



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

ASG WP wewn. 4159/88

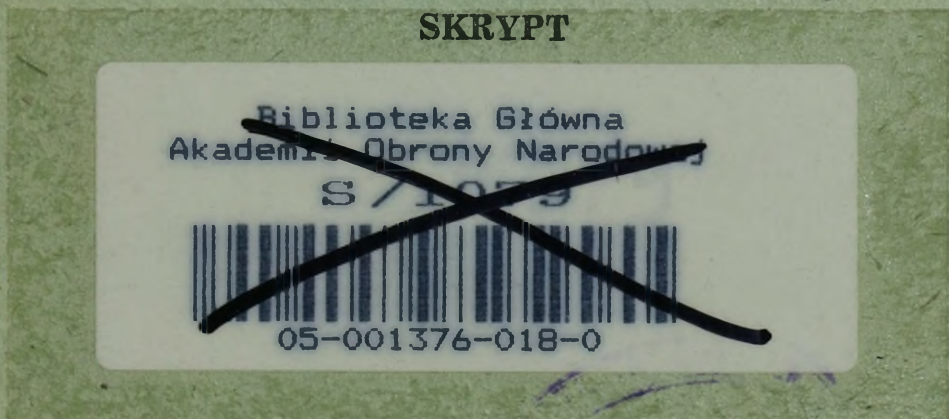
~~Do użytku służbowego~~

Egz. nr 18

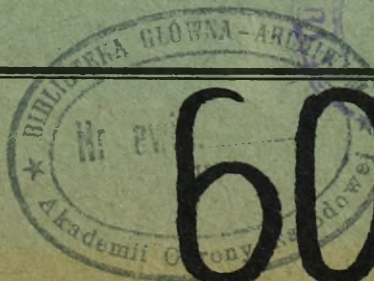
Płk dypl nawig. Tadeusz PAWLAK

METODY OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI PRZECHWYTYWANIA CELÓW POWIETRZNYCH PRZEZ SAMOLOTY MYŚLIWSKIE

SKRYPT



WARSZAWA



60381

1988



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

ASG WP wewn. 4159/88

~~Do użytku służbowego~~

Egz. nr 18

Płk dypl nawig. Tadeusz PAWLAK

METODY OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI PRZECHWYTYWANIA CELÓW POWIETRZNYCH PRZEZ SAMOLOTY MYŚLIWSKIE

SKRYPT

~~Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej~~

~~S/1079~~



05-001376-018-0

WARSZAWA



60381

1988

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

ASG WP wewn. 4159/88

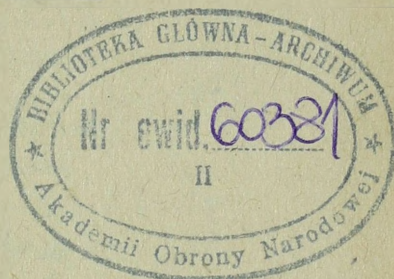
Egz. nr. 18

~~Do użytku służbowego~~

Płk dypl. nawig. Tadeusz PAWLAK

METODY OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI
PRZECHWYTYWANIA CELÓW POWIETRZNYCH
PRZEZ SAMOLOTY MYŚLIWSKIE

Skrypt



~~5/1079~~



WARSZAWA

1988



SPIS TREŚCI

| | Strona |
|--|--------|
| WSTĘP | 5 |
| 1. WYZNACZANIE RUBIEŻY TAKTYCZNO-NAWIGACYJNYCH DLA PRZECHWYTYWANIA CELÓW POWIETRZNYCH /ŚNP/ | 6 |
| 2. OBLICZANIE ODLEGŁOŚCI POTRZEBNEJ RUBIEŻY WPROWADZENIA DO WALKI SAMOLOTÓW MYŚLIWSKICH / D_{PRWW} / | 11 |
| 2.1. Obliczanie D_{PRWW} z uwzględnieniem zmiany prędkości lotu samolotu myśliwskiego po wprowadzeniu w tylną półsferę celu powietrznego | 15 |
| 2.2. Obliczanie D_{PRWW} dla zaatakowania celu powietrznego z jego przedniej półsfery | 17 |
| 2.3. Obliczanie D_{PRWW} w wariancie współdziałania lotnictwa myśliwskiego z artylerią raketową OP w oddzielnych strefach | 19 |
| 2.4. Wybór odpowiednich parametrów przy obliczaniu D_{PRWW} | 21 |
| 3. METODY OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI PRZECHWYTYWANIA CELÓW POWIETRZNYCH PRZEZ LM Z DYŻUROWANIA NA LOTNISKU | 25 |
| 3.1. Metoda uproszczonych obliczeń oceny możliwości przechwycenia celów powietrznych z dyżurowania na lotnisku | 37 |
| 3.2. Określanie D_{MRWW} przy pomocy linijek wyskalowanych w minutowych odcinkach lotu i graficznie | 41 |
| 3.3. Określanie D_{MRWW} przy pomocy wykresu | 49 |
| 4. METODY OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI PRZECHWYTYWANIA CELÓW POWIETRZNYCH PRZEZ LM Z DYŻUROWANIA W POWIETRZU | 53 |
| 4.1. Metoda uproszczonych obliczeń dla oceny możliwości przechwycenia celów powietrznych przez samoloty myśliwskie z dyżurowania w powietrzu | 58 |
| 4.2. Określanie nawigatorskich elementów położenia strefy dyżurowania LM w powietrzu | 62 |
| 5. OBLICZANIE CZASU DYŻUROWANIA I MAKSYMALNEJ ODLEGŁOŚCI, NA KTÓRĄ MOŻNA WPROWADZIĆ SAMOLOTY MYŚLIWSKIE DO WALKI ZE STREFY DYŻUROWANIA | 67 |
| 5.1. Określanie możliwej odległości wprowadzenia samolotu myśliwskiego do walki ze strefy dyżurowania | 70 |
| 5.2. Określanie potrzebnej ilości samolotolotów do dyżurowania w strefie w ciągu nakazanego czasu | 73 |

| | |
|---|----|
| 6. OGÓLNA OCENA PRZECHWYTYWANIA ŚNP PRZEZ LM Z DYŻUROWANIA W POWIETRZU I NA LOTNISKU | 75 |
| 7. METODA OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI PRZECHWYTYWANIA CELÓW POWIETRZ- NYCH PRZEZ LM W CZASIE SAMODZIELNEGO POSZUKIWANIA I ZWALCZA- NIA | 77 |
| 7.1. Wybór warunków lotu, ugrupowania i manewru w czasie samodzielnego poszukiwania i zwalczania ŚNP przez LM . | 81 |
| 7.2. Obliczanie prawdopodobnej ilości celów powietrznych, jakie mogą wykryć i zniszczyć samodzielnie poszukujący i zwalczający myśliwce | 87 |
| 7.3. Ogólna ocena przechwytywania ŚNP przez LM w czasie sa- modzielnego poszukiwania i zwalczania | 90 |
| 8. WYKORZYSTANIE MIKROKOMPUTERA "AMSTRAD CPS 6128" DO OBLICZA- NIA D_{PRWW} | 92 |
| 8.1. Obliczanie odległości możliwej rubieży wprowadzenia do walki myśliwca z dyżurowania na lotnisku i w po- wietrzu | 93 |
| 8.2. Idea algorytmu obliczenia rubieży wprowadzenia do walki samolotu myśliwskiego na mikrokomputerze | 96 |

Załączniki:

| | |
|---|-----|
| 1. Obliczanie D_{PRWW_0} i $D_{MRWW_{1,s}}$ za pomocą mikrokomputera "AMSTRAD CPS 6128" | 98 |
| 2. Programy do obliczania D_{PRWW} i D_{MRWW} za pomocą mikrokomputera "AMSTRAD CPS 6128". | 101 |

W S T Ę P

Lotnictwo myśliwskie WLF i WOPK jest przeznaczone głównie do osłony wojsk i obiektów oraz innych rodzajów lotnictwa przed rozpoznaniem i uderzeniem ŚNP npla. Osłonę tę realizuje sposobem dyżurowania myśliwców na lotniskach i w powietrzu, jak również w czasie samodzielnego poszukiwania i zwalczania celów powietrznych.

