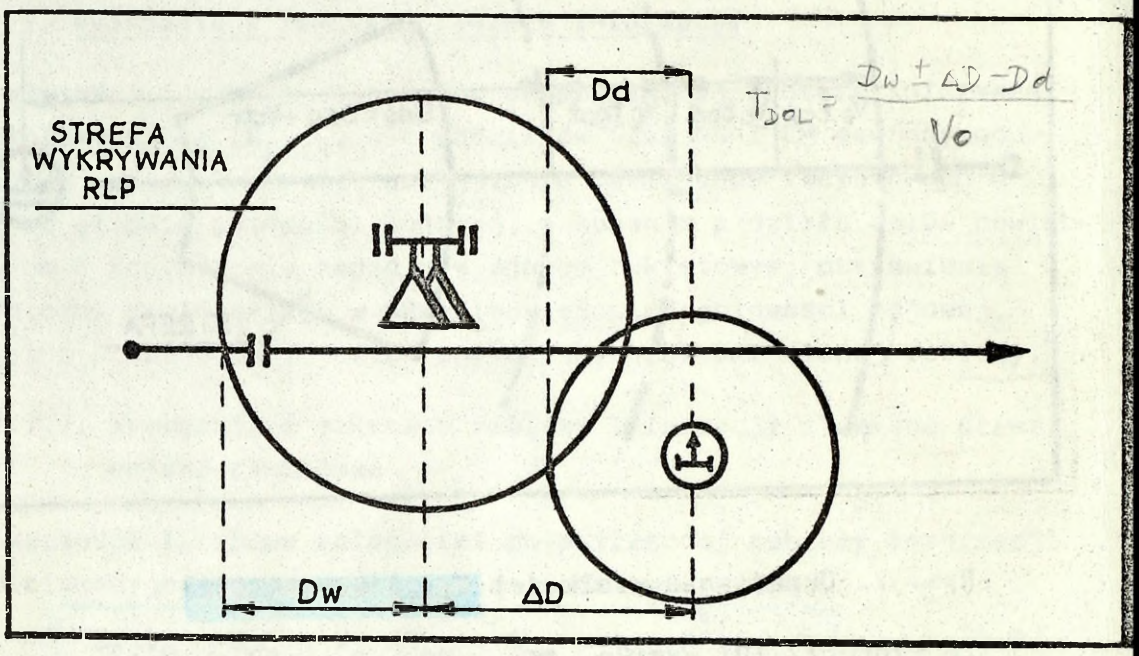
$$T_{DOL} \geqslant T_{DOW_{dop}}$$

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

$$T_{DOL} = \frac{D_w \pm \Delta D - D_d}{V_c} \qquad /2.12/$$

$\Delta D$ - odległość RLP od pozycji dywizjonu rakietowego 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 /2.12/ jest przedstawiona na rys. 3.




Rys. 3. Graficzne przedstawienie wzoru /2.12/ (wariant)

Na powyższym rysunku jest przedstawione przykładowe położenie pozycji bojowej RLP i dr[4/] w odniesieniu do kierunku lotu celu. Ze wzoru i rysunku wynika, że z punktu widzenia wojsk radiotechnicznych skrócenie czasu dopuszczalnego, należałoby 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 rakietowych na spodziewanym kierunku nalotu ŚNP 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 rakietowych.

---

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

Wyliczone na podstawie wyrażenia /2.10/ liczbowe wartości wymaganej odległości informacji radiolokacyjnej dla wojsk rakietowych przedstawia załącznik 2 tab. 3. Na rysunku 1 i 2 załącznika 5 przedstawiono graficznie potrzeby wojsk rakietowych 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 rakietowych.

Wartości możliwych czasów dolotu celów powietrznych (na odpowiednich wysokościach) są przedstawione w załączniku 2 tab. 1 i wynoszą w zakresie wysokości 50 do 2000 m od 30 s do 436 s.

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

2.2.1.2. Wymagania w zakresie rubieży informacji stawiane przez lotnictwo myśliwskie

Prawidłowe funkcjonowanie punktów naprowadzania 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 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[5/] informację radiolokacyjną o celach powietrznych, zobrazowaną: na stole naprowadzania, planszecie, wskaźniku aparatury zautomatyzowanego systemu dowodzenia (ZSD), lub pierwotną[6/] zobrazowaną: na

---

5/ 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.

6/ Wynika z tzw. opracowania pierwotnego, które obejmuje: odczytywanie (zdejmowanie) 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.

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)[7]. Wyznacza 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 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 3 tab. 1.

Etap naprowadzania bezpośredniego obejmuje wprowadzenie samolotu myśliwskiego (grupy samolotów) do walki na potrzebnej (naka-

---

7/ Poprzez PRIR należy rozumieć zbiór takich położeń 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.

zanej) 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 używanej do 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.

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, skierowana od PRWW.

Z powyższych rozważań wynika konieczność dokonywania obliczeń poszczególnych położeń 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:

$$\vec{D}_{PRIR,L} = \vec{/1+n/}\,\frac{S_{PRWW}}{\cos\alpha} + \vec{V_c}\,/t_{op} + t_{pd} + t_{gd} + t_{wzn} + t_m/ \pm \vec{d} \qquad /2.13/$$

gdzie:

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

Graficzne przedstawienie wzoru /2.13/ jest na rys. 4 i rys. 5.

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

$$D_{PRIR,PRWW} = n\frac{S_{PRWW,L}}{\cos\alpha} + V_c/t_{op} + t_{pd} + t_{got} + t_{wzn} + t_m/ \pm d \qquad /2.14/$$

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

$$D_{PRIR,PRWW} = (n+1)S_{PRWW,S} + V_c\,/t_{op} + t_{pd} + t_m/ \pm d \qquad /2.15/$$

gdzie:

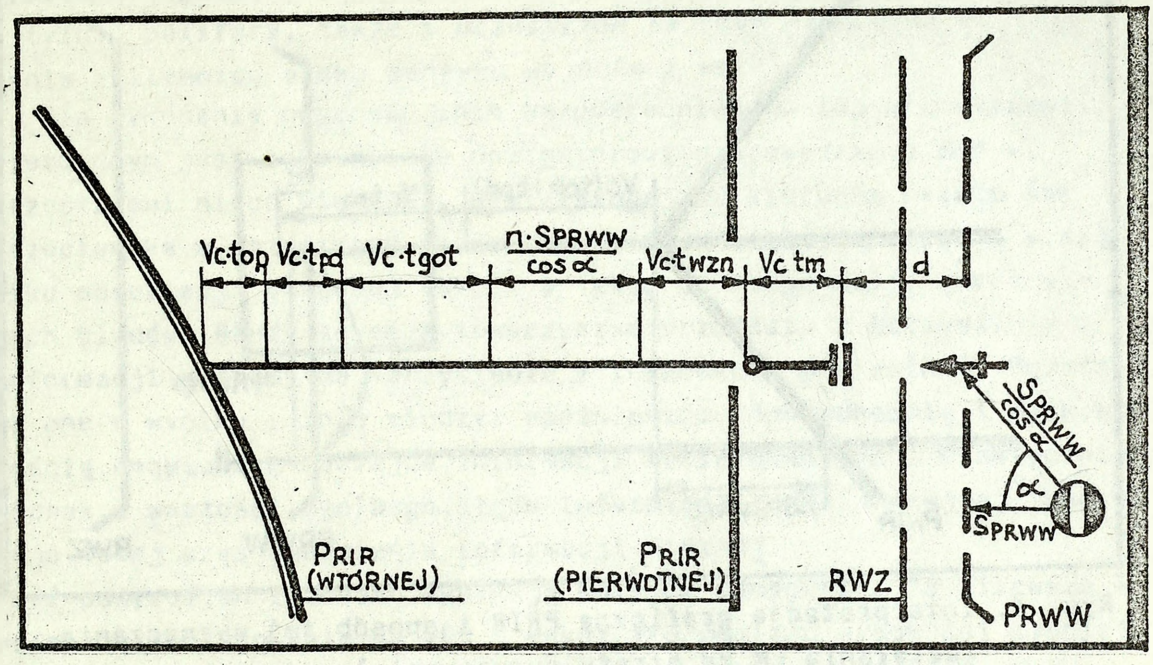
$S_{PRWW,S}$ - odległość poszczególnych punktów PRWW od środka strefy dyżurowania.

Graficzne przedstawienie wzoru /2.15/ jest na rys. 6.

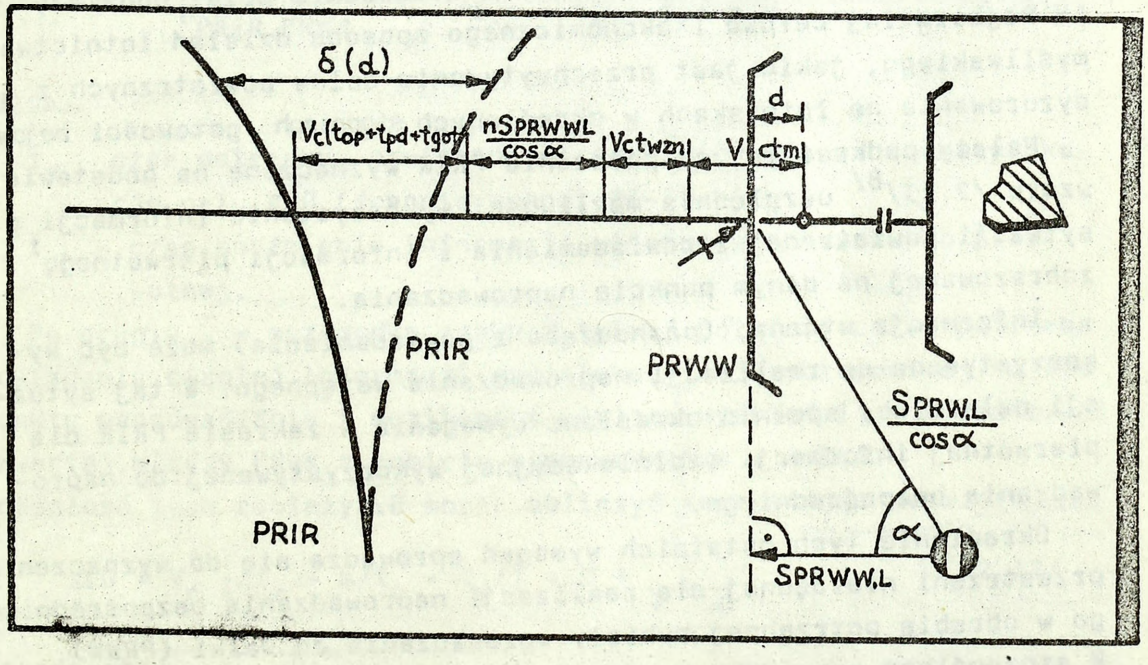
Wyznaczanie poszczególnych punktów potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej (PRIR) ma charakter żmudnych obliczeń, toteż celowym wydaje się wykorzystanie do nich elektonicznej techniki obliczeniowej.

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).

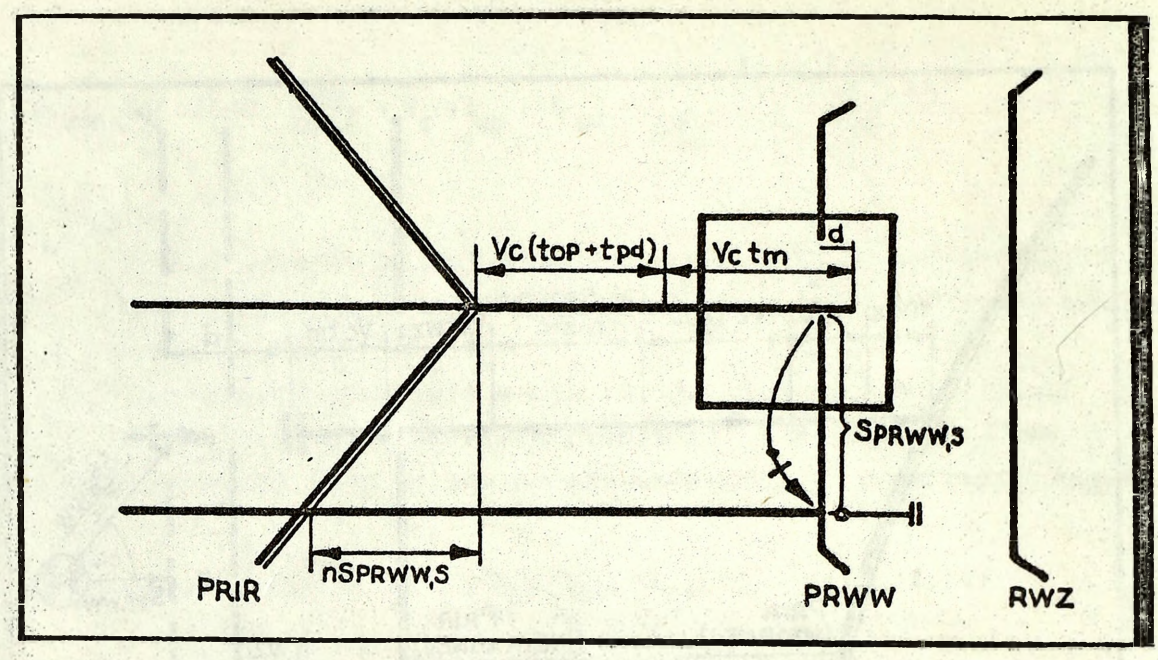
Zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych LM w systemie OP wykonującego zadania w głębi kraju charakteryzuje możliwość korzystania z informacji wtórnej pochodzącej z sieci powiadamiania korpusów OP, oraz bezpośrednio współdziałających sąsiednich jednostek radiotechnicznych.




Rys. 4. Interpretacja graficzna PRIR i sposób jej wyznaczania podczas ataku z przedniej półsfery




Rys. 5. Interpretacja graficzna PRIR i sposób jej wyznaczania podczas ataku z tylnej półsfery




Rys. 6. Interpretacja graficzna PRIR i sposób jej wyznaczania (działania LM ze strefy dyżurowania)

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 celowo 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 /2.13/[8/] uwzględnia możliwości wykorzystania informacji o sytuacji powietrznej z powiadamiania i informacji pierwotnej, zobrazowanej na danym punkcie naprowadzania.

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 przed PRWW, niezbędna do wykonania manewru przez samolot

---

8/ Dotyczy również wzorów /2.14/ i /2.15/.

myśliwski (grupę) w celu wejścia do walki, a w przypadku ataku z tylnej półsfery, także i przestrzeń za PRWW niezbędna do wykonania zbliżenia, ataku manewru wyjścia z walki.