Po wykryciu ŚNP npla, samoloty myśliwskie dyżurujące w gotowości bojowej na lotniskach lub znajdujące się w strefach dyżurowania w powietrzu, naprowadzane są na wykryte cele powietrzne przez naziemne /nawodne, powietrzne/ punkty naprowadzania w celu ich przechwycenia, a następnie zniszczenia w walce powietrznej. Naprowadzanie samolotów myśliwskich na cele powietrzne polega na kierowaniu ich lotem za pomocą komend i udzielaniu informacji o położeniu celu.

W zależności od posiadanego rodzaju uzbrojenia samoloty myśliwskie mogą być wyprowadzone w przednią lub tylną półsferę celu dla przeprowadzenia skutecznego ataku.

Z powyższego wynika, że przechwytywanie celów powietrznych przez samoloty myśliwskie jest zależne od wielu czynników. Zależności wpływające na wykonanie zadań przez lotnictwo myśliwskie w ramach osłony wojsk i obiektów, a także metody obliczania możliwości przechwytywania celów powietrznych i czynniki wpływające na te możliwości omówione zostały w treści niniejszego skryptu.

Skrypt ten przeznaczony jest dla kadry i słuchaczy Akademii Sztabu Generalnego WP, kursów Wydziału WL1OPK, jako pomoc szkoleniowa do samodzielnego studiowania wiedzy z zakresu przedmiotu zabezpieczenia nawigatorskiego.

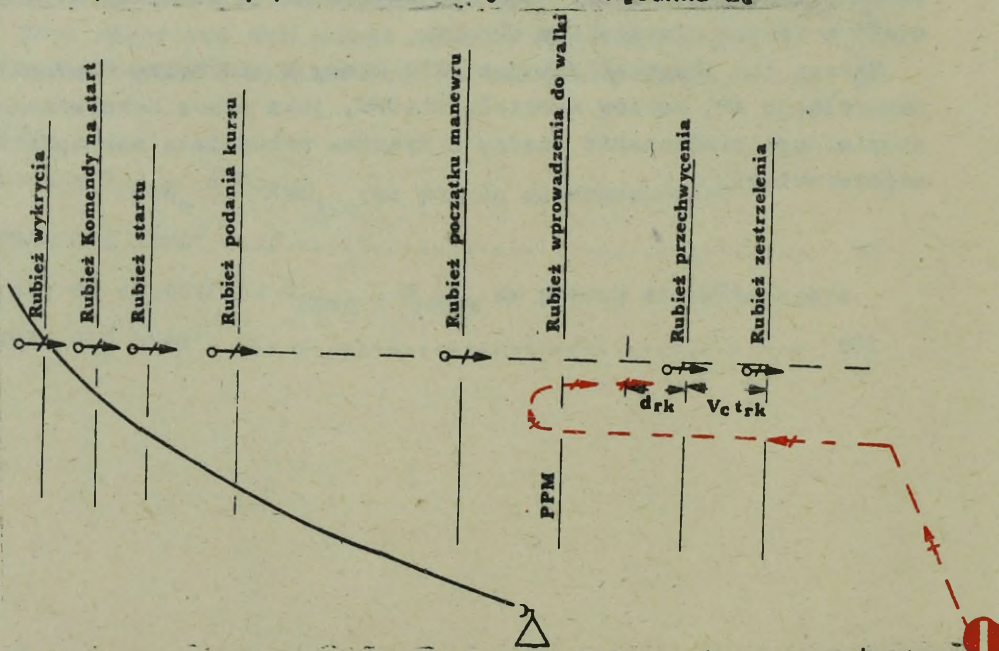
1. WYZNACZANIE RUBIEŻY TAKTYCZNO-NAWIGACYJNYCH DLA PRZECHWYTYWANIA CELÓW POWIETRZNYCH /ŚNP/

Aby określić możliwości przechwytywania celów powietrznych przez samoloty myśliwskie, należy znać wcześniej położenie odpowiednich rubieży taktyczno-nawigacyjnych, względem których realizuje się poszczególne etapy naprowadzania i przechwycenia. Rubieże taktyczno-nawigacyjne /nazwa umowna/ określa lub oblicza się w okresie przygotowania i planowania działań bojowych lotnictwa myśliwskiego przeważnie przez służbę nawigatorską. Wnioski z położenia tych rubieży służą jako niezbędne dane do wypracowania zamiaru /decyzji/ przez dowódcę lotniczego w celu wykonania zadania osłony wojsk i obiektów.

Do podstawowych rubieży taktyczno-nawigacyjnych zalicza się:

- rubież wykrycia celu powietrznego;
- rubież podania komendy startu dla samolotu myśliwskiego;
- rubież startu;
- rubież podania kursu pilotowi;
- rubież początku manewru samolotu myśliwskiego;
- rubież wprowadzenia do walki myśliwca;
- rubież przechwycenia celu powietrznego;
- rubież zestrzelenia /znieszczenia/ celu powietrznego.

Położenie tych rubieży przedstawione jest na rysunku 1.



Rys. 1. Podstawowe rubieże taktyczno-nawigacyjne podczas przechwytywania ŚNP

Rubież wykrycia celu powietrznego - jest to linia będąca zbiorem punktów możliwych położzeń celu powietrznego w momencie jego wykrycia przez środki radiolokacyjne. Na tej rubieży określa się charakterystykę i warunki lotu celu w postaci: numeru celu, ilości i typu samolotów oraz ich warunki lotu np. wysokość, prędkość i kierunek lotu, a także czy cel stosuje zakłócenia radioelektroniczne, względnie manewr.

Rubież podania komendy startu dla samolotu myśliwskiego - jest to linia będąca zbiorem punktów możliwych położzeń celu powietrznego w momencie rozpoczęcia wydania komendy startu myśliwcowi, który ma przechwyć dany cel.

Rubież startu - jest to linia będąca zbiorem punktów możliwych położzeń celu powietrznego w momencie rozpoczęcia startu samolotu myśliwskiego na przechwycenie. Rubież tę obliczamy względnie określamy, kiedy odległość rubieży wykrycia celu jest na tyle duża, że dla wykonania zadania osłony, samoloty myśliwskie nie muszą startować natychmiast lecz dopiero w momencie gdy cel znajdzie się na rubieży startu. Jeżeli odległość rubieży wykrycia jest mniejsza, aniżeli potrzebna odległość rubieży startu, wówczas rubieży startu nie obliczamy, natomiast myśliwce startują po wykryciu celu możliwie najwcześniej.

Rubież podania kursu pilotowi - jest to linia będąca zbiorem punktów możliwych położzeń celu powietrznego w momencie podania myśliwcowi warunków lotu dla przechwycenia celu. Rubież tę oblicza się przede wszystkim podczas przechwytywania z dyżurowania w powietrzu.

Rubież początku manewru samolotu myśliwskiego - jest to linia będąca zbiorem punktów możliwych położzeń celu powietrznego w momencie rozpoczęcia przez samolot myśliwski manewru dla wyjścia w tylną półsferę tego celu. W szczególnych wypadkach, gdy uzbrojenie myśliwca umożliwia zaatakowanie celu z dowolnej jego półsfery i pod dowolną sylwetką, rubież początku manewru może nie występować.

Rubież wprowadzenia do walki myśliwca - jest to linia będąca zbiorem punktów możliwych położzeń samolotu myśliwskiego w momencie wprowadzenia go do ataku, to jest w dogodnym pod względem taktycznym położeniu, a także pod odpowiednim kątem w stosunku do kierunku lotu celu i na odległość, z której pilot widzi cel na ekranie celownika radiolokacyjnego lub wzrokowo.

Rubież przechwycenia celu powietrznego - jest to linia będąca zbiorem punktów możliwych położzeń celu powietrznego w momencie jego przechwycenia, to jest w momencie odpalenia przez myśliwca rakiet lub rozpoczęcia strzelania z działek.

Rubież zestrzelenia /zniszczenia/ celu powietrznego - jest to linia

będąca zbiorem punktów możliwych położenia celu powietrznego w momencie, gdy dotrą do niego pociski raketowe lub inne środki rażenia użyte przez myśliwca.