Dla wykonania naprowadzanie bezpośredniego w tej przestrzeni niezbędnym jest zapewnienie nawigatorowi naprowadzania SIR w przestrzeni nieco większej, powiększonej na kierunku nalotu ŚNP 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[9/] 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:

$$D_{PRIR,PRWW} = V_c \left/ t_{op} + t_N + t_m \right/ \mp d \qquad /2.16/$$

gdzie:

$t_N$ - czas potrzebny nawigatorowi naprowadzania na indentyfikację celu 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 $\Delta D$ można obliczyć korzystając ze wzoru:

$$\Delta D = V_c \left[ \left/ t_z + m/t_c + t_w \right/ \right] + d + \frac{a}{1 - n} \qquad /2.17/$$

---

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

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;

m - ilość ataków;

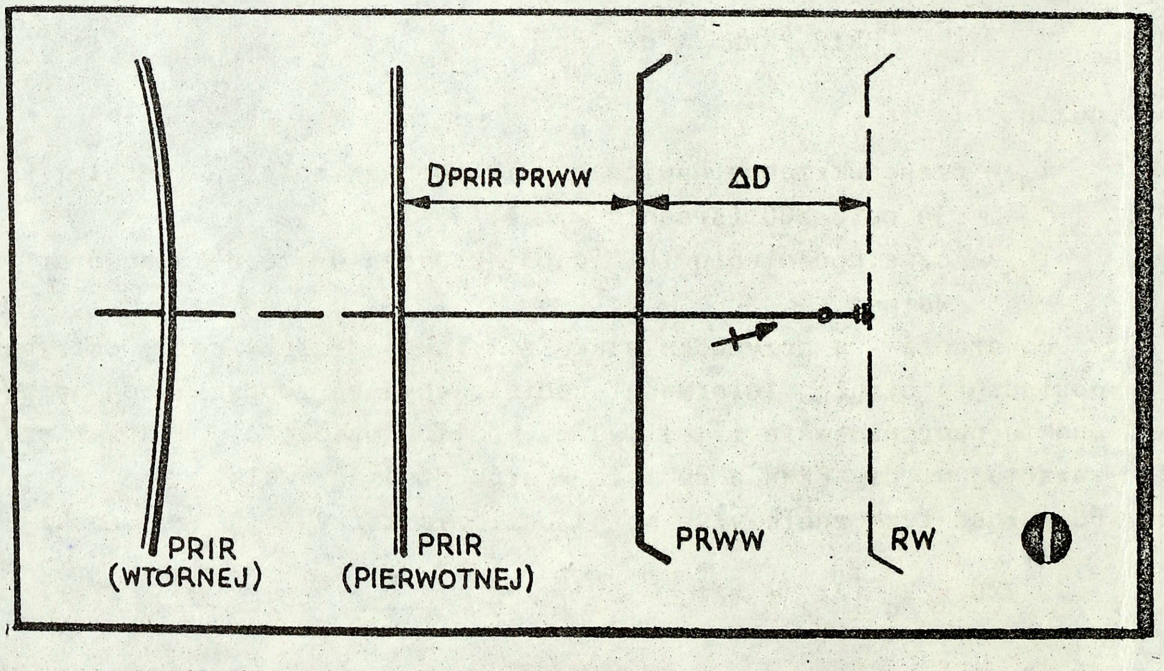
$t_c$ - czas celowania /$t_c$ = 15 - 20 s/[10/];

$t_w$ - czas wyprowadzania z ataku /$t_w$ = 5 s/;

a - błąd naprowadzania w odległości.

Najczęściej jednak odległość ta bywa zdeterminowana względami taktycznymi. Wymagania powyższe obrazuje rys. 7.

Spełnienie przedstawionych w niniejszym podrozdziale wymagań dotyczących PRIR wtórnej oraz pierwotnej stanowi podstawowy warunek zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych oddziałów LM. Należy zauważyć, że tak sformułowane wymagania dla informacji pierwotnej nie zależą od sposobu działań LM, jego bazowania, są natomiast ściśle związane z położeniem PRWW.




Rys. 7. Interpretacja graficzna wymagań w zakresie SIR potrzebnej do realizacji naprowadzania (etap naprowadzania bezpośredniego)

---

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

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, stąd istnieje konieczność współdziałania z nią w zakresie wymiany informacji radiolokacyjnej.

W przypadku niemożliwości zwiększenia własnej strefy informacji radiolokacyjnej przez pododdziały WRt, o informację z powiadomienia lub współdziałania, wymagania PRIR, określane w oparciu o wzory: 2.14 i 2.15, 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 3 tab. 2.

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 tabela 1.

Tabela 1

Zależność $D_{PRIR}$ od wartości $S_{PRWW}$ i $V_c$

| $D_{PRIR}$ /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 |

Przyjęto:

$D_{PRIR_1}$ - w got. boj. nr 1;

$D_{PRIR_2}$ - w got. boj. nr 2;

$V_c$ zmienia się przy każdym $S_{PRWW}$ w zakresie od 700-1400 km/h

Obliczone wartości $D_{PRIR}$ bezpośredniego etapu naprowadzania przedstawione są w załączniku 3 tab. 3.

Zakres zmian $D_{PRIR}$ w zależności od zmian $V_c$ przedstawiony jest w tabeli 2.

Tabela 2

Zależność $D_{PRIR}$ bezpośredniego naprowadzania od $V_c$

| $D_{PRIR}$ /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 |

Przyjęto:

$V_m - V_c$ = 200-300 km/h

2.2.2. Wymagania w zakresie jakości informacji radiolokacyjnej

Skuteczność naprowadzania (wskazywania celów) w dużej mierze zależy od zapewnienia odpowiedniej jakości informacji radiolokacyjnej.

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,$\beta$,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 radioelektronicznych 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 prawdopodopodobieństwa 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) rakietowych, miała czas opóźnienia o wartości bliskiej zeru, a dyskretność nie większą niż 10 s.

Czasy opóźnienia występujące w obiegu informacji radiolokacyjnej przedstawia załącznik 3 tab. 1.

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 rakietowy 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 rakietowego 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 ogniw pośrednich w kanałach informacji, wybór sposobów zabezpieczenia radiolokacyjnego każdego stanowiska dowodzenia i należyte wyszkolenie bojowe składu osobowego.

## 3. MOŻLIWOŚCI ZABEZPIECZENIA RADIOLOKACYJNEGO ODDZIAŁÓW WLOP

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

c) jakość informacji radiolokacyjnej;

d) prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania lotnictwa myśliwskiego ($P_{z\ nap.}$) i wskazywania celów ($P_{wc}$) dywizjonom rakietowym.

## 3.1 Możliwości w zakresie dysponowanego czasu

Czasy gotowości bojowej do działań dla każdego pododdziału (ZT) WRt są zróżnicowane, między innymi w zależności od czasu dolotu ŚNP przeciwnika. Czas dolotu[11] zależy z jednej strony od taktycznych sposobów pokonywania systemu OP i prędkości ŚNP przeciwnika, z drugiej zaś - od miejsca dyslokacji danego RLP, zasięgu wykrywania naszych środków radiolokacyjnych i szybkości dostarczania informacji do stanowisk dowodzenia.

W załączniku 1 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[12] na szczeblu PłSD - w systemie zautomatyzowanym - 30 s i niezautomatyzowanym - 60 s oraz na szczeblu BRt - 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 w tabeli 3 oraz w załączniku 1 rys. 1.

Tabela 3

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

| | System zautomatyzowany | | | | System niezautomatyzowany | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $D_w$ = 40-100km ($H_c$ = 50-1000 m) | | $T_{DOW}$ | | $D_w$ = 40-100 km ($H_c$ = 50-10000 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 |

---

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

12/ J. Kochanowski. Zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych WR i LM OPK podczas zwalczania celów powietrznych typu CRUISE. Rozprawa habilitacyjna. WOSR, 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/.

Żeby wykonać zadanie musi być spełniony warunek:

$$T_{DOL} \geqslant T_{DOW} \qquad /3.1/$$

Z przedstawionych danych wynika, że warunek nie jest spełniony w odniesieniu do celów leżących 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 $T_{DOL} \geqslant T_{DOW}$ jest możliwe przede wszystkim poprzez realizację przedsięwzięć organizacyjnych. Dotyczy to: wyboru miejsca dyslokacji RLP (szczególnie pierwszorzutowych), a poprzez to uzyskania odpowiedniej wartości $d_{RLP}$ [13/]; doboru RLS; zwiększenia możliwości poprawienia w krótkim czasie parametrów strefy informacji radiolokacyjnej na spodziewanych kierunkach nalotu ŚNP 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.

---

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

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

- $t_{op}$ = 60s - $T_{DOL}$ = 300 i 380 s;

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, rzeźby terenu, prawdopodobnych kierunków nalotu ŚNP przeciwnika. Usytuowanie RLP w danym ugrupowaniu bojowym powinno umożliwiać jak największe "wydłużenie" SIR na kierunku prawdopodobnego nalotu ŚNP przeciwnika. Chodzi o to, żeby uzyskać jak największą wartość $d_{RLP}$ /wzór 2.6/. 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. 1, zał. 1/ poprzez zwiększenie $d_{RLP}$.

Wymagane jest zautomatyzowanie procesu 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, w których zastosowana jest kompresja impulsów echa i cyfrowa obróbka sygnału oraz najnowsze cyfrowe układy przeciwzakłóceniowe i przestrajania częstotliwości. Obecnie brak jest takich stacji zakresu metrowego, średniego zasięgu. Stacje zakresu centymetrowego i decymetrowego są w trakcie wdrażania.

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.

## 3.2. Możliwości w zakresie rubieży informacji

Dla oceny możliwości wojsk radiotechnicznych w systemie obrony powietrznej w zakresie dostarczenia informacji o obiektach powietrznych w procesie dowodzenia wojskami rakietowymi 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 (dolotu) a czasem dowodzenia stanowisk dowodzenia pododdziałów (ZT) wojsk rakietowych 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:

$$K = \frac{D_{MRIR}}{D_{PRIR}} \qquad /3.2/$$

gdzie:

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

$$D_{MRIR} = D_w \pm d_{RLP}$$

gdzie:

$D_w$ - zasięg wykrywania RLP (zewnętrzna granica strefy informacji radiolokacyjnej);

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

System radiolokacyjny [14/] będzie w stanie wykonać zadanie zabezpieczenia radiolokacyjnego wojsk rakietowych, lotnictwa myśliwskiego jedynie przy warunku $K \geqslant 1$.

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

$$T_{DOL} \geqslant T_{DOW_{dop}} \quad \text{- ujęto we wzorze /3.1/}$$

---

14/ Odnieść to można do pododziału (oddziału, ZT WRt) i oddziału (ZT) WR i LM.

### 3.2.1. Możliwości spełnienia wymagań stawianych przez wojska rakietowe

Wyliczone na podstawie wyrażenia /2.10/ liczbowe wartości wymaganej odległości do rubieży informacji radiolokacyjnej /$D_{PRIR}$/ dla wojsk rakietowych przedstawia tab. 3 załącznik 2.

Na podstawie danych na rys. 1 i rys. 2 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 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 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 rakietowego danego RLP, na kierunku spodziewanego nalotu. Na rys. 2 załącznika 5 jest widoczne, że dla $d_{RLP}$ = 50 km potrzeby są spełnione.

Innym sposobem zwiększającym zdolność spełnienia wymagań co do PRIR może być minimalizacja niezbędnego (dopuszczalnego) czasu dowodzenia ($T_{DOW}$). Porównanie czasów dowodzenia dla poszczególnych zestawów rakietowych i czasu dolotu w zależności od dalszej granicy stref ognia przedstawione są w załączniku 2.

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 0,30 /$q = 10 - 150 \cdot \frac{W}{MHz}$/[15], przy odległości źródła zakłóceń do RLP - 50 km. Spowodować to może podniesienie dolnej

---

15/ K. Korzecki, E. Piątkowski, Obrona radioelektroniczna wojsk OPL. Skrypt ASG WP, 1986, zał. 5.

granicy strefy informacji radiolokacyjnej na małych wysokościach o ok. 1000 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 80%[16/].

### 3.2.2. 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 w tab. 2 załącznika 3. Na rys. 3 i 4 załącznika 5 przedstawiono graficzne porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej, tworzonej przez dane RLP /brt/ dla potrzeb LM. Przyjęto prawdopodobne prędkości lotu ŚNP 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 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 $K \geqslant 1$ 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

---

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

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 dyżurowania. Wówczas znacznie może zmienić się $D_{PRIR}$ a poprzez to zwiększy się wskaźnik K.

Z analizy rysunku nr 3 i 4 załącznika 5 wynika, że dla małych wysokości lotu celów powietrznych, wskaźnik przestrzennej efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych lotnictwa myśliwskiego $K > 1$ dla warunku $700 \leqslant V_c \leqslant 1400$ 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.

### 3.3. Możliwości spełnienia wymagań w zakresie jakości informacji

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.

#### 3.3.1. 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 m $< \sigma_D <$ 2000 m
- w azymucie 0,5° $< \sigma_\beta <$ 2°
- w wysokości 100 m $< \sigma_H <$ 1000 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 (średnio kwadratowy błąd odczytu) obliczona z wyrażenia:

$$\sigma_{od} = \sqrt{\sigma_D^2 + \sigma_\beta^2 + \sigma_H^2} \qquad /3.3/$$

zawiera się on w przedziale od 550 m do 2600 m.

Wartość $\sigma_\beta$ została przedstawiona w jednostkach liniowych poprzez:

$$\sigma_\beta\,[km] = 0{,}0174 \cdot D\,[km] \cdot \Delta\beta\,[min] \qquad /3.4/$$

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

Przyjęto błędy odczytu:

520 m $\leqslant \sigma_\beta \leqslant$ 870 m; - dla zakresu wskaźnika - 100 km

1044 m $\leqslant \sigma_\beta \leqslant$ 1740 m; - dla zakresu wskaźnika - 200 km

1566 m $\leqslant \sigma_\beta \leqslant$ 2610 m; - dla zakresu wskaźnika - 300 km

100 m $\leqslant \sigma_D \leqslant$ 200 m;

100 m $\leqslant \sigma_H \leqslant$ 200 m.

Błąd kątowy azymutu - $20' \leqslant \sigma_\beta \leqslant 30'$.

Dokładność nanoszenia położeń (tras) obiektów powietrznych na planszet we współrzędnych biegunowych można obliczyć na podstawie wzoru:

$$\sigma_{nan} = \sqrt{\sigma_{Dnan}^2 + \sigma_{\beta nan}^2} \qquad /3.5/$$

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

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

Na planszecie w skali 1: 250 000 błąd wynosi:

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

Wartości dokładności nanoszenia obiektów powietrznych na planszet są przedstawione w tabeli 4:

Tabela 4

Wartosci dokładnosci nanoszenia obiektów powietrznych na planszet

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

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

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

Dokładność informacji radiolokacyjnej obliczyć można za pomocą wzoru:

$$\sigma_{ir} = \sqrt{\sum_{ir=1}^{k} \sigma_{ir}} \qquad /3.6/$$

$\sigma_{ir}$ - średniokwadratowy błąd danego ogniwa opracowania informacji;

k - liczba ogniw opracowania informacji.