W trakcie określania możliwości wykonania zadania osłony wojsk i obiektów przez lotnictwo myśliwskie /LM/, w konkretnej sytuacji taktycznej lub operacyjnej nie zawsze jest potrzebna znajomość położenia wszystkich rubieży wcześniej wymienionych. Z zasady najczęściej oblicza lub określa się położenie potrzebnej rubieży wprowadzenia myśliwców do walki, a następnie porównuje się jej położenie z położeniem możliwej rubieży, na którą mogą być wprowadzone myśliwce do walki w danej sytuacji. Jeżeli położenie możliwej rubieży pokrywa się z położeniem potrzebnej, wówczas myśliwce mają realne możliwości wykonania zadania osłony.

Potrzebna rubież wprowadzenia do walki, powinna być wysunięta przed obiekt osłony na minimalną odległość w kierunku spodziewanego nalotu ŚNP, aby uniemożliwić im wykonanie rozpoznania lub zniszczenia osłanianego obiektu.

Odległość tej rubieży od osłanianego obiektu, oblicza się, a następnie wrysowuje na mapę z decyzją lub plan działań lotnictwa myśliwskiego w postaci przerywanej linii kolorem czerwonym.

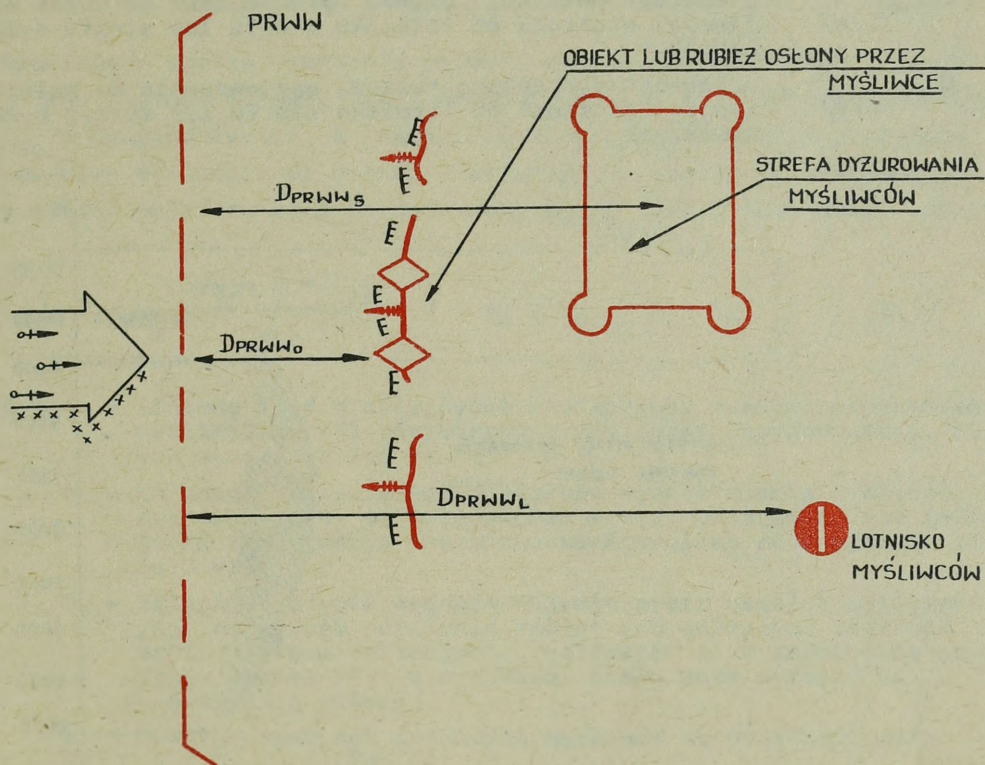
Znając położenie potrzebnej i możliwej rubieży wprowadzenia do walki myśliwców dla wykonania zadania osłony, można określić wnioski odnośnie racjonalnego sposobu działań tego rodzaju lotnictwa.

W zależności od jakiego miejsca określamy odległość położenia potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki myśliwców / D_{PRWW} /, może ona być jako:

- D_{PRWW_0} - odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki mierzona od obiektu /rubieży/ osłony;
- D_{PRWW_1} - odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki mierzona od lotniska startu myśliwców na przechwycenie;
- D_{PRWW_2} - odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki mierzona od strefy dyżurowania myśliwców w powietrzu. Odległość tej rubieży mierzy się od środka strefy.

Położenie $PRWW$ w odniesieniu do obiektu osłony, lotniska i strefy dyżurowania przedstawia rysunek 2.

Potrzebna rubież wprowadzenia do walki może być określona przez przełożonych odpowiedniego szczebla dowodzenia np. dowódcę DLM, KOPK i wyższych. W takiej sytuacji dla wykonawców zadania osłony, rubież ta jest nakazana, a tym samym, określa się ją jako nakazana rubież wprowadzenia do walki myśliwców /NRWW/. Rubież ta może pokrywać się z $PRWW$, względnie przebiegać na większej odległości od obiektu osłony.



Rys. 2. Odległości potrzebnych rubieży wprowadzenia do walki myśliwców

Możliwa rubież wprowadzenia do walki myśliwców - jest to rubież maksymalnie wysunięta przed lotniskę startu lub strefę dyżurowania w powietrzu, na jaką mogą dolecieć myśliwce i przechwycić cel powietrzny w danej sytuacji taktyczno-nawigacyjnej.

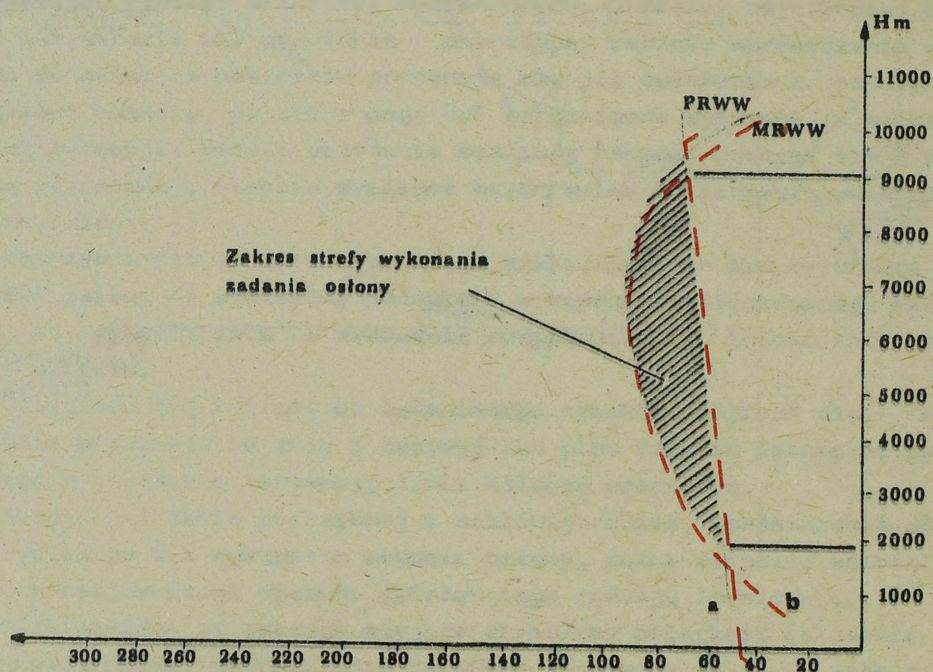
Maksymalna odległość tej rubieży zależy od odległości wykrycia celu powietrznego przez stacje radiolokacyjne i czasu dolotu myśliwców na jego spotkanie. Im odległość wykrycia jest większa, a czas dolotu myśliwców krótszy, to ta odległość rubieży jest bardziej oddalona. Zadanie osłony obiektu, wówczas jest możliwe do wykonania jeśli odległość MRWW jest co najmniej równa lub większa od PRWW, co można wyrazić wzorem:

$$D_{MRWW_{1/s}} \geq D_{PRWW_{1/s}}$$

/1.1/

gdzie:

- $D_{MRWW_{1/e}}$ - odległość możliwej rubieży wprowadzenia do walki myśliwców, mierzona od lotniska startu lub strefy dyżurwania;
- $D_{PRWW_{1/e}}$ - odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki myśliwców, mierzona od lotniska startu lub strefy dyżurwania.



Rys. 3. Nawigacyjne kryterium możliwości wykonania zadania osłony

a - PRWW
b - MRWW

Jeżeli porównanie D_{MRWW} z D_{PRWW} pozwala ocenić możliwości przechwycenia celu powietrznego przez samoloty myśliwskie, to tym samym należy przewidzieć kroki organizacyjno-taktyczne, aby takie możliwości stworzyć.

Z sytuacji na rys. 3 wynika, że cel powietrzny lecący na wysokości od 2000 m do 9000 m może być przechwycony przez myśliwca i zostanie wykonane zadanie osłony obiektu, gdyż MRWW w zakresie podanej wysokości lotu celu, znajduje się przed PRWW, czyli kryterium nawigacyjne jest spełnione.

2. OBLICZANIE ODLEGŁOŚCI POTRZEBNEJ RUBIEŻY WPROWADZENIA DO WALKI SAMOLOTÓW MYŚLIWSKICH / D_{PRWW} /

Niekiedy w czasie stawiania zadania dla LM przełożony nie podaje NRWW lecz jedynie obiekt, który należy osłonić. Wówczas należy obliczyć D_{PRWW_0} z uwzględnieniem, z jakiej półsfery celu powietrznego będzie wprowadzony myśliwiec do ataku. W sytuacji wprowadzania myśliwca do walki z tylnej półsfery celu powietrznego D_{PRWW_0} obliczamy według wzoru:

$$D_{PRWW_0} = \frac{a + d - d_{rk}}{m-1} + d + V_c \cdot t_{rk} + A + R_b \quad /2.1/$$

gdzie: a - liniowy błąd w odległości występujący podczas naprowadzania myśliwca na cel powietrzny przez punkt naprowadzania, błąd ten wynosi od 3-6 km;

d - nakazana lub pożądana odległość wyprowadzenia myśliwca za cel powietrzny do rozpoczęcia ataku. Odległość ta w zależności od sytuacji taktyczno-nawigacyjnej może wynieść od 3-10 km;

d_{rk} - odległość użycia środków rażenia przez samolot myśliwski /np. odległość odpalenia rakiet lub odległość otwarcia ognia z broni pokładowej/. Odległość ta w zależności od rodzaju rakiet "P" i wysokości ataku może wynosić od 0,5-10 km i więcej;

m - jest to stosunek prędkości myśliwca do prędkości celu powietrznego $\frac{V_m}{V_c}$;

V_c - prędkość celu powietrznego;

t_{rk} - czas lotu odpalanej rakiety z myśliwca, czas ten zależy od odległości odpalenia d_{rk} i prędkości zbliżenia rakiety,

$$t_{rk} = \frac{d_{rk}}{V_{zbl.rak.}} ;$$

A - odległość, z jakiej cel powietrzny może razić środkami bojowymi obiekt osłony. Jest to w zasadzie donośność bomb lub rakiet, którą można obliczyć za pomocą wzoru: $A = V_c \cdot T - \Delta$ gdzie T - czas spadania bomby określany z tablic balistycznych oraz Δ - zwłoka bomby również określana z tych tablic. Wielkość A dla rakiet należy traktować jako odległość ich odpalenia.

R_b - jest to promień rażenia względnie minimalna odległość od miejsca wybuchu środka rażenia, zabezpieczająca osłaniany obiekt przed zniszczeniem odłamkami lub siłą podmuchu np. broni jądrowej.

Analizując powyżej podany wzór na obliczenie odległości potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki myśliwca z tylnej półsfery celu powietrznego D_{PRWW_0TPS} /, to odległość ta jest sumą następujących odległości i drogi:

$$D_{PRWW_0} = d + S_{zbl.c} + S_{rk_c} + A + R_b$$

/2.2/

albo:

$$D_{PRWW_0} = d + V_c \cdot t_{zbl.} + V_c \cdot t_{rk_c} + A + R_b$$

gdzie: $S_{zbl.c}$ - droga celu powietrznego, jaką przebędzie za czas zbliżenia się myśliwca z odległości "d" do momentu otwarcia ognia /odpalenia rakiety/;

S_{rk_c} - droga jaką przebędzie cel od chwili odpalenia rakiety /otwarcia ognia/ przez samolot myśliwski do momentu osiągnięcia celu przez rakieta.

Ponieważ:

$$S_{zbl.c} = V_c \cdot t_{zbl.} \text{ oraz } S_{rk_c} = V_c \cdot t_{rk_c}$$

gdzie: $t_{zbl.}$ - czas zbliżenia się myśliwca do celu;

t_{rk_c} - czas lotu rakiety;

V_c - prędkość celu.

Wobec tego droga jaką przebędzie cel podczas trwania zbliżenia wyniesie:

$$V_c \cdot t_{zbl.} = \frac{a + d - d_{rk_c}}{V_m - V_c} \cdot V_c = \frac{a + d - d_{rk_c}}{\frac{V_m}{V_c} - \frac{V_c}{V_c}} = \frac{a + d - d_{rk_c}}{m-1}$$

gdzie: $m = \frac{V_m}{V_c}$ - stosunek prędkości myśliwca do prędkości celu.

Jeżeli podstawimy za $V_c \cdot t_{zbl.}$ wartość $\frac{a + d - d_{rk_c}}{m-1}$ /droga celu za czas zbliżenia myśliwca/ do wzoru 2.1 to otrzymamy wzór ostateczny na obliczenie D_{PRWW_0} , gdzie:

$$D_{PRWW_0} = \frac{a + d - d_{rk_c}}{m-1} + d + V_c \cdot t_{rk_c} + A + R_b$$

/2.3/

Mając obliczoną odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki myśliwców zmierzoną od obiektu osłony, możemy określić, jaka jest potrzebna odległość wprowadzenia myśliwców do walki w celu osłonięcia obiektu względem lotniska startu myśliwców $/D_{PRWW_1}/$ lub względem strefy, w której dyżurują myśliwce $/D_{PRWW_8}/$. Odległości te oblicza się według wzorów:

$$D_{PRWW_1} = D_{PRWW_0} + D_1$$

oraz

$$D_{PRWW_s} = D_{PRWW_0} + D_s$$

/2.4/

gdzie: D_1 - odległość zmierzona od obiektu osłony do lotniska startu myśliwców;

D_s - odległość zmierzona od obiektu do środka strefy dyżurowania myśliwców.

Znając $D_{PRWW_{1,s}}$ łatwo jest określić czas, po którym myśliwce znajdą się na tej rubieży od momentu wystartowania, względnie podania im komendy na start lub komendy przyjęcia warunków lotu np. ze strefy dyżurowania, aby przechwycić cel powietrzny. Czas ten oblicza się wg wzorów

$$t_{zbl.m} = \frac{D_1}{V_{m\acute{e}r.}} \quad \text{względnie:} \quad t_{zbl.m} = \frac{D_s}{V_{m\acute{e}r.}}$$

gdzie: $V_{m\acute{e}r.}$ - średnia prędkość myśliwca podczas lotu na przechwycenie.

Znajomość tego czasu jest potrzebna do określenia możliwości potęgowania działań przez samoloty myśliwskie znajdujące się w gotowości na lotnisku lub strafie.

Przykład:

Obliczyć D_{PRWW_0} jeżeli uwzględnimy następujące dane:

1/ $V_c = 600$ km/h, $V_m = 720$ km/h, $a = 5$ km, $d = 5$ km, $d_{rk_s} = 3$ km,
 $t_{rk_s} = 8$ s, $A = 2$ km, $R_b = 0$.