Obliczone wartości dokładności informacji radiolokacyjnej zawierają się w przedziale od $\pm$ 5 000 do $\pm$ 15 000 m.

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

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 $\pm$ 1,2 km dla skali od 0 - 300 km oraz $\pm$ 2,4 km dla skali 0 - 600 km. Dokładność określania wysokości wynosi $\pm$ 1 km.

Dokładność ekstrapolacji przyjmuje wartość od $\pm$ 0,68 do $\pm$ 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.

### 3.3.2. Możliwości spełnienia wymagań w zakresie czasu opóźnienia i dyskretności informacji

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 wynosi około 25 s;
- SD brt wynosi około 30 s (w złożonej sytuacji około 90 s);
- SD BRt 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 łączy 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 wyszkolenia 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:

$$N_H = \frac{D \cdot G}{V_c} \qquad /3.7/$$

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 "echo sygnałów") przez RLS jest nieograniczona, ponieważ RLS i wskaźniki radiolokacyjne posiadają duże zdolności rozdzielcze w odległości i współrzędnych kątowych. 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.

Zatem dyskretność przekazywanej informacji o wymienionej liczbie obiektów powietrznych (jednocześnie działających) wynosi w relacji RLP - SD brt - 60 s; 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 najmniejsza, 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 wszystkich obiektach powietrznych 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:

$$t_D = \frac{l_d}{V_c} \qquad /3.8/$$

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 zobrazowanego na wskaźniku radiolokacyjnym (planszecie), w przypadku zobrazowania elektronicznej siatki znaczników odległości, wynosi $l_d$ = 10 km, jak również w przypadku zobrazowania 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 ogniw biorących udział w opracowaniu informacji radiolokacyjnej nie ma wpływu na dyskretność przekazywanej informacji, będzie ona zdeterminowana obrotami systemów antenowych RLS będących na wyposażeniu WRt.

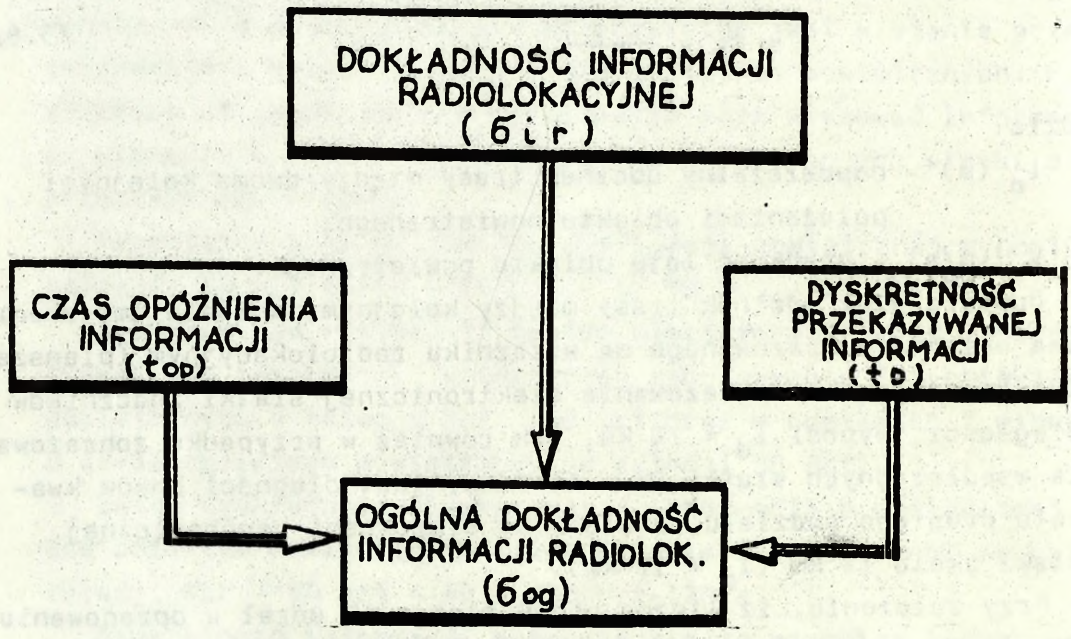
System antenowy większości RLS obraca się ze średnią prędkością 3 lub 6 obr./min., co daje co 20 s lub 10 s zmianę sytuacji na wskaźnikach ZtSD.

Biorąc pod uwagę prędkość ŚNP 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.

### 3.3.3. Możliwości spełnienia wymagań w zakresie ogólnej (wypadkowej) dokładności (błędu) informacji

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. 8).




Rys. 8 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[17/].

W tym przypadku:

$$\sigma_{og} = \sqrt{\sigma^2_{inf} + \sigma^2_{TO} + \sigma^2_{t_D}} \qquad /3.9/$$

---

17/ Podstawy analizy sytuacji powietrznej na SD wojsk radiotechnicznych OPK. Podręcznik. MON DW OPK. Warszawa 1971.

gdzie:

$\sigma_{inf}$ - błąd informacji radiolokacyjnej;

$\sigma_{TO}$ - błąd informacji radiolokacyjnej spowodowany czasem opóźnienia;

$\sigma_{t_D}$ - 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:

- dla prędkości lotu celu 220 m/s zawiera się w granicach od 25 do 65 km;
- dla V = 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 wpłynąć na obniżenie skuteczności lub uniemożliwienie zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych wojsk rakietowych i lotnictwa myśliwskiego podczas zwalczania celów powietrznych nisko lecących.

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

$$\sigma_{ogz} = \sqrt{\sigma^2_e + \sigma^2_{TO} + \sigma^2_{t_p}} \qquad /3.10/$$

gdzie:

$\sigma_e$, $\sigma_{TO}$, $\sigma_{t_D}$ - 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.

### 3.3.4. Prawdopodobieństwo zabezpieczenia radiolokacyjnego wskazywania celów dywizjonom 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 dywizjonom 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[18]:

$$P_{ZWC} = \Phi\left(\frac{R_D}{2\sigma_D}\right)\Phi\left(\frac{R_B}{2\sigma_B}\right)\Phi\left(\frac{R_\varepsilon}{2\sigma_\varepsilon}\right) \qquad /3.11/$$

$$\Phi\left(\frac{R_D}{2\sigma_D}\right) = \Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}}\int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}}\,dt \qquad /3.12/$$

gdzie:

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

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

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

---

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

Błędy wskazywania ( $\sigma_D, \sigma_\beta, \sigma_\varepsilon$ ) oraz ich składowe określa się według wzoru:

$$\sigma_{D,\beta,\varepsilon} = \sqrt{\sigma^2_{D,\beta,\varepsilon irl} + \sum_{i=1}^{n} \sigma^2_{D,\beta,\varepsilon i}} \qquad /3.13/$$

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

$$\sigma_{D,\beta,\varepsilon irl} = \sqrt{\sigma^2_{D,\beta,\varepsilon RLS} + \sigma^2_{D,\beta,\varepsilon dyn}} \qquad /3.14/$$

gdzie:

$\sigma_D, \beta, \varepsilon irl$ - błąd informacji radiolokacyjnej w określonej współrzędnej.

Błędy przeciwlotnicze zestawu rakietowego są znane i w czasie cyklu strzelania ($T_c$) są stałe. Można je wyrazić jedną wielkością

Wówczas:

$$\sigma_{D,\beta,\varepsilon} = \sqrt{\sigma^2_{D,\beta,\varepsilon irl} + \sigma^2_{D,\beta,\varepsilon pzr}} \qquad /3.15/$$

gdzie:

$\sigma_D, \beta, \varepsilon pzr$ - uśredniona wartość średniokwadratowego błędu zestawu rakietowego.

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 tabela 5 i 6.

Tabela 5

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

| x,y /km/ \ PZR | S-125 | S-75 | S-300 | KUB | KRUG | BRLS /stop/ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 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 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |

Do obliczeń przyjęto: $\sigma D_{RLS}$ = 1 km; $V_c$ = 300 m/s; $t_{op}$ = 30 s; $\sigma H_{RLS}$ = 300 m; $\sigma \beta, \varepsilon$ dyn. = 0; $D_{WC}$ = 100 km oraz dane zawarte w tabeli 6.

Tabela 6

Dane do obliczeń $P_{WC}$

| | $R_D$ /km/ | $R_\beta$ /stop/ | $R_\varepsilon$ /stop/ | $\sigma_{DZR}$ /m/ | $\sigma_{\beta ZR}$ /stop/ | $\sigma_{\varepsilon ZR}$ /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 | ± 9,5 | 20 | 0,1 | 0,1 |

Ponadto do obliczeń wykorzystano wzory:

$$\sigma D_{dyn.} = \frac{V_c \cdot t_{op}}{3} \qquad \sigma_{\varepsilon RLS} = \frac{\sigma H_{RLS} \cdot 57,3}{D_{WC}}$$

przy czym:

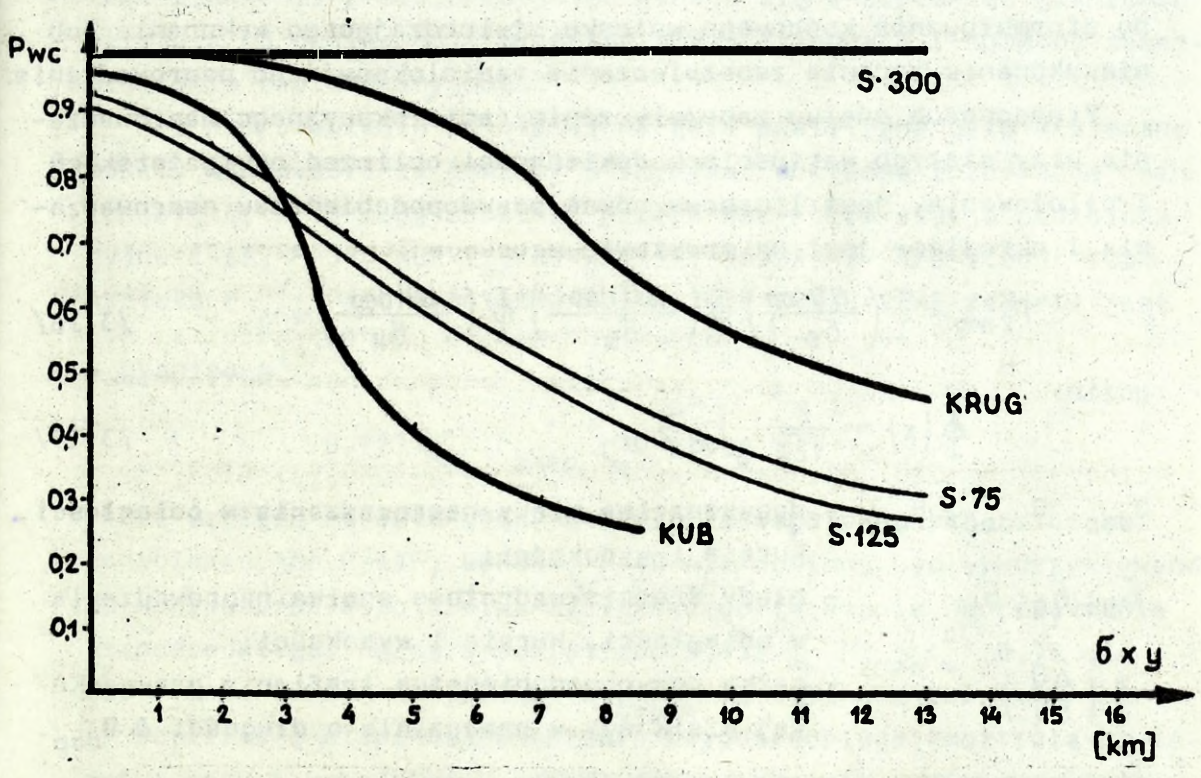
$$\sigma\beta = \sigma\beta_{RLS} \cdot D \cdot 0,0174 \text{ km}$$

Ze sporządzonego wykresu (rys.9) wynika, że dokładność informacji radiolokacyjnej ma różny wpływ na $P_{wc}$ zestawom rakietowym. 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 kątowe, a szczególnie dokładność określania azymutu przez stacje radiolokacyjne. Zależność taka

jest dość niekorzystna, ponieważ w praktyce trudno jest uzyskać małe wartości $б_{PRLS}$. 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. 9 Zależność prawdopodobieństwa wskazywania od dokładności informacji radiolokacyjnej (dla S-125, S-75, S-300, KUB, KRUG)

Jak wynika z rysunku 9 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, JAWOR-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.

### 3.3.5. 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 nawigatorskich i pilotowania, jest liczbowo równe prawdopodobieństwu naprowadzania i określane jest na podstawie wzoru:

$$P_{Z\,nap} = \Phi\left(\frac{\Delta D_{dop}}{\sigma_D}\right)\Phi\left(\frac{\Delta Q_{dop}}{\sigma_Q}\right)\Phi\left(\frac{\Delta H_{dop}}{\sigma_H}\right) \qquad /3.16/$$

gdzie:

$$\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}}\int_0^x e^{-\frac{t}{2}}\,dt \qquad /3.17/$$

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

$\sigma_D \cdot \sigma_Q \cdot \sigma_H$ - 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 $\Delta Q_{dop}$.

Obliczenie prawdopodobieństwa sprowadza się pośrednio do obliczeń błędów naprowadzania w kursie i wysokości ($\sigma_Q$, $H_{pil}$).

$$\sigma_{Q,H} = \sqrt{\sigma^2_{Q,H\,irl} + \sigma^2_{Q\,H\,nawig} + \sigma^2_{QH\,pil}} \qquad /3.18/$$

gdzie:

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

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

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

Z wyrażenia (3.18) wynika, że o wielkości błędów naprowadzania w kursie i wysokości decydują błędy informacji radiolokacyjnej. Wielkość błędów $\delta_{QH_{nawig}}$ i $\delta_{QH_{pil}}$ zależą od poziomu wyszkolenia nawigatora i pilota oraz od typu samolotu i przyjętej metody naprowadzania. Na błędy informacji radiolokacyjnej $\delta_{QH_{irl}}$ można wpływać poprzez wybór RLS o największej dokładności przekazywanej informacji w odniesieniu do odległości, azymutu i wysokości. Wartości liczbowe prawdopodobieństwa przedstawione są na rys. 10.