Rozwiązanie:

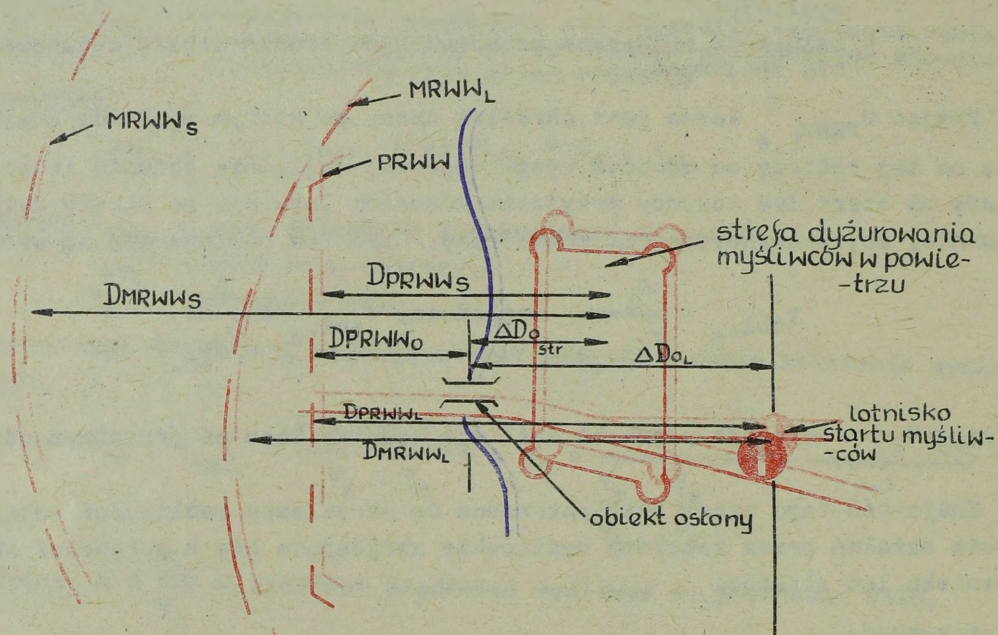
$$D_{PRWW_0} = \frac{a + d - d_{rk_s}}{n-1} + d + V_c \cdot t_{rk_s} + A + R_b =$$

$$= \frac{5 \text{ km} + 5 \text{ km} - 3 \text{ km}}{\frac{720 \text{ km/h}}{600 \text{ km/h}} - 1} + 5 \text{ km} + 167 \text{ m/s} \cdot 8 \text{ s} + 2 \text{ km} = 43,4 \text{ km}$$

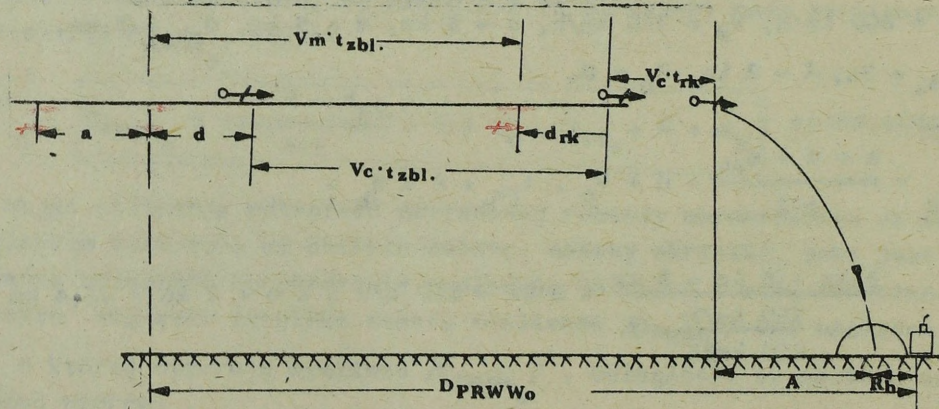
2/ $V_c = 600 \text{ km/h}$, $V_m = 900 \text{ km/h}$, $a = 5 \text{ km}$, $d = 5 \text{ km}$, $d_{rk} = 3 \text{ km}$,
 $t_{rk} = 8 \text{ s}$, $A = 2 \text{ km}$, $R_b = 0$.

Rozwiązanie:

$$D_{PRWW_0} = \frac{5 \text{ km} + 5 \text{ km} - 3 \text{ km}}{\frac{900 \text{ km/h}}{600 \text{ km/h}} - 1} + 5 \text{ km} + 167 \text{ m/s} \cdot 8 \text{ s} + 2 \text{ km} + 0 = 22,4 \text{ km}$$



Rys. 4. Porównanie PRWW z MRWW



Rys. 5. Elementy składowe do obliczenia D_{PRWW_0} do ataku z tylnej półsfery

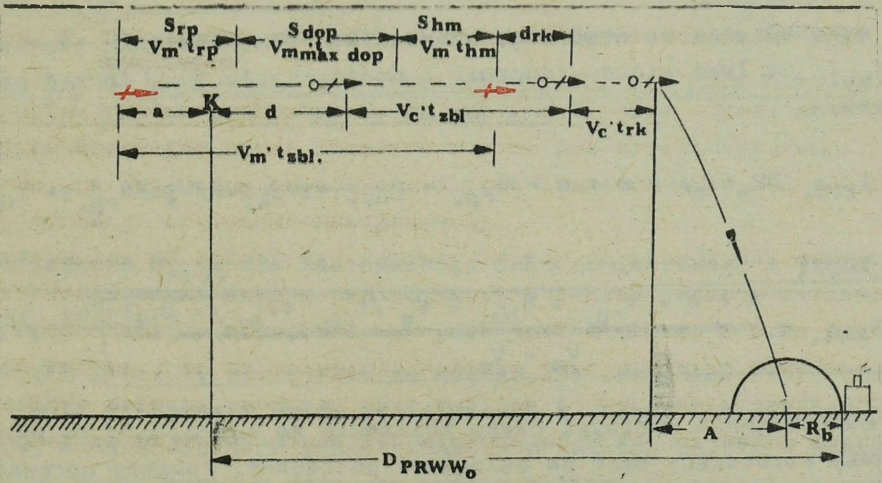
2.1. Obliczenie D_{PRWW} z uwzględnieniem zmiany prędkości lotu samolotu myśliwskiego po wprowadzeniu w tylną półsferę celu powietrznego

Zachodzą przypadki, że samolot myśliwski w czasie przechwytywania wyjdzie w tylną półsferę celu powietrznego ze znacznym błędem w odległości. Dla skrócenia czasu wyprowadzenia w punkt ataku, myśliwiec musi zwiększyć prędkość lotu /czyli następuje dopędzanie celu powietrznego/. Ponieważ atak z zasady przeprowadzany jest z optymalną prędkością lotu myśliwca czyli 150-300 km/h większą od prędkości celu, to przy zwiększonej prędkości w stosunku do optymalnej zachodzi konieczność jej zmniejszenia. Uwzględniając powyższe, samolot myśliwski zostanie wprowadzony do walki na rubieży względem obiektu osłony:

$$D_{PRWW_0} = V_c / t_{zbl.} + t_{rk.} + d + A + R_b \quad /2.5/$$

- gdzie: D_{PRWW_0} - odległość rubieży wprowadzenia do walki względem obiektu osłony;
 d - nakazana /pożądana/ odległość między myśliwcem i celem w momencie wprowadzenia myśliwca do walki;
 A - odległość wykonania zadania przez cel powietrzny /donośność środków rażenia/;
 R_b - promień rażenia bomby jądrowej lub innego środka rażenia.

Analizując odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia myśliwca do walki będzie się ona składać z następujących elementów, patrz rys. 6.



Rys. 6. Elementy składowe do obliczenia D_{PRWW_0} do ataku z tylnej półsferą z uwzględnieniem zmiany prędkości lotu myśliwca

Z ryc. 6 wynika, że czas zbliżenia myśliwca:

$$t_{zbl.} = t_{rp.} + t_{dop.} + t_{hm.} \quad /2.6/$$

gdzie: $t_{rp.}$ - czas rozpędzania prędkości;
 $t_{dop.}$ - czas dopędzenia z prędkością max.;
 $t_{hm.}$ - czas hamowania.

Nieznaną wielkość czasu dopędzania możemy określić drogą następującego rozumowania:

$$V_m \cdot t_{dop.} = a + d + V_c \cdot t_{zbl.} - V_m \cdot t_{rp.} - V_m \cdot t_{hm.} - d_{rk.}$$

gdzie: $S_{rp.} = V_m \cdot t_{rp.}$ - droga rozpędzania;
 $S_{hm.} = V_m \cdot t_{hm.}$ - droga hamowania.