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[19/]:

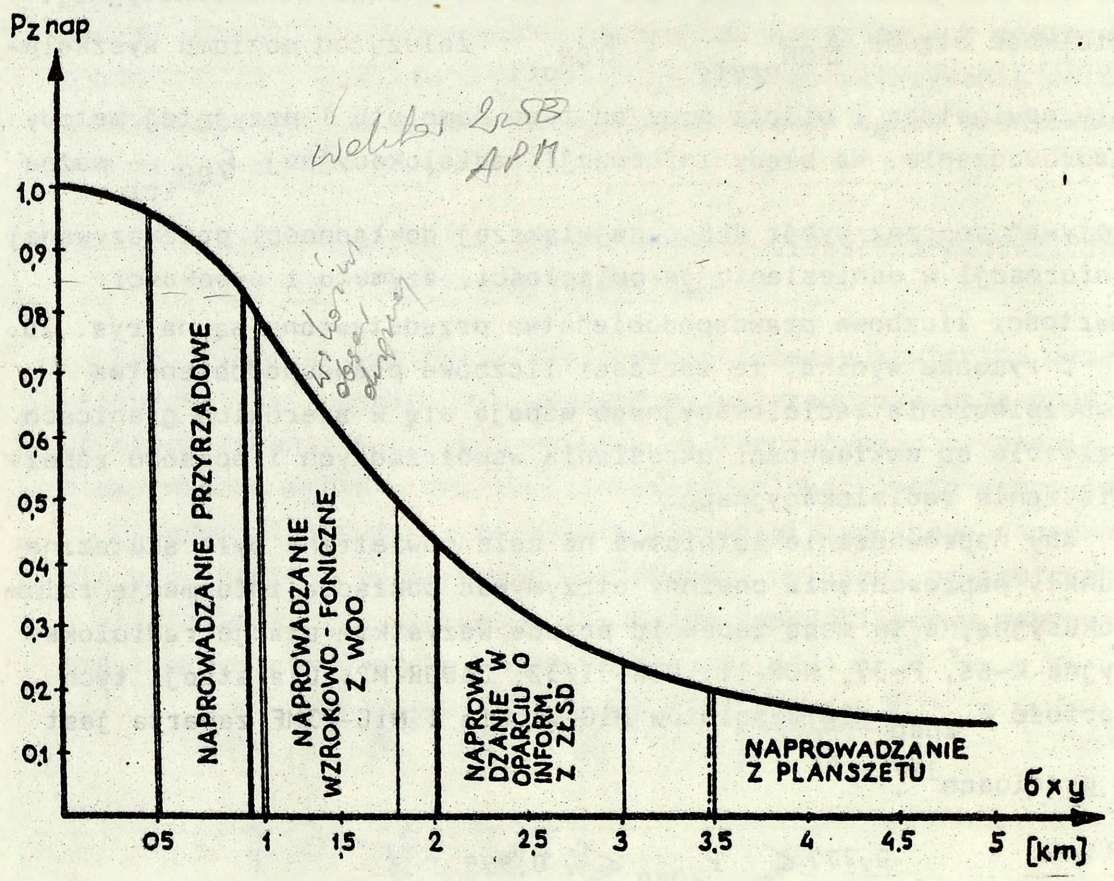
$$0,777 \leqslant P_{znap} \leqslant 0,999$$

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 $0,439 \leqslant P_{znap} \leqslant 0,76$ dla RLS P-14F, OBRONA i $0,237 \leqslant P_{znap} \leqslant 0,4592$ dla RLS P-40).

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

---

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




Rys. 10. Zależność wartości prawdopodobieństwa zabezpieczenia naprowadzania od dokładności informacji radiolokacyjnych

W podsumowaniu rozdziału można wyciągnąć następujące wnioski:

1. 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.

2. 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 otwartym. W bezpośrednim etapie naprowadzania informacja otrzymywana z RLP (RLS) spełnia wymagania w zakresie $D_{PRIR}$ szczególnie dla średnich i dużych wysokości lotu celów.

3. Potrzeby wojsk rakietowych 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 rakietowego, danego RLP na kierunku spodziewanego nalotu.

4. Niezbędny czas dysponowany do osiągnięcia przez pododdziały WRt pełnej zdolności realizacji rozpoznania radiolokacyjnego ($T_{DOL} \geqslant T_{CID}$) 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 $T_{DOL} \geqslant T_{CID}$ jest możliwe przede wszystkim przez realizację przdsięwzięć 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.

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

6. Czas opóźnienia w systemie zautomatyzowanym jest około trzy razy krótszy niż czas opóźniania 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.

7. 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).

## ZAKOŃCZENIE

Zabezpieczenie radiolokacyjne stanowi zespół czynności wykonywanych przez wojska radiotechniczne w celu efektywnego prowadzenia walki lotnictwa myśliwskiego i wojsk rakietowych ze środkami napadu powietrznego przeciwnika.

W zabezpieczeniu radiolokacyjnym oddziałów wojsk OP decydującą rolę spełniają bataliony radiotechniczne, które wypełniają postawione zadanie w ścisłym współdziałaniu z sąsiadami. Dla wykonania stawianych zadań bataliony radiotechniczne wyposaża się: w różnego typu stacje radiolokacyjne zapewniające wykrywanie obiektów powietrznych na dużych odległościach i w całym przedziale wysokości ich lotu, a także w warunkach stosowania zakłóceń radioelektronicznych; w zautomatyzowane środki zbioru, opracowania i zobrazowania informacji o obiektach powietrznych.

Pełne i racjonalne wykonanie zadania zabezpieczenia radiolokacyjnego oddziałów wojsk OP przez batalon radiotechniczny możliwe jest tylko dzięki wszechstronnemu wyszkoleniu kadry, a w tym poznaniu teorii zabezpieczenia radiolokacyjnego różnych rodzajów wojsk OP. Wiedza ta pozwala twórczo stosować jej konkretne sposoby w praktycznej działalności, w różnych warunkach konkretnej sytuacji bojowej. Temu celowi ma służyć również niniejszy skrypt.

# ZAŁĄCZNIKI

## Załącznik 1

Tab. 1. Wielkości liczbowe czasu dolotu w zależności od opóźnienia informacji, prędkości lotu i zasięgu wykrywania celów powietrznych.

Rys. 1. Zależność czasu dolotu od czasu opóźnienia informacji radiolokacyjnej, prędkości lotu celów i zasięgu wykrywania.

## Załącznik 2

Tab. 1. Wielkości liczbowe czasu dolotu celów powietrznych w zależności od odległości do dalszej granicy strefy ognia i odległości wykrycia RLP.

Tab. 2. Wartości czasu dowodzenia ($T_{DOW}$) w odniesieniu do wartości $D_d$ i gotowości bojowej zestawów rakietowych.

Tab. 3. Wartości odległości do potrzebnych rubieży informacji radiolokacyjnej dla różnych zestawów rakietowych.

Rys. 1. Zależności czasu dolotu i dowodzenia od wartości $D_d$ i wysokości lotu celów (gotowość bojowa nr 1).

Rys. 2. Zależności czasu dolotu i dowodzenia od wartości $D_d$ i wysokości lotu celów (gotowość bojowa nr 2).

## Załącznik 3

Tab. 1. Jakość informacji radiolokacyjnej w zależności od sposobu jej zobrazowania.

Tab. 2. Odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej ($D_{PRIR}$) dla różnych warunków sytuacji powietrznej.

Tab. 3. Potrzebna rubież informacji radiolokacyjnej dla LM w bezpośrednim etapie naprowadzania.

## Załącznik 4

Tab. 1. Charakterystyka strefy ognia S-125M.

Tab. 2. Charakterystyka strefy ognia S-75M.

Rys. 1. Strefa ognia S-200.

Rys. 2. Strefy ognia PZR w systemie OP.

Tab. 3. Możliwości przestrzenne wybranych samolotów państw sąsiednich.

Tab. 4. Promień działania samolotu MiG-21 bis.

Tab. 5. Promień działania samolotu MiG-23 MF.

Tab. 6 i 7. Warianty - lotu samolotu MiG-23 MF.

Tab. 8 i 9. Promienie działania MiG-29.

Rys. 3, 4 i 5. Promienie taktyczne samolotów i charakterystyki ich rozpędzania.

Załącznik 5

Rys. 1. Porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej dla WR na średnich i dużych wysokościach.

Rys. 2. Porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej dla WR na małych wysokościach.

Rys. 3. Porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej dla LM we wstępnym etapie naprowadzania.

Rys. 4. Porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej dla LM w bezpośrednim etapie naprowadzania.

Załącznik 1

Tabela 1

Wielkości liczbowe czasu dolotu w zależności od opóźnienia informacji i prędkości lotu i zasięgu wykrywania celów powietrznych

| $D_w$ /km/ | Czas dolotu $T_{DOL}$ przy $V_c$ = 250 m/s /s/ / Czas dolotu $T_{DOL}$ przy $V_c$ = 400 m/s /s/ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| op /s/ | 40 /km/ | 50 /km/ | 70 /km/ | 90 /km/ | 100 /km/ | 120 /km/ | 180 /km/ | 270 /km/ | 370 /km/ |
| 10 | 150/90 | 190/115 | 270/165 | 350/215 | 390/240 | 470/290 | 710/440 | 1070/665 | 1470/915 |
| 20 | 140/80 | 180/105 | 260/155 | 340/205 | 380/230 | 460/280 | 700/430 | 1060/655 | 1460/905 |
| 30 | 150/70 | 170/95 | 250/145 | 330/195 | 370/220 | 450/270 | 690/420 | 1050/645 | 1450/895 |
| 50 | 120/60 | 160/85 | 240/135 | 320/185 | 360/210 | 440/260 | 680/410 | 1040/635 | 1440/885 |
| 60 | 100/40 | 140/65 | 220/125 | 300/165 | 340/190 | 420/240 | 660/390 | 1020/615 | 1420/805 |
| 80 | 70/10 | 110/35 | 190/85 | 270/135 | 310/160 | 390/210 | 630/360 | 990/585 | 1390/835 |
| 120 | 40 | 80 | 160/55 | 240/105 | 280/130 | 360/180 | 600/330 | 960/555 | 1360/805 |
| 180 | | 20 | 100 | 180/45 | 220/70 | 300/120 | 540/270 | 900/495 | 1300/745 |
| 240 | | | 40 | 120 | 160 | 240/60 | 480/210 | 840/435 | 1240/685 |
| 300 | | | | 60 | 100 | 180 | 420/150 | 780/375 | 1180/625 |

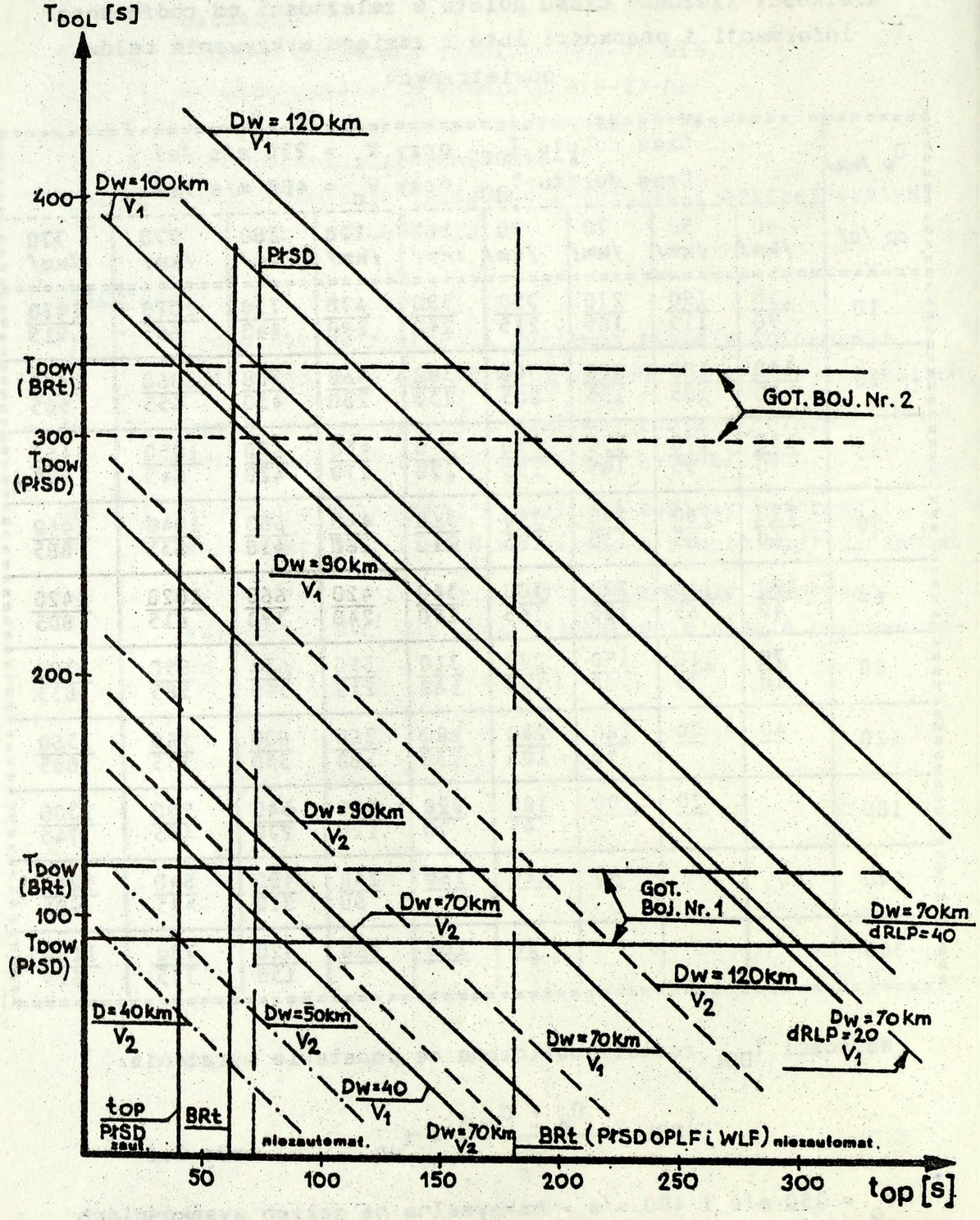
Wartości $T_{DOL}$ zostały obliczone na podstawie wyrażenia:

$$T_{DOL} = \frac{D_W \pm d_{RLP}}{V_c} - t_{op}$$ wzór 2.6

$V_c$ = 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 - 2000m.




Rys. 1. Zależność czasu dolotu od czasu opóźnienia informacji radiolokacyjnej, prędkości lotu celów i zasięgu wykrywania

Załącznik 2

Tabela 1

Wielkości liczbowe czasu dolotu celów powietrznych w zależności od odległości do dalszej granicy strefy ognia i odległości wykrycia RLP

| $D_d$ /km/ \ $D_w H_c$ | 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 | 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 |

Przedstawiono wartość $T_{DOL}$ 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;

D - odległość RLP od pozycji dr na kierunku nalotu przeciwnika;

$V_c$ - prędkość celu powietrznego - 900 km/h;

D - przyjęto równe zeru.