Wobec tego:

$$t_{dop.} = \frac{V_{mmax} \cdot t_{dop.}}{V_m} = \frac{a + d + V_c \cdot t_{zbl.} - S_{rp.} - S_{hm.} - d_{rk.}}{V_m}$$

Po podstawieniu wartości $t_{dop.}$ do wzoru /2.6/ otrzymamy:

$$t_{zbl.} = \frac{a + d + V_c \cdot t_{zbl.} - S_{rp.} - S_{hm.} - d_{rk.}}{V_m} + t_{rp.} + t_{hm.}$$

Po sprowadzeniu do wspólnego mianownika, przeniesieniu iloczynu $V_c \cdot t_{zbl.}$ na lewą stronę równania i wyciągnięciu $t_{zbl.}$ przed nawias otrzymamy:

$$t_{zbl.} / V_m - V_c / = a + d - S_{rp.} - S_{hm.} - d_{rk.} + V_m / t_{rp.} + t_{hm.} /$$

Wobec tego:

$$t_{zbl.} = \frac{a + d - S_{rp.} - S_{hm.} + V_m / t_{rp.} + t_{hm.} / - d_{rk.}}{V_m - V_c} \quad /2.7/$$

Po podstawieniu wartości czasu zbliżenia ze wzoru /2.5/ do wzoru /2.3/ otrzymamy ostateczny wzór na odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki przy zmianie prędkości myśliwca podczas dopędzania celu po wyjściu w jego tylną półsferę.

$$D_{PRWW_0} = v_c \left[\frac{a+d-d_{rk.} - S_{rp.} - S_{hm.} + v_m/t_{rp.} + t_{hm.}/}{v_m - v_c} + t_{rp.} \right] + d+A+R_b \quad /2.8/$$

Przykład:

Obliczyć odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki myśliwca zakładając zmianę jego prędkości do maksymalnej po wyjściu w tylną półsferę celu.

Dane: $a = 3 \text{ km}$, $d = 5 \text{ km}$, $d_{rk.} = 3 \text{ km}$, $t_{rk.} = 8 \text{ s}$, $A = 2 \text{ km}$, $R_b = 0$

$v_c = 900 \text{ km/h} / 250 \text{ m/s}$, $v_m = 1100 \text{ km/h} / 305 \text{ m/s}$, $t_{rp.} = 20 \text{ s}$

$v_{m_{max.}} = 1350 \text{ m/s} / 375 \text{ m/s}$, $t_{hm.} = 10 \text{ s}$, $v_{m_a} = 1050 \text{ km/h} / 292 \text{ m/s}$.

Rozwiązanie:

1/ Droga rozpędzania i hamowania myśliwca po wyjściu w tylną półsferę celu wynosi:

$$S_{rp.} = \frac{v_{m_{pocz.}} + v_{m_{max.}}}{2} \cdot t_{rp.} = \frac{305 \text{ m/s} + 375 \text{ m/s}}{2} \cdot 20 \text{ s} = 6,8 \text{ km}$$

$$S_{hm.} = \frac{v_{m_{max.}} + v_{m_a}}{2} \cdot t_{hm.} = \frac{375 \text{ m/s} + 292 \text{ m/s}}{2} \cdot 10 \text{ s} = 3,33 \text{ km}$$

2/ Odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki wyniesie:

$$D_{PRWW_0} = v_c \left[\frac{a+d-d_{rk.} - S_{rp.} - S_{hm.} + v_m/t_{rp.} + t_{hm.}/}{v_m - v_c} + t_{rk.} \right] + d+A+R_b =$$

$$= 250 \text{ m/s} \left[\frac{3 \text{ km} + 5 \text{ km} - 3 \text{ km} - 6,8 \text{ km} - 3,33 \text{ km} + 305 \text{ m/s} / 20 \text{ s} + 10 \text{ s} / 305 \text{ m/s} + 8 \text{ s}}{305 \text{ m/s} - 250 \text{ m/s}} + \right]$$

$$+ 3 \text{ km} + 2 \text{ km} + 0 = 29,3 \text{ km}$$

2.2. Obliczanie D_{PRWW} dla zaatakowania celu powietrznego z jego przedniej półsfery

Niektóre samoloty myśliwskie ze względu na posiadane uzbrojenie mają możliwość atakowania celów powietrznych z tylnej i przedniej jego półsfery. Atakowanie celu powietrznego z przedniej półsfery odbywa się na kursach przeciwnych z dużą prędkością zbliżania się celu i myśliwca. Duża prędkość zbliżania sprawiła, że odległość wprowadzenia do walki

myśliwca w przednią półsferę celu powietrznego jest większa od odległości wprowadzenia do walki myśliwca z tylnej półsfery celu powietrznego. W zależności od typu rakiet jest ta odległość różna i wynosi ona 20 km i więcej. To samo dotyczy odległości odpalenia rakiet, które także są większe od odległości odpalenia rakiet z tylnej półsfery celu powietrznego.

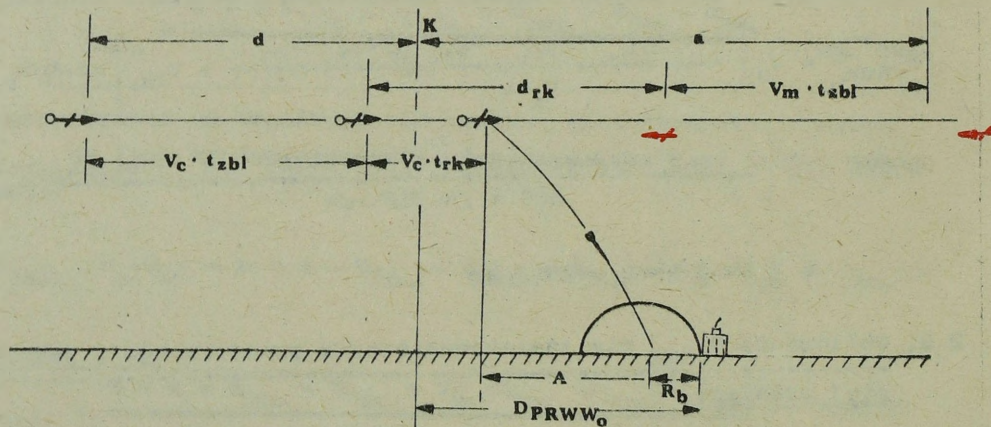
Aby zapewnić dogodna warunki przechwycenia celu powietrznego przez samolot myśliwski i zaatakowanie go z przedniej półsfery, stosunek prędkości myśliwca do prędkości celu powietrznego powinien być zbliżony do jedności:

$$\frac{V_m}{V_c} = m \approx 1$$

A za tym samoloty myśliwskie, które posiadają uzbrojenie pozwalające na atak z przedniej półsfery celu powinny zostać wyprowadzone do walki na odległość wyrażoną wzorem:

$$D_{PRWW_0} = V_c \cdot t_{zbl.} + t_{rk.} \cdot V_c - d + A + R_b \quad /2.9/$$

Sytuacja taka przedstawiona jest na rys. 7.



Rys. 7. Elementy składowe obliczenia D_{PRWW_0} przy ataku z przedniej półsfery celu

Z rys. 7 wynika, że:

$$V_c \cdot t_{zbl.} = V_c \frac{a + d - d_{rk.}}{V_m + V_c} = \frac{a + d - d_{rk.}}{\frac{V_m}{V_c} + \frac{V_c}{V_c}} = \frac{a + d - d_{rk.}}{m + 1}$$

Podstawiając powyższą wartość do wzoru /2.7/ otrzymamy następujący końcowy wzór na obliczenie odległości potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki myśliwca atakującego cel z przedniej półsfery.

$$D_{PRWW}_O = \frac{a + d - d_{rk.}}{m + 1} - d + V_c \cdot t_{rk.} + A + R_b \quad /2.10/$$

Przykład:

Obliczyć odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki myśliwca z przedniej półsfery celu mając następujące dane:

$V_c = 900 \text{ km/h}$, $H_c = 3000 \text{ m}$, $V_m = 900 \text{ km/h}$, $a = 5 \text{ km}$, $d = 20 \text{ km}$
 $d_{rk.} = 10 \text{ km}$, $t_{rk.} = 8 \text{ s}$, $A = 2 \text{ km}$, $R_b = 0$.