Tabela 2

Wartości czasu dowodzenia ($T_{DOW}$) w odniesieniu do wartości $D_d$ i gotowości bojowej zestawów rakietowych

| S-125M KUB-M3 | | S-75M | | KRUG-M | | S-300 | | S-200 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $D_d$ /km/ | $\frac{T_{DOW}/s/ \text{ got.nr 1}}{T_{DOW}/s/ \text{ got.nr 2}}$ | $D_d$ /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 obliczone z wyrażenia:

$$T_{DOW} = t_{op} + t_{pd} + t_{got} + t_{lr} \qquad \text{wzór 2.10}$$

Przyjęto:

$t_{op}$ = 1 min.;

$t_{pd}$ = 1 min.;

$t_{got.nr\ 2}$ = 5 min. dla zestawu S-125, S-75, KUB-M3; 3 min. S-300, 6 min. KRUG-M i 8 min. S-200;

$t_{got.nr\ 1}$ równy czasowi przeniesienia ognia;

$V_r$ wynosi: 600 m/s - S-125 i KUB-M3; 650 m/s - S-75; 1 000 m/s - KRUG-M, S-200 i S-300.

Tabela 3

Wartości odległości do potrzebnych rubieży informacji radiolokacyjnej dla różnych zestawów rakietowych

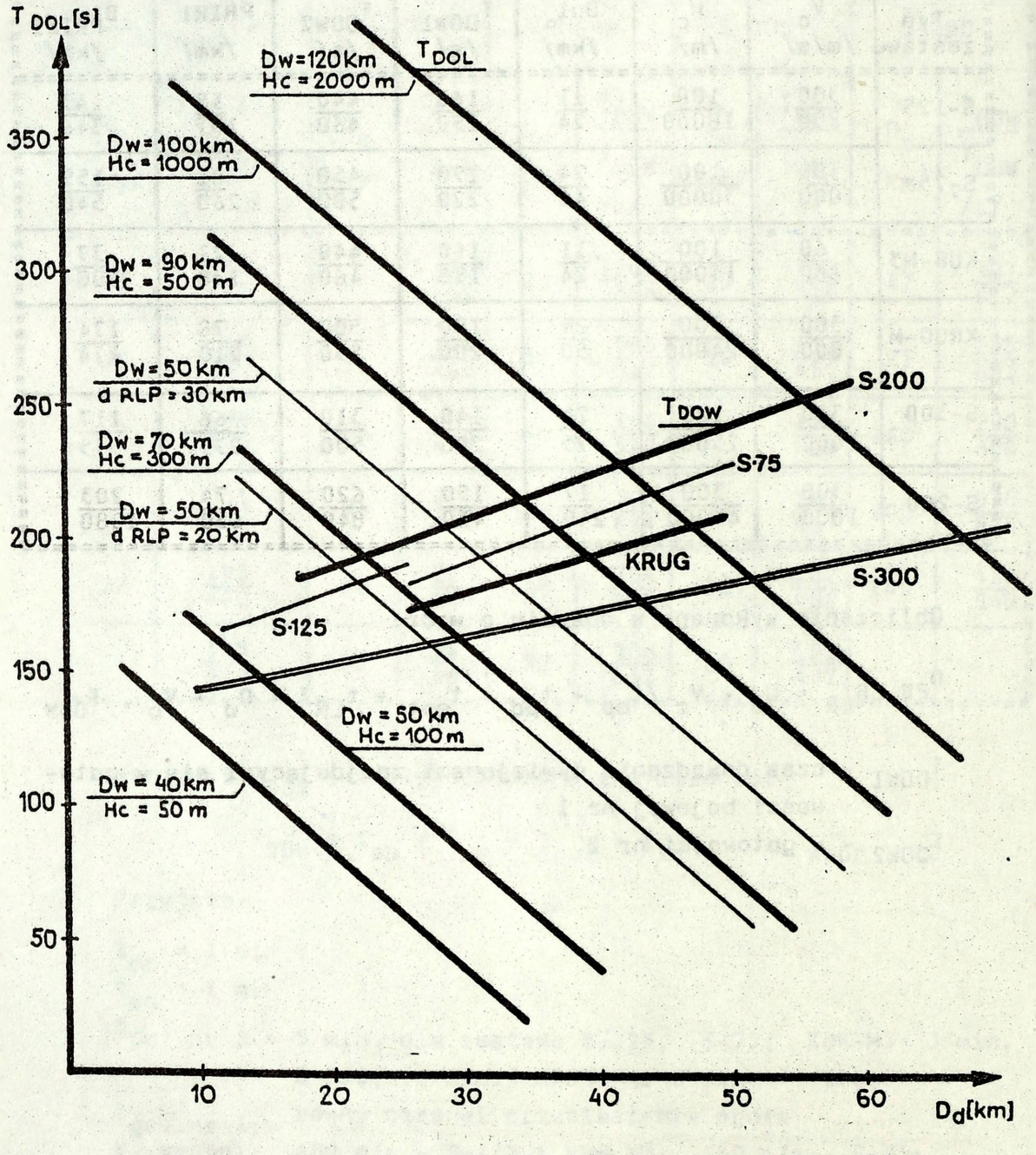
| Typ zestawu | $V_c$ /m/s/ | $H_c$ /m/ | Dol /km/ | $T_{DOW1}$ /s/ | $T_{DOW2}$ /s/ | PRIR1 /km/ | $D_{PRIR2}$ /km/ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S-125 | 300<br>700 | 100<br>18000 | 11<br>24 | 160<br>190 | 440<br>460 | 59<br>157 | 143<br>346 |
| S-75M | 300<br>1000 | 100<br>30000 | 24<br>40 | 190<br>220 | 450<br>500 | 81<br>260 | 159<br>540 |
| KUB-M3 | 60<br>600 | 100<br>14000 | 11<br>24 | 160<br>190 | 440<br>460 | 21<br>138 | 37<br>300 |
| KRUG-M | 300<br>800 | 300<br>24000 | 24<br>50 | 180<br>200 | 500<br>530 | 78<br>210 | 174<br>474 |
| S-300 | 300<br>1000 | 100<br>25000 | 24<br>75 | 140<br>200 | 310<br>500 | 66<br>275 | 117<br>575 |
| S-200 | 300<br>1000 | 300<br>41000 | 17<br>240 | 190<br>410 | 620<br>840 | 74<br>650 | 203<br>1080 |

Obliczenie wykonane w oparciu o wzór:

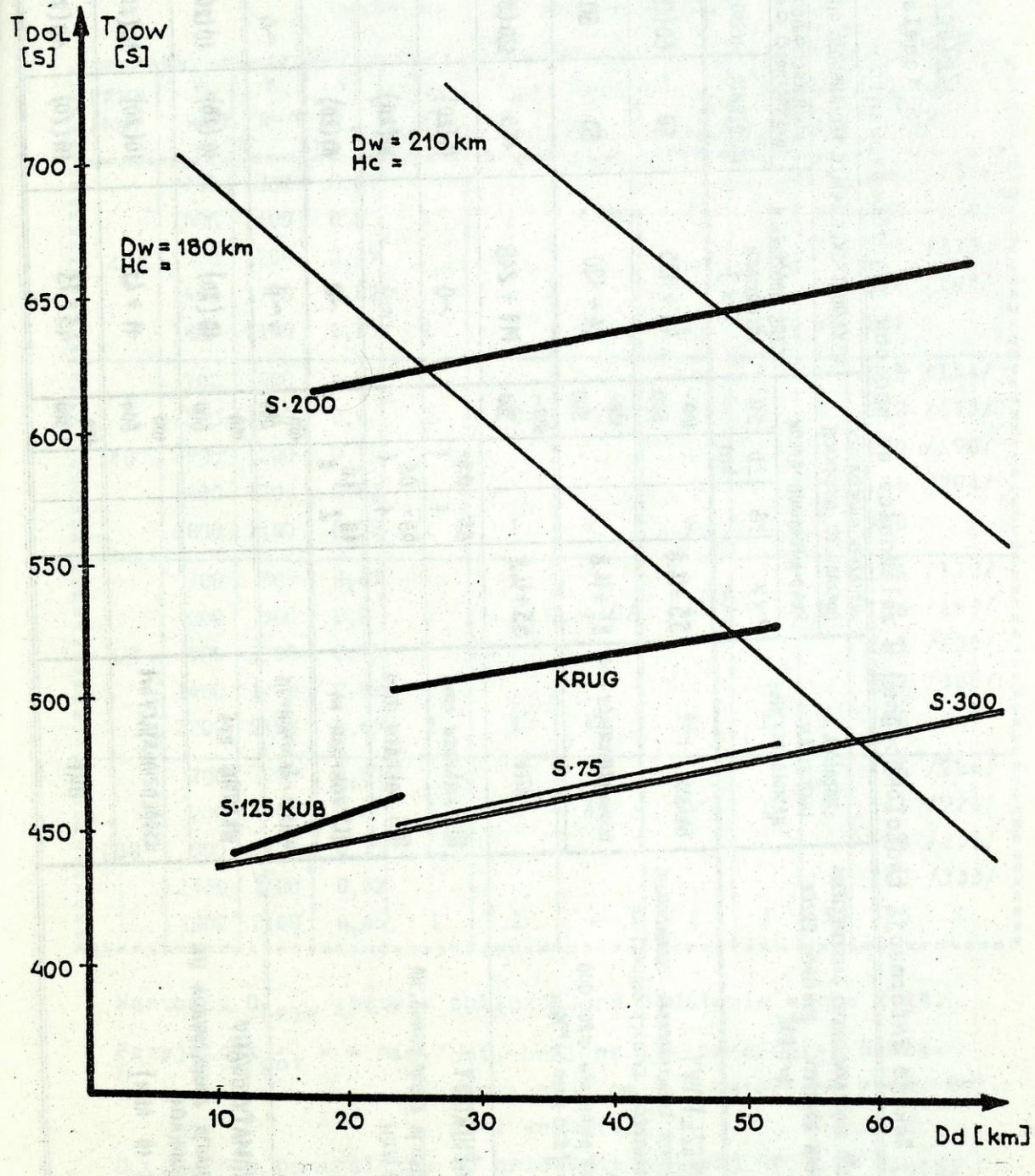
$$D_{PR\ LR_{WR}} = D_d + V_c\ /t_{op} + t_{pd} + t_{got} + t_{LR}/ = D_d + V_c \cdot T_{DOW}$$

$T_{DOW1}$ - czas dowodzenia dywizjonami znajdującymi się w gotowości bojowej nr 1

$T_{DOW2}$ - w gotowości nr 2.




Rys. 1. Zależności czasu dolotu i dowodzenia od wartości $D_d$ i wysokości lotu celów. (Zestawy rakietowe znajdują się w gotowości bojowej nr 1)




Rys. 2. Zależności czasu dolotu i dowodzenia od wartości $D_d$ i wysokości lotu celów. (Zestawy rakietowe znajdują się w gotowości bojowej nr 2)

Załącznik 3

Tabela 1

Jakość informacji radiolokacyjnej w zależności od sposobu jej zobrazowania

| LP | SPOSÓB RADIOLOKACYJNEGO ZABEZPIECZENIA DZIAŁAŃ BOJOWYCH dla OPK PRZEZ brt OPK | NADAWCA INFORMACJI RADIOLOKACYJNEJ | WSKAŹNIK OKREŚLAJĄCY DOKŁADNOŚĆ INFORMACJI | | | | WSKAŹNIKI OKREŚLAJĄCE TERMINOWOŚĆ INFORMACJI | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | BŁĄD INFORMACJI R/LOK | | | | CZAS OPÓŹNIENIA INFORMACJI [s] | MINIMALNA WARTOŚĆ DYSKRETNOŚCI [s] | |
| | | | ±X,Y km | ±β ° | ±D km | ±H m | | POŁOŻENIA | WYSOKOŚCI |
| 1 | PLANSZETOWY<br>INFORMACJA RADIOLOKACYJNA ZOBRAZOWANA NA PLANSZECIE SYTUACJI OGÓLNEJ NA DYSD<br>/ skala planszetu 1:200 000<br>$V_C = (220 \div 1100)$ m/s / | WŁASNE krt | 5.5 ÷ 14.8 | | | 100 - 500 | 44 ÷ 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<br>INFORMACJA ZOBRAZOWANA NA WOO i WRH | RLS zakresu cm | | 0.5 - 1 | 0.3 - 1 | | ~0 | 10 (20) | |
| | | RLS zakresu dcm | | 0.5 - 1 | 0.5 1 | | ~0 | 10 (20) | |
| | | RLS zakresu m | | 1.5 2 | 1.5 2 | | ~0 | 10 (20) | |
| | | wysokościomierze | | | | 100 500 | ~0 | | ~4 |
| 3 | ZAUTOMATYZOWANY<br>INFORMACJA ZOBRAZOWANA NA WSKAŹNIKACH<br>(WPS-10 ARH) | WŁASNE krt | | | | 100 500 | 10 (20) | 10 (20) | 10 (20) |
| | | WSPÓŁDZIAŁAJĄCY brt | | | | 100 500 | 11 ÷ 42 | 10 (20) | 10 (20) |
| | | BRt | | | | 100 500 | 43 - 73 | 10 (20) | 10 (20) |

Tabela 2

Odległości do potrzebnej rubieży informacji radiolokacyjnej ($D_{PRIR}$) dla różnych warunków sytuacji powietrznej (wstępny etap naprowadzania)

| 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/ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 700 | 800 | 0,87 | | | | | | | 94 /137/ |
| | 800 | 1100 | 0,8 | 1 | 1 | 4/8/ | - | 1 | 5 | 105 /157/ |
| 20 | 900 | 1200 | 0,75 | | | | | | | 115 /175/ |
| | 1400 | 1700 | 0,82 | | | | | | | 174 /267/ |
| | 1800 | 2100 | 0,85 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 5 | 282 |
| | 700 | 800 | 0,87 | | | | | | | 109 /154/ |
| | 800 | 1000 | 0,8 | 1 | 2 | 4/8/ | - | 1 | 5 | 120 /173/ |
| 40 | 900 | 1200 | 0,75 | | | | | | | 130 /190/ |
| | 1400 | 1700 | 0,82 | | | | | | | 191 /284/ |
| | 1800 | 2100 | 0,85 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 5 | 300 |
| | 700 | 800 | 0,87 | | | | | | | 126 /172/ |
| | 800 | 900 | 0,8 | 1 | 1 | 4/8/ | - | 1 | 5 | 136 /189/ |
| 60 | 900 | 1000 | 0,75 | | | | | | | 145 /205/ |
| | 1400 | 1700 | 0,82 | | | | | | | 207 /300/ |
| | 1800 | 2100 | 0,85 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 5 | 320 |
| | 700 | 800 | 0,87 | | | | | | | 166 /206/ |
| | 800 | 1000 | 0,8 | 1 | 1 | 4/8/ | - | 1 | 5 | 141 /221/ |
| 100 | 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 2.14.

Przyjęto $t_{got}$ = 4 min./got. boj. nr 1 - para/ oraz 8 min. /got. boj. nr 2 - para/ lub /got. boj. 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.

Tabela 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. półsf. |

Obliczeń dokonano w oparciu o wzór 2.16.