Rozwiązanie:

$$D_{PRWW}_O = \frac{a + d - d_{rk.}}{m + 1} - d + V_c \cdot t_{rk.} + A = \frac{5 \text{ km} + 20 \text{ km} - 10 \text{ km}}{\frac{900 \text{ km/h}}{900 \text{ km/h}} + 1} - 20 \text{ km} + 250 \text{ m/s} \cdot 8 \text{ s} + 2 \text{ km} + 0 = - 8,5 \text{ km}$$

Wniosek:

Odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki myśliwca z przedniej półsfery celu wynosi /minus/ -8,5 km, czyli należy go wprowadzać do walki nie dalej niż na 8,5 km przed dołotem do osłanianego obiektu /rubeży/.

2.3. Obliczenie D_{PRWW} w wariancie współdziałania lotnictwa myśliwskiego z artylerią raketową OP w oddzielnych strefach

Wzory 2,2.6,2.8 są słuszne w sytuacji, kiedy samoloty myśliwskie działają w jednej wspólnej strefie z artylerią raketową OP. Natomiast, kiedy te działania prowadzone są w różnych oddzielnych strefach dla lot-

niotwa i artylerii raketowej, samoloty myśliwskie powinny zakończyć atakowanie celów powietrznych i zostać wyprowadzone z walki jeszcze przed dalszą granicą strefy ognia artylerii raketowej, aby zachować bezpieczeństwo własnych myśliwców przed przypadkowym ich zestrzeleniem przez własną artylerię. Odległość rubieży wyprowadzenia względem dalszej granicy ognia rakiet oblicza się według wzoru:

$$D_{\text{wypr.}} = V_m / t_{\text{kom.}} + t_{\text{op.}} / + R \quad /2.11/$$

gdzie: $D_{\text{wypr.}}$ - odległość wyprowadzenia myśliwca z walki;
 $t_{\text{kom.}}$ - czas przekazania komendy na wyjście myśliwca z walki;
 $t_{\text{op.}}$ - czas opóźnienia w wykonaniu komendy przez pilota;
 R - promień zakrętu myśliwca.

W powyższej sytuacji, gdy istnieje możliwość wejścia myśliwców w strefę ognia artylerii raketowej należy określić gdzie znajdować się będzie ostateczna rubież przechwycenia celu powietrznego i jej położenie względem dalszej strefy ognia artylerii raketowej. Natomiast w czasie planowania działań bojowych można wcześniej określić odległość potrzebnej rubieży przechwycenia $D_{\text{PR. PRZECH.}}$ / za pomocą wzoru:

$$D_{\text{PR. PRZECH.}} = D_{\text{PRWW}_0} - \frac{d - d_{\text{rk.}}}{1 - n} \quad /2.12/$$

Porównując $D_{\text{PR. PRZECH.}}$ z $D_{\text{wypr.}}$ można wyciągnąć wniosek odnośnie położenia rubieży wprowadzenia do walki myśliwców, aby zapewnić im swobodę działania i bezpieczeństwo przed zestrzeleniem własnej artylerii raketowej.

Ponieważ rubież przechwycenia oznacza położenie celu powietrznego w momencie odpalenia do niego przez samolot myśliwki rakiet /rozpoczęcie strzelania z działek pokładowych/, to samolot myśliwki będzie przed tą rubieżą w odległości odpalenia rakiet $d_{\text{rk.}}$ co jeszcze w większym stopniu zwiększa jego warunki bezpieczeństwa.

Podstawiając do wzorów 2, 2.6, 2.8, wartość odległości wyprowadzenia myśliwca przed dalszą strefą ognia oraz artylerii raketowej $OP_{\text{wypr.}}$ / $D_{\text{wypr.}}$ / w miejsce wielkości donośności środków rażenia A i promienia rażenia R , otrzymamy następujące wzory do obliczenia odległości potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki D_{PRWW} myśliwców działających w oddzielnych strefach:

- przy atakowaniu celu powietrznego z tylnej półsfery bez zmiany prędkości lotu myśliwca:

$$D_{PRWW} = \frac{a + d - d_{rk_0}}{m - 1} + d + V_c \cdot t_{rk_0} + D_{wypr.} \quad /2.13/$$

- przy atakowaniu celu powietrznego z tylnej półsfery z uwzględnieniem zmiany prędkości lotu myśliwca po jego wyjściu w tylną półsferę celu:

$$D_{PRWW} = V_c \left[\frac{a + d - d_{rk_0} - S_{rD_0} - S_{hm_0} + V_m / t_{rD_0} + t_{hm_0}}{V_m - V_c} + t_{rk_0} \right] + d + D_{wypr.} \quad /2.14/$$

- przy atakowaniu celu powietrznego z przedniej półsfery bez uwzględnienia zmiany prędkości lotu myśliwca:

$$D_{PRWW} = \frac{a + d - d_{rk_0}}{m + 1} - d + V_c \cdot t_{rk_0} + D_{wypr.} \quad /2.15/$$

2.4. Wybór odpowiednich parametrów przy obliczaniu D_{PRWW}

Wielkość D_{PRWW_0} zależy od przyjętych parametrów, a mianowicie: a , d , d_{rk_0} , m i A .

Spróbujmy za tym rozpatrzyć niektóre parametry wchodzące w skład wzoru.

Np.: maksymalny błąd naprowadzenia "a" pod względem odległości jest ściśle związany /oprócz innych czynników/ z systemem naprowadzenia oraz rodzajem manewru, jaki wykonuje myśliwiec dla wyjścia w tylną półsferę celu. Błąd ten powstaje na skutek:

- niedokładnego określania warunków lotu celu powietrznego;
- niedokładnego określania współrzędnych samolotu myśliwskiego i celu;
- niedokładnego wypracowania i przekazania myśliwcowi komend naprowadzenia;
- niedokładnego wykonania komend naprowadzenia przez samolot myśliwski.

I tak dla półautomatycznego systemu naprowadzenia przy nakazanej odległości wyprowadzenia myśliwca w tylną półsferę celu "d" równej 4-8 km i przy wykonaniu przez myśliwca manewru w płaszczyźnie poziomej, maksymalny błąd naprowadzenia dla prawdopodobieństwa $P_n = 0,99$ wynosi od 5 do 8 km.

Odległość "d", na którą jest wyprowadzany myśliwiec względem celu powietrznego jest ściśle związana z możliwościami myśliwca w zakresie samodzielnego wyjścia do ataku. Wybrana odległość naprowadzenia powinna zapewnić, nawet w wypadku zaistnienia błędów, wykrycie celu, poprawienie błędu naprowadzania, zbliżenie myśliwca do celu oraz wyjście w punkt rozpoczęcia ataku.

W tym względzie ważnym elementem jest prawidłowe określenie prędkości lotu celu powietrznego oraz dobranie na tej podstawie właściwej prędkości zbliżania myśliwca. Prędkość zbliżania myśliwca do celu ma istotny wpływ na efektywność wykonania ataku. Wobec tego, obliczając zmianę prędkości lotu myśliwca po jego wyjściu w tylną półsferę celu należy przestrzegać zasady, że nie można zwiększać prędkości myśliwca poza określoną granicę, ponieważ, może powstać taka sytuacja kiedy myśliwiec nie będzie w stanie zmniejszyć prędkości do wymaganej. W związku z powyższym przy określaniu prędkości myśliwca należy zachować warunek wyrażony wzorem:

$$S_{rp.} + S_{hm.} \leq a + d + V_c \cdot t_{zbl.} - d_{rk.};$$

gdzie: $t_{zbl.} = \frac{a + d - d_{rk.}}{V_m - V_c};$

$$S_{rp.} = V_m \cdot t_{rp.};$$

$$S_{hm.} = V_m \cdot t_{rp.}$$

Dogodną prędkością zbliżania myśliwca do celu jest prędkość o 150-300 km/h większa od prędkości celu.