$t_N$ - 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.

Załącznik 4

Tabela 1

Charakterystyka stref ognia PZR-125M podczas strzelania w rodzaju pracy RL (radiolokacyjne)

| $H_c$ /km/ | $V_c$ = 300 m/s | | | 300 m/s $V_c$ 560 m/s | | | 560 m/s $V_c$ 700 m/s | | | $V_c$ 560 m/s | | | $D_b$ /km/ $V_c$ 300 m/s $P_c$ = 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $D_d$ max /km/ | $d_d$ max /km/ | q ± stop | $D_d$ max /km/ | $d_d$ max /km/ | q ± stop | $D_d$ max /km/ | $d_d$ max /km/ | q ± stop | $D_d$ max /km/ | $d_d$ max /km/ | q ± stop | |
| | $Q_c$ = 1-5 $m^2$ | | | | | | | | | $Q_c$ = 0,5 $m^2$ | | | |
| | Bez zakłóceń | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 0,02 | 11,0 | 11,0 | 75 | 11,0 | 11 | 25 | - | - | - | - | - | - | 3,5 |
| 0,05 | 11,0 | 11,0 | 75 | 11,0 | 11 | 75 | - | - | - | 11,0 | 11,0 | 60 | 3,6 |
| 0,5 | 17,0 | 11,0 | 160 | 15,5 | 15 | 60 | - | - | - | 13,5 | 13,5 | 60 | 3,8 |
| 1 | 17,0 | 11,0 | 160 | 15,5 | 15 | 60 | - | - | - | 13,8 | 13,8 | 60 | 3,9 |
| 3 | 17,2 | 11,0 | 160 | 15,5 | 15,5 | 60 | 16,0 | 15,5 | 60 | 14,7 | 14,3 | 60 | 4,3 |
| 5 | 17,7 | 11,0 | 160 | 16,3 | 15,5 | 60 | 16,3 | 15,5 | 60 | 15,3 | 11,5 | 60 | 7,0 |
| 10 | 19,7 | 11,0 | 160 | 17,2 | 14,0 | 60 | 17,2 | 14,0 | 60 | 16,2 | 12,8 | 60 | 10,0 |
| 12 | 20,8 | 11,0 | 150 | 17,8 | 13,0 | 60 | 17,8 | 13,1 | 60 | 16,7 | 11,7 | 60 | 13,0 |
| 14 | 22,0 | 11,0 | 145 | 18,4 | 12,0 | 60 | 18,4 | 12,0 | 60 | 17,5 | 10,5 | 60 | 14,7 |
| 18 | 24,0 | 11,0 | 90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 19,0 |
| | W zakłóceniach pasywnych (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 | |
| 0,5 | 13,2 | 13,2 | 60 | 13,2 | 13,2 | 60 | - | - | - | 13,2 | 13,2 | 60 | |
| I | 13,1 | 13,1 | 60 | 13,1 | 13,1 | 6 | - | - | - | 13,1 | 13,1 | 60 | |

ç.d. tabeli 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 13,0 | 12,0 | 60 | 13,0 | 13,0 | 60 | - | - | - | 13,0 | 12,0 | 60 | |
| 8 | 13,0 | 10,3 | 60 | 13,0 | 10,3 | 60 | - | - | - | 13,0 | 10,3 | 60 | |
| | W zakłóceniach aktywnych (metoda TP) | | | | | | | | | | | | |
| 0,10 | 6,4 | 6,4 | 60 | 6,4 | 6,4 | 60 | - | - | - | 6,4 | 6,4 | 60 | |
| 0,16 | 10,0 | 10,0 | 60 | 10,0 | 10,0 | 60 | - | - | - | 10,0 | 10,0 | 60 | |
| 1 | 10,0 | 10,0 | 60 | 10,0 | 10,0 | 60 | - | - | - | 10,0 | 10,0 | 60 | |
| 3 | 10,4 | 10,0 | 60 | 10,4 | 10,0 | 60 | - | - | - | 10,4 | 10,0 | 60 | |
| 5 | 11,2 | 10,0 | 60 | 11,2 | 10,0 | 60 | - | - | - | 11,2 | 10,0 | 60 | |
| 6 | 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

$\eta$ - kąt kursowy celu

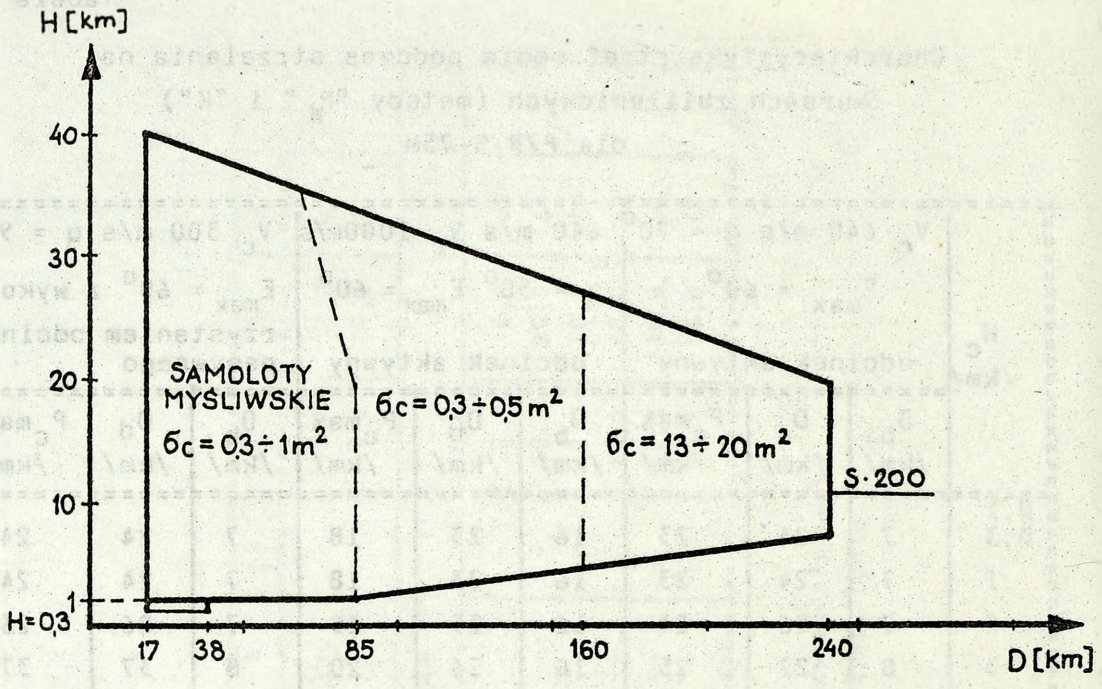
Tabela 2

Charakterystyka stref ognia podczas strzelania na kursach zbliżeniowych (metody "$P_W$" i "K") dla PZR S-75M

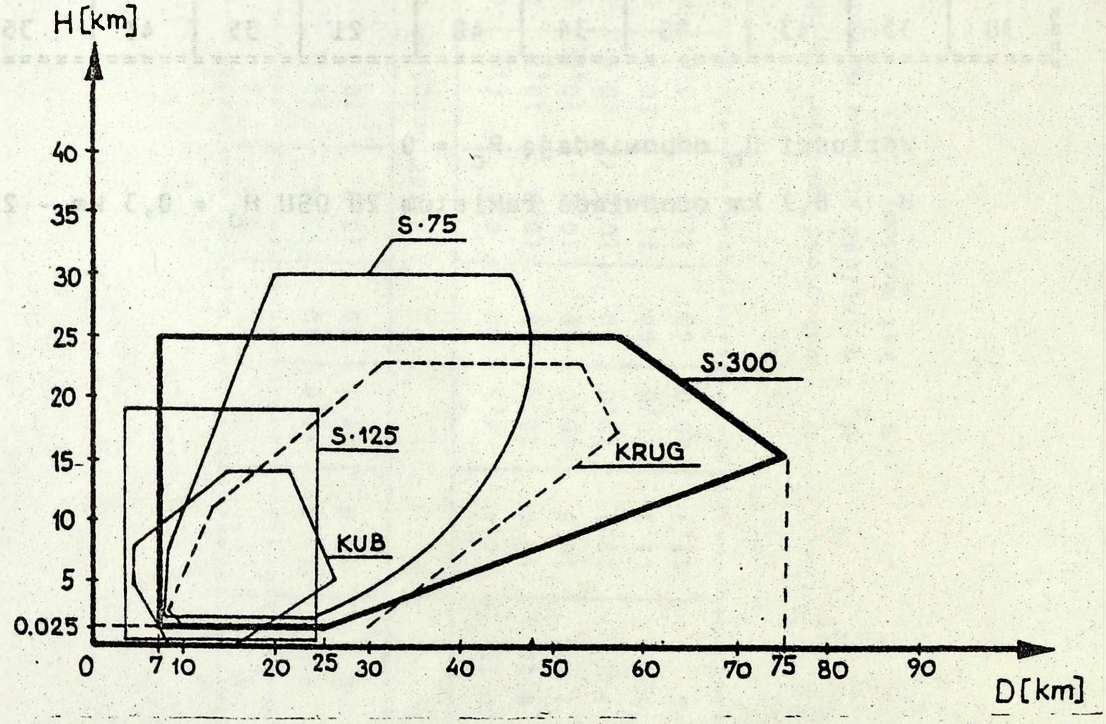
| $H_c$ /km/ | $V_c$ 640 m/s q = 70° $E_{max}$ = 60° odcinek aktywny | | | 640 m/s $V_c$ 1000m/s q = 50° $E_{max}$ = 60° odcinek aktywny | | | $V_c$ 300 m/s q = 90° $E_{max}$ = 60° z wykorzystaniem odcinka pasywnego | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $D_b$ /km/ | $D_d$ /km/ | $P_c max$ /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.




Rys. 1. Strefa ognia PZR S-200




Rys. 2. Strefy ognia przeciwlotniczych zestawów rakietowych w systemie OP

Tabela 3

Możliwości przestrzenne wybranych samolotów państw sąsiednich

| Nazwa typ | Prędkość (km/h) | | | Pułap prakt. | Takt.promień działania (km) x/ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Maks. na dużej wys. | Maks.na małej wys. | Przelot | /m/ | 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.

Tabela 4

Promienie działania samolotu MiG-21 bis

| Wariant napełnienia paliwem | Warunki lotu | WYSOKOŚĆ LOTU /m/ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 100 | 500 | 1000 | 3000 | 5000 | 7000 | 10000 | 12000 | 14000 | 16000 | 17500 |
| Zbiornik zasadniczy | $V_{rz}$/km/h/ | 735 | 735 | 740 | 780 | 810 | 850 | 900 | 1950 | 1950 | 1950 | 1950 |
| | M | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,66 | 0,69 | 0,75 | 0,83 | 1,83 | 1,83 | 1,83 | 1,83 |
| | $t_{lotu}$ /min./ | 42 | 43 | 44 | 47 | 53 | 56 | 60 | 36 | 36 | 37 | 38 |
| | R /km/ | 215 | 220 | 225 | 270 | 300 | 335 | 385 | 240 | 250 | 250 | 260 |
| Zbiornik 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 | | | | |
| | $t_{lotu}$ | 49 | 50 | 51 | 56 | 63 | 67 | 74 | | | | |
| | R | 260 | 265 | 270 | 315 | 370 | 400 | 440 | | | | |
| Zbiornik 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 | | | | |
| | $t_{lotu}$ | 55 | 57 | 58 | 62 | 69 | 74 | 80 | | | | |
| | R | 290 | 310 | 315 | 350 | 400 | 440 | 520 | | | | |
| Zbiornik zasad. + 2xzb. 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 | | | | |
| | $t_{lotu}$ | 57 | 60 | 61 | 65 | 73 | 77 | 80 | | | | |
| | R | 315 | 320 | 325 | 365 | 430 | 500 | 520 | | | | |

UWAGI: - zapas bezpieczny paliwa - 500 l
- nie uwzględniono paliwa na walkę powietrzną.

Tabela 5

Promienie działania samolotu MiG-23MF

| WARIANT NAPEŁNIENIA PALIWEM | WARUNKI LOTU | WYSOKOŚĆ LOTU /m/ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 100 | 500 | 1000 | 3000 | 5000 | 7000 | 10000 | 12000 | 14000 | 16000 | 17500 |
| Zbiorniki zasadnicze | $V_{rz}$ (km/h) | 800 | 800 | 800 | 820 | 830 | 840 | 850 | 1950 | 2150 | 2500 | 2150 |
| | M | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 1,83 | 2,00 | 2,35 | 2,0 |
| | $t_{lotu}$ (min.) | 64 | 66 | 68 | 80 | 88 | 107 | 124 | 35 | 34 | 34 | 34 |
| | R | 370 | 385 | 400 | 470 | 530 | 680 | 780 | 230 | 240 | 250 | 250 |
| Zbiorn.zasad. + zb. 800 l | $V_{rz}$ | 800 | 800 | 800 | 820 | 830 | 840 | 850 | | | | |
| | M | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | | | | |
| | $t_{lotu}$ | 71 | 72 | 73 | 89 | 102 | 121 | 145 | | | | |
| | R | 420 | 430 | 440 | 565 | 665 | 780 | 780 | | | | |
| Zbiorn.zasad. + 2xzb. 800 l | $V_{rz}$ | 800 | 800 | 800 | 820 | 830 | 840 | 850 | | | | |
| | M | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,7 | 0,7 | 0,75 | 0,75 | | | | |
| | $t_{lotu}$ | 78 | 80 | 81 | 95 | 109 | 140 | 166 | | | | |
| | R | 480 | 495 | 510 | 595 | 690 | 915 | 1140 | | | | |
| Zbiorn.zasad. + 3 zb. 800 l | $V_{rz}$ | 800 | 800 | 800 | 820 | 830 | 840 | 850 | | | | |
| | M | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,7 | 0,7 | 0,75 | 0,75 | | | | |
| | $t_{lotu}$ | 91 | 92 | 94 | 112 | 133 | 162 | 188 | | | | |

Zapas bezpieczny paliwa - 800 l.

Tabela 6

Wariant 1 - lot na małych wysokościach z dwoma zakrętami bez zbiorników dodatkowych (H = 500), samolotu MiG-23MF

| WARUNKI LOTU | ELEMENTY LOTU | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Uruchomienie, kołowanie i start | Rozpędzanie i wznoszenie $x = 16\text{-}72^{o}$ | Lot na max zakr. pracy silnika $x=72^{o}$ | Manewr na przechwycenie $x = 72^{o}$ | Lot na pełnym dopalaniu | Lot na prędk. max. zasięgu $x = 16^{o}$ | Lot po kręgu do lądowania $x = 18^{o}$ | | $R_T$ |
| 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 | |
| $V_{rz}$ | | 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

Tabela 7

Wariant 2 - lot na dużych wysokościach i w stratosferze na przechwycenie celu z przedniej półsfery, z dwiema rakietami bez zbiorników dodatkowych samolotu MiG-23MF

| Wysokość lotu /m/ | Warunki lotu | ETAPY LOTU | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Wznoszenie | Lot poziomy i rozpędzenie na H = 10000 | Wznoszenie | Lot poziomy | $R_T$ |
| 10000 | S /km/ | 35 | 60 | | 90 | 185 |
| | t /min.s/ | 2.20 | 2.40 | | 2.50 | |
| | $V_{rz}$ /km/h/ | 980 | 980-1880 | | 1880 | |
| 12000 | S /km/ | 35 | 60 | 25 | 85 | 205 |
| | t /min.s/ | 2.20 | 2.40 | 0.40 | 2.20 | |
| | $V_{rz}$ | 980 | 980-1880 | 1880-2150 | 2150 | |
| 14000 | S /km/ | 35 | 60 | 35 | 110 | 240 |
| | t /min.s/ | 2.20 | 2,40 | 1.00 | 2.20 | |
| | $V_{rz}$ /km/h/ | 980 | 980-1880 | 1880-2150 | 2150 | |
| 16000 | S /km/ | | 60 | 65 | 90 | 250 |
| | t /min.s/ | | 2.40 | 1.50 | 2.20 | |
| | $V_{rz}$ | | 980-1880 | 1880-2150 | 2150 | |

Tabela 8

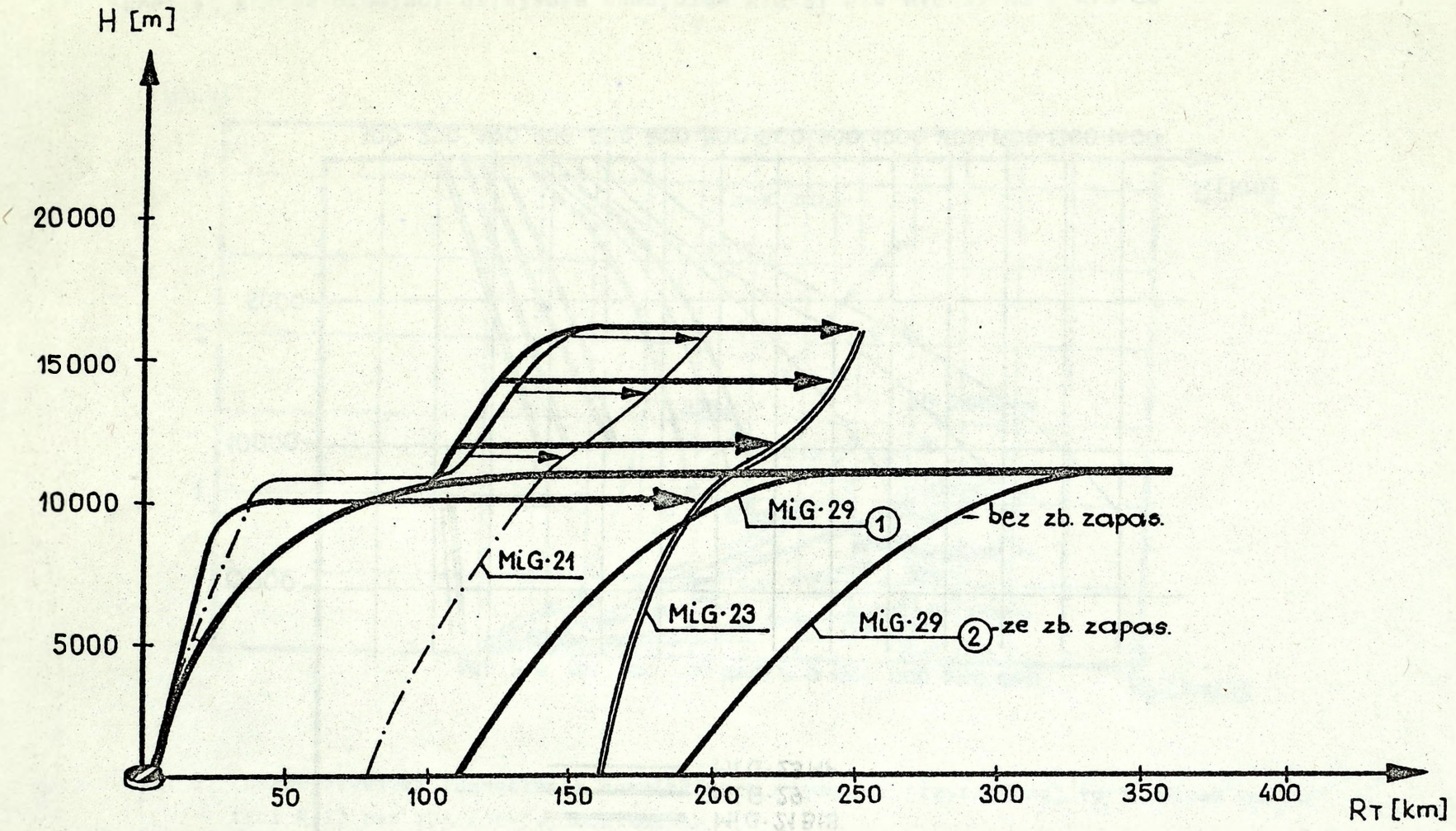
Promień działania MiG-29 dla dwóch wariantów lotu

| 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 | 0,5 | 112 | 0,795 | 800 | początkowa - 11 000 | |
| 2 | Jak wyżej i zrzut zbiorników dodatkowych po wypracowania paliwa | 820 | 0,5 | 112 | 0,795 | 855 | końcowa 12 300 | 16 693 |
| | | 355 | | | | | 200 | |

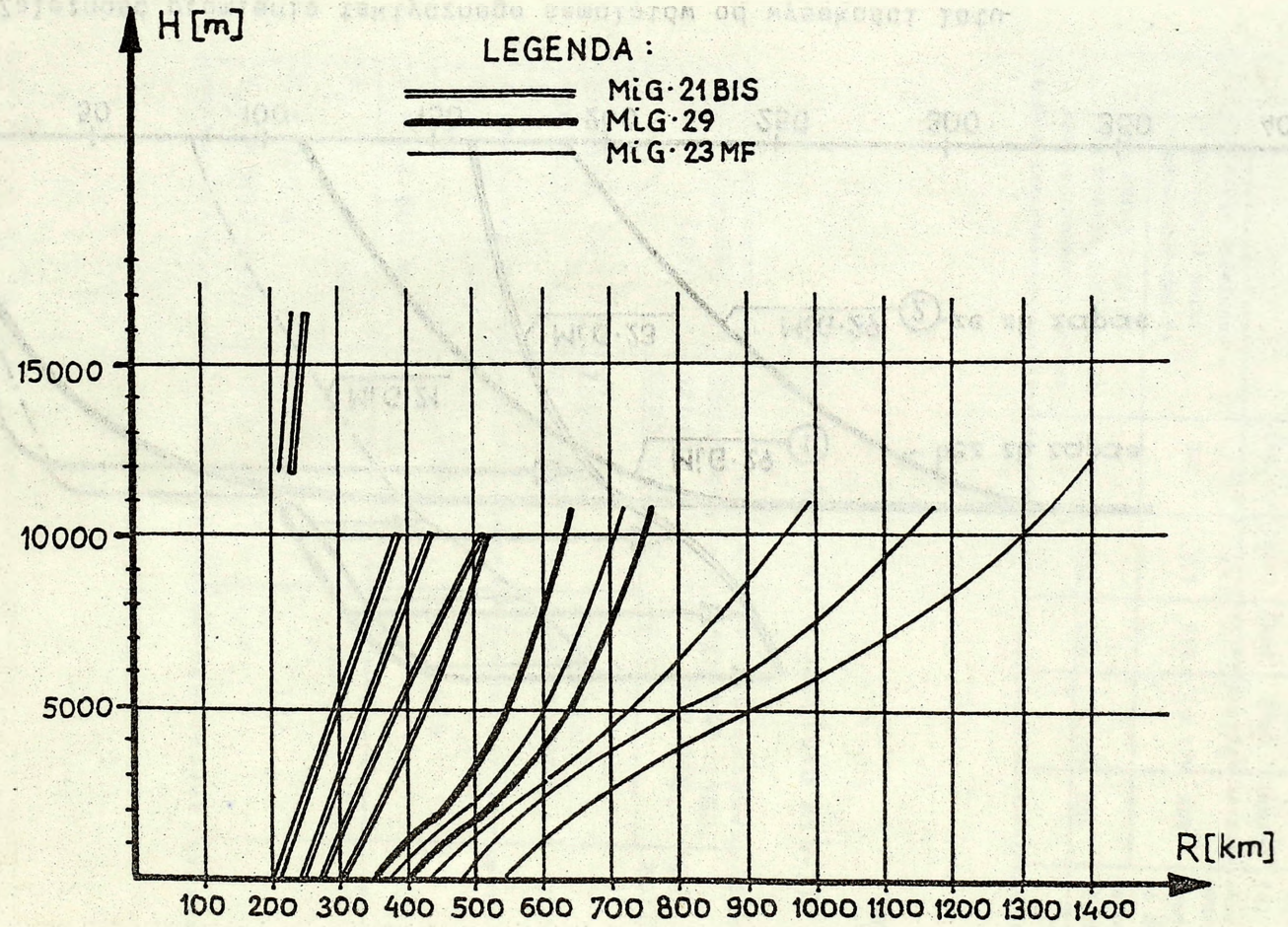
Tabela 9

Promienie taktyczne samolotu MiG-29

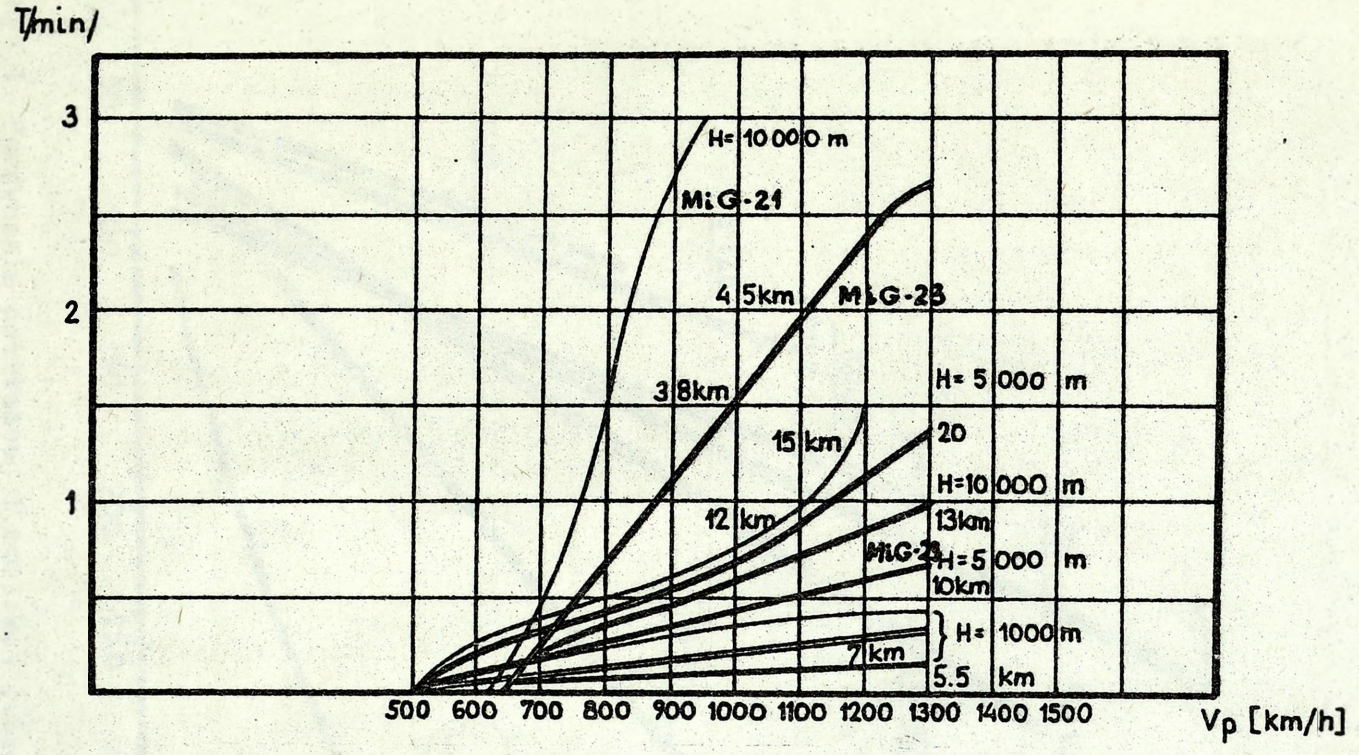
| Warunki lotu / Promień taktyczny | Dodatkowy zbiornik PTB-1500 uzbroj.-2xR-27R i 2xR-73E, czas walki - 7 min. | | Bez dodatkowego zbiornika |
|---|---|---|---|
| | Zbiornik zrzucany | Zbiornik niezrzucany | |
| $R_{T\,max}$ (km) H = 12 000 m | 650 | 670 | 450 |
| $R_T$ (km) H = 200 m $V_{rz}$ = 800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



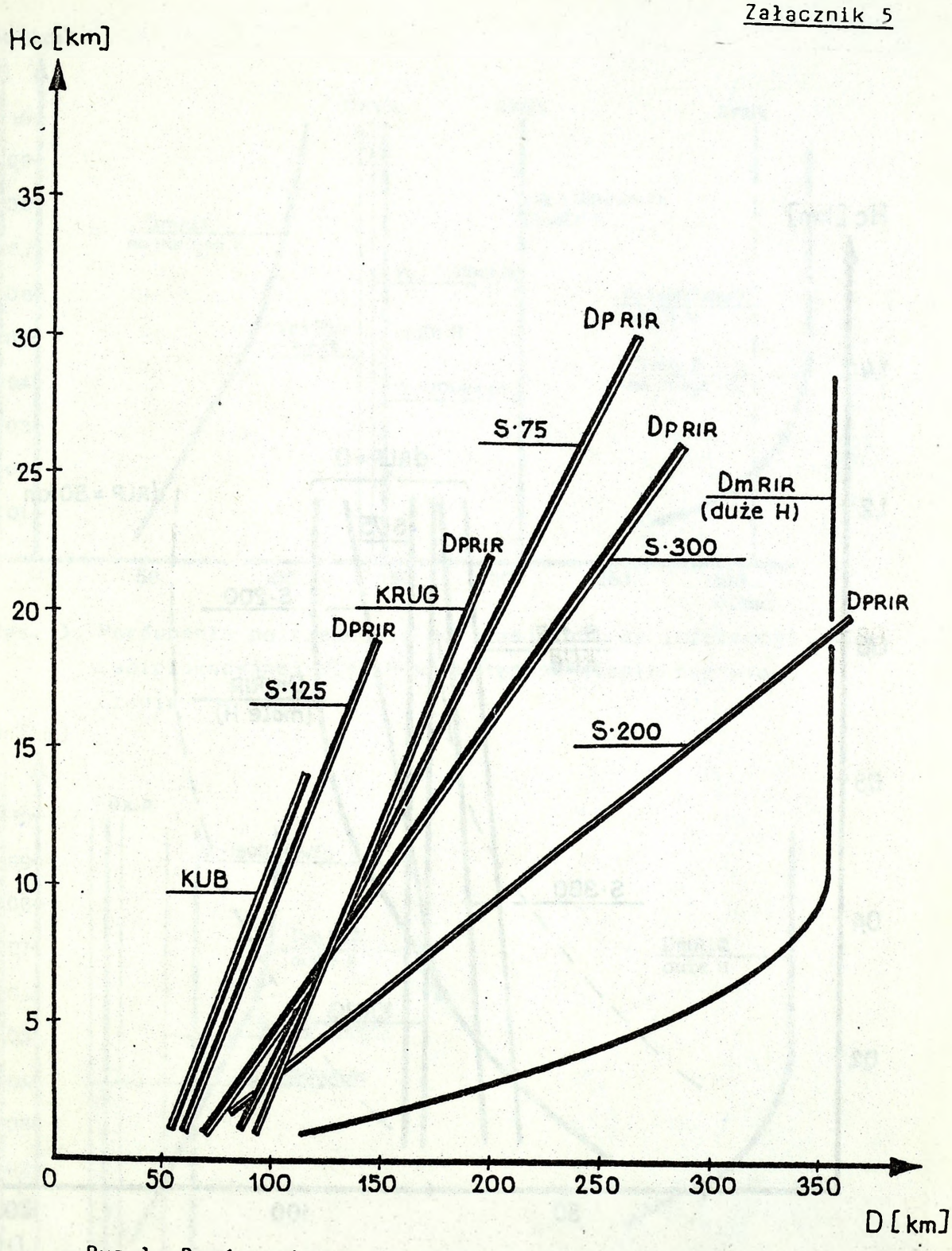

Rys. 3. Zależność promienia taktycznego samolotów od wysokości lotu



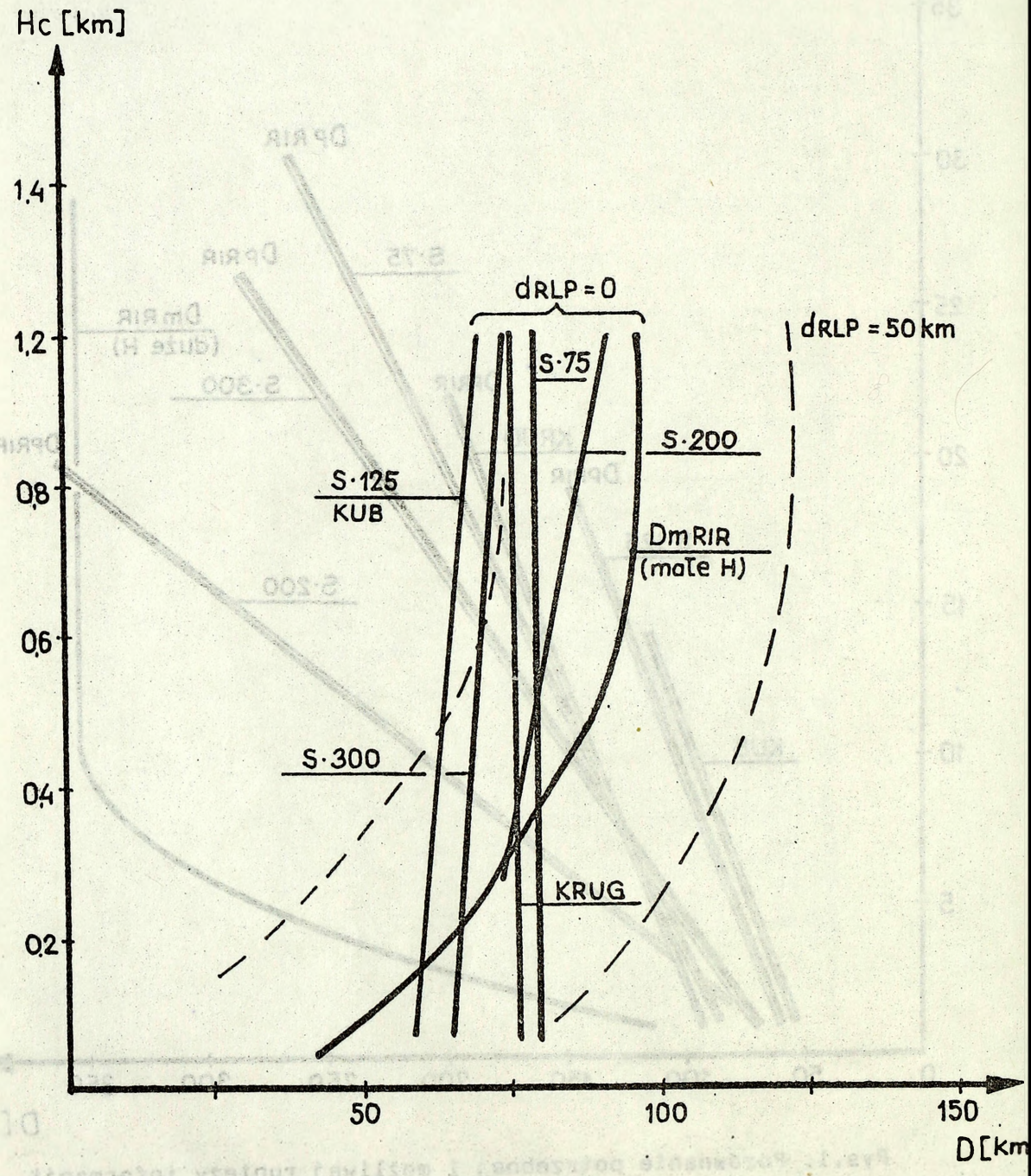

Rys. 4. Wykres promieni działania samolotów MiG-21 bis, MiG-23 MF i MiG-29



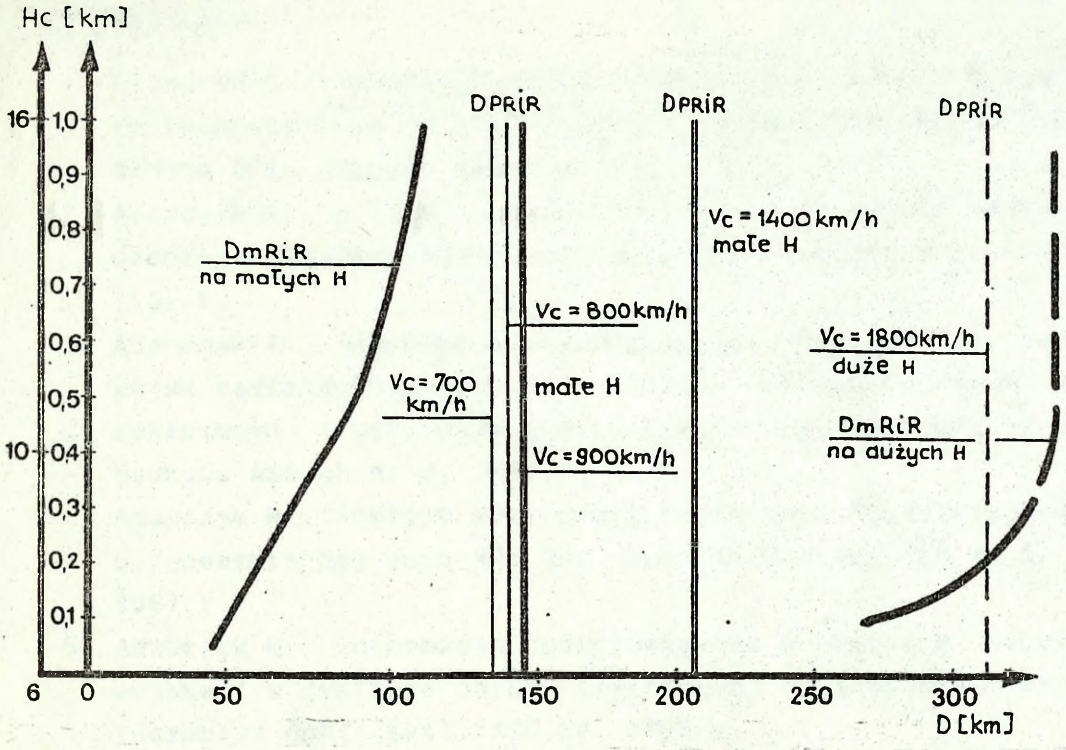

Rys. 5. Charakterystyki rozpędzania samolotów do prędkości przyrządowej Vp z dwiema rakietami R-23 bez zbiorników dodatkowych



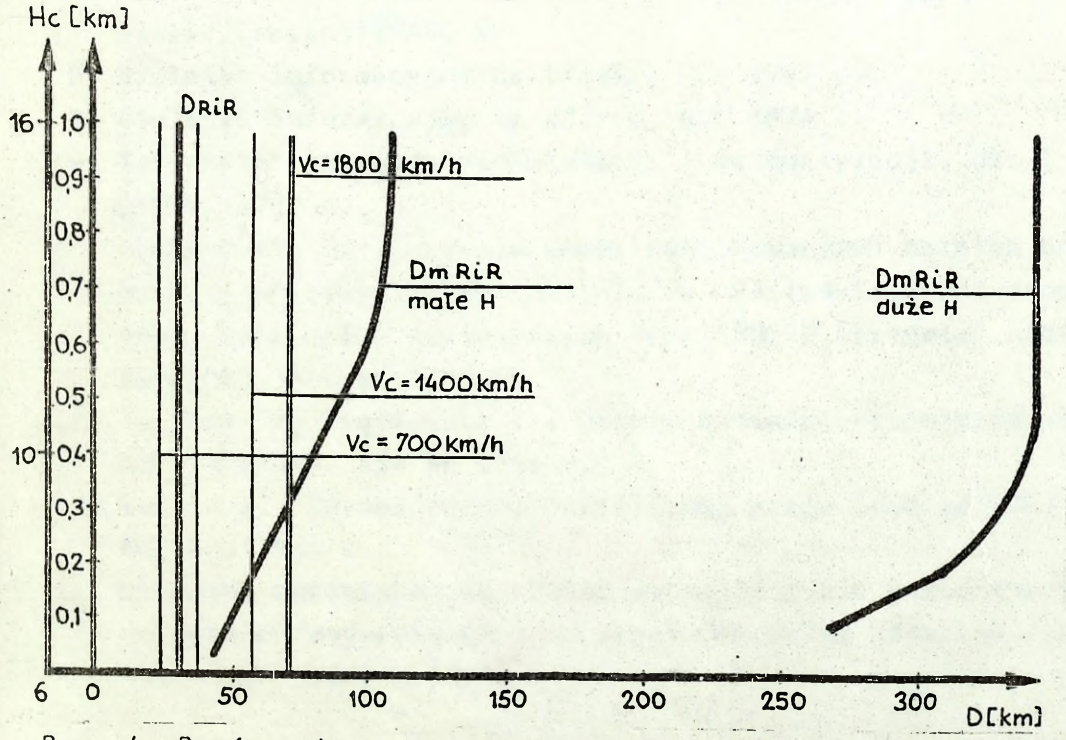

Rys.1. Porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej dla WR na średnich i dużych wysokościach




Rys. 2. Porównanie potrzebnej i możliwej rubieży informacji radiolokacyjnej na małych wysokościach




Rys. 3. 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

LITERATURA:


1. Adamczyk A.: Koncepcja metody efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych związku operacyjno-taktycznego OPK. Zeszyty Naukowe ASG WP nr 1, 1980 r.
2. Adamczyk A.; Antczak S.; Zabłocki E.: Efektywność zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych wojsk OPK. ASG WP 1981 r.
3. Adamczyk A.; Adamczyk M.: Ocena wpływu efektywności użycia wojsk radiotechnicznych na rezultaty działań bojowych wojsk rakietowych i lotnictwa myśliwskiego w systemie OPK. Zeszyty Naukowe ASG WP nr 3, 1988 r.
4. Adamczyk M.: Analiza możliwości taktyczno-organizacyjnych ugrupowania bojowego WRt OPK. Zeszyty Naukowe ASG WP nr 1, 1987 r.
5. Adamczyk M.: Informacja radiolokacyjna w procesie dowodzenia wojskami w systemie obrony powietrznej na terytorium kraju (Rozprawa doktorska), ASG WP, 1990 r.
6. Antczak S: Kryteria oceny efektywności zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych, przegląd WLiOPK nr 8, 1980 r.
7. Antczak S.; Taktyka Wojsk Radiotechnicznych - batalion, kompania, (skrypt), ASG WP.
8. Biuletyn Informacyjny nr 1/144/, MON 1986 r.
9. Biuletyn Informacyjny nr 2/122/, MON 1976 r.
10. Informator sprzętów radiolokacji i automatyzacji, cz. I DWOPK, 1984 r.
11. Kochanowski J.: Zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych wojsk rakietowych i lotnictwa myśliwskiego OPK podczas zwalczania celów powietrznych typu CRUISE (rozprawa habilitacyjna), ASG WP 1985 r.
12. Korzecki K; Piątkowski E.: Obrona radiolelektroniczna wojsk OPL (skrypt), ASG WP 1986 r.
13. Kukuła Z.: Korpus obrony powietrznej kraju (podręcznik) ASG WP, 1984 r.
14. Metodyka opracowywania planów zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych LM i WR wojsk OPK przez batalion radiotechniczny, DWOPK 1982 r.

15. Połączone stanowisko dowodzenia szczebla taktycznego wojsk OPK, DWOPK 1980 r.
16. Taktyka WRt wojsk obrony powietrznej kraju, DWOPK 1977 r.
17. Taktyka wojsk rakietowych OPK (podręcznik), DWOPK 1983 r.
18. Zabłocki E.; Antczak S.: Ocena efektywności działań bojowych wojsk obrony powietrznej kraju (rozprawa habilitacyjna), ASG WP 1985 r.
19. Zabłocki E.: Taktyka lotnictwa myśliwskiego obrony powietrznej kraju, ASG WP nr 4, 1983 r.

Wydrukowano w 20 egz.
Egz. nr 1-20 - Bibl.Gł.DZN
Wyk. płk A.Adamczyk
płk M.Adamczyk
Druk.EJ
Druk.AON nr pf 987/WW
Kor. EA

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 60837
II
Akademii Obrony Narodowej

BIBLIOTEKA NIEJAWNA
Nr ewid. I-477/S
Akademii Obrony Narodowej

BIBLIOTEKA GŁÓWNA
Nr ewid.
III
Zbiorów Niejawnych - Akademia