W dużej mierze na D_{PRWW_0} ma wpływ odległość wykonania zadania przez cel powietrzny "A" w czasie zwalczania obiektów naziemnych. Wielkość tego parametru jest zależna od środków rażenia, jakie będą zastosowane. W wypadku użycia bomb to donośność tych bomb "A" jest odległością wykonania zadania. Donośność bomb "A" określa się z tabel balistycznych lub wg wzoru $A = T \cdot V_b - \Delta$, gdzie T - jest czasem spadania bomby, V_b - prędkością bombardowania, Δ - zwłoką bomby. W sytuacji zastosowania rakiet "P-Z", to odległością "A", będzie odległość odpalenia tych rakiet.

Parametr " R_b " uwzględniamy we wzorze wówczas, kiedy cel powietrzny stosować będzie jądrowe środki rażenia, uwzględniając ich promienie rażenia.

Przykładowe promienie stref rażenia obiektów podczas wybuchów jądrowych przedstawione są w tabeli w km:

| | Rodzaj wybuchu N-naz. P-po- wietrz. | M o c w y b u c h u | | | | | |
|---|--|---------------------|----------|----------|-----------|---------|---------|
| | | 10 kt | 30 kt | 50 kt | 100 kt | 1 MT | 5 MT |
| Samoloty i naziemne budowle lotniska LM i LMB | N-P | 1,16 | 1,67 | 2 | 2,5 | 5,4 | 9,22 |
| Stacje radiolokacyjne | N | 1,62 | 2,33 | 2,76 | 3,48 | 7,5 | 12,8 |
| | P | 1,94 | 2,8 | 3,3 | 4,2 | 9,0 | 15,4 |
| Żołnierze poza ukryciami | N | 1,25 | 1,65 | 1,95 | 2,3 | 4,8 | 8,2 |
| | P | 1,5 | 2,1 | 2,5 | 3,1 | 6,3 | 9,8 |
| Żołnierze w transporterach | N-P | 1,1 | 1,3 | 1,45 | 1,7 | 3,4 | 5,8 |
| Rakiety OPL | N-P | 1,16 | 1,67 | 2,0 | 2,5 | 5,4 | 9,22 |

Przykład:

Obliczyć D_{PRWW_0} dla zaatakowania celu powietrznego z tylnej jego półsfery.

Założenie: obiektem osłony jest lotnisko startu myśliwca, po wyjściu myśliwca w tylną półsferę celu, prędkość nie zmienia się. Nalot wykonywany jest przez LMB uzbrojone w rakiety "P-Z", gdzie: $A = 5$ km, $V_c = 900$ km/h, $H_c = 2000$ m, $V_m = 1100$ km/h, $d = 5$ km, $d_{rk} = 3$ km, $a = 5$ km, $R_b = 0,5$ km, $V_{rk} = 400$ km/h /prędkość zbliżania rakiety/.

Rozwiązanie:

$$D_{PRWW_0} = \frac{a + d - d_{rk}}{m - 1} + d + V_c \cdot t_{rk} + A + R_b;$$

Obliczamy "m":

$$m = \frac{V_m}{V_c} = \frac{1100 \text{ km/h}}{900 \text{ km/h}} = 1,22$$

Obliczamy "t_{rk}":

$$t_{rk} = \frac{d_{rk}}{V_{rk}} = \frac{3000 \text{ m}}{400 \text{ m/s}} = 7,5 \text{ s} \approx 8 \text{ s.}$$

Obliczamy $V_c \cdot t_{rk}$:

$$250 \text{ m/s} \cdot 8 \text{ s} = 2000 \text{ m} = 2 \text{ km}$$

Obliczamy D_{PRWW}_0 :

$$D_{PRWW}_0 = \frac{5 \text{ km} + 5 \text{ km} - 3 \text{ km}}{1,22-1} + 5 \text{ km} + 2 \text{ km} + 5 \text{ km} + 0,5 \text{ km} = 44,5 \text{ km}$$

Odpowiedź: $D_{PRWW}_0 = 44,5 \text{ km}$

Przykład:

Obliczyć D_{PRWW}_0 mając dane: $V_c = 720 \text{ km/h}$, uzbrojenie: bomby konwencjonalne, wysokość nalotu 500 m. Atak myśliwca z tylnej półsfery ze zmianą prędkości zbliżenia z 1100 km/h do 1300 km/h, $t_{rp} = 20 \text{ s}$, $t_{hm} = 10 \text{ s}$ do $V_a = 1000 \text{ km/h}$, $d_{rk} = 3 \text{ km}$, $d = 8 \text{ km}$, $a = 5 \text{ km}$, $t_{rk} = 8 \text{ s}$, $R_b = 0 \text{ m}$. Czas spadania bomby $T = 14 \text{ s}$, zwłoka bomby $\Delta = 500 \text{ m}$.

Rozwiązanie:

Obliczamy S_{rp} i S_{hm} :

$$S_{rp} = \frac{V_1 + V_{max.}}{2} \cdot t_{rp} = \frac{300 \text{ m/s} + 360 \text{ m/s}}{2} \cdot 20 \text{ s} = 6650 \text{ m}$$

$$S_{hm} = \frac{V_{max.} + V_a}{2} \cdot t_{rp} = \frac{360 \text{ m/s} + 275 \text{ m/s}}{2} \cdot 10 \text{ s} = 3175 \text{ m}$$

Obliczamy $V_m \cdot /t_{rp} + t_{hm}/$:

$$305 \text{ m/s} \cdot /20 \text{ s} + 10 \text{ s}/ = 9150 \text{ m}$$

Obliczamy A :

$$A = V_c \cdot T - \Delta; \quad A = 200 \text{ m/s} \cdot 14 \text{ s} - 500 \text{ m} = 2,300 \text{ m}$$

Obliczamy D_{PRWW} :

$$D_{PRWW}_0 = V_c \left[\frac{a+d-d_{rk}-S_{rp}-S_{hm}+V_m /t_{rp}+t_{hm}/}{V_m-V_c} + t_{rk} \right] + d+A+R_b$$

$$D_{PRWW}_0 = 200 \text{ m/s} \left[\frac{5 \text{ km}+10 \text{ km}-3 \text{ km}-5,65 \text{ km}-3,175 \text{ km}+305 \text{ m/s}/20 \text{ s}+10 \text{ s}/}{305 \text{ m/s} - 200 \text{ m/s}} + 8 \text{ s} \right] + 10 \text{ km} + 2,3 \text{ km} = 200 \text{ m/s} /107,8 \text{ s} + 8 \text{ s}/ + 12,3 \text{ km} = 35,5 \text{ km}$$

Odpowiedź: $D_{PRWW}_0 = 35,5 \text{ km}$.

3. METODY OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI PRZECHWYTYWANIA CELÓW POWIETRZNYCH PRZEZ LM Z DYŻUROWANIA NA LOTNISKU

Przechwytywanie celów powietrznych przez LM z dyżurowania na lotnisku stosuje się wówczas, kiedy środki wykrywania zapewniają wczesne wykrycie tych celów i możliwość ich przechwycenia na nakazanej rubieży.

Istota tego sposobu działań bojowych LM polega na tym, że samoloty myśliwskie dyżurują na lotnisku, a startują na sygnał, kiedy cel został wykryty i została powzięta decyzja na jego przechwycenie. Ten sposób przechwytywania charakteryzuje się wydłużonym czasem pasywnym, to jest czasem trwającym od momentu wykrycia celu do rozpoczęcia startu myśliwca. Czas ten jest potrzebny na: rozpoznanie celu, przekazanie informacji w sieci powiadamiania, oceny i powzięciu decyzji o przechwyceniu oraz przekazaniu sygnału na start myśliwca. Ponadto czas ten jest jeszcze wydłużony przez wykonanie czynności, jak: uruchomienie silników, kołowanie, start i wzniesienie się myśliwca, a zwłaszcza podczas przechwytywania na dużych wysokościach, kiedy czas wzniesienia się myśliwca może wynosić kilka minut.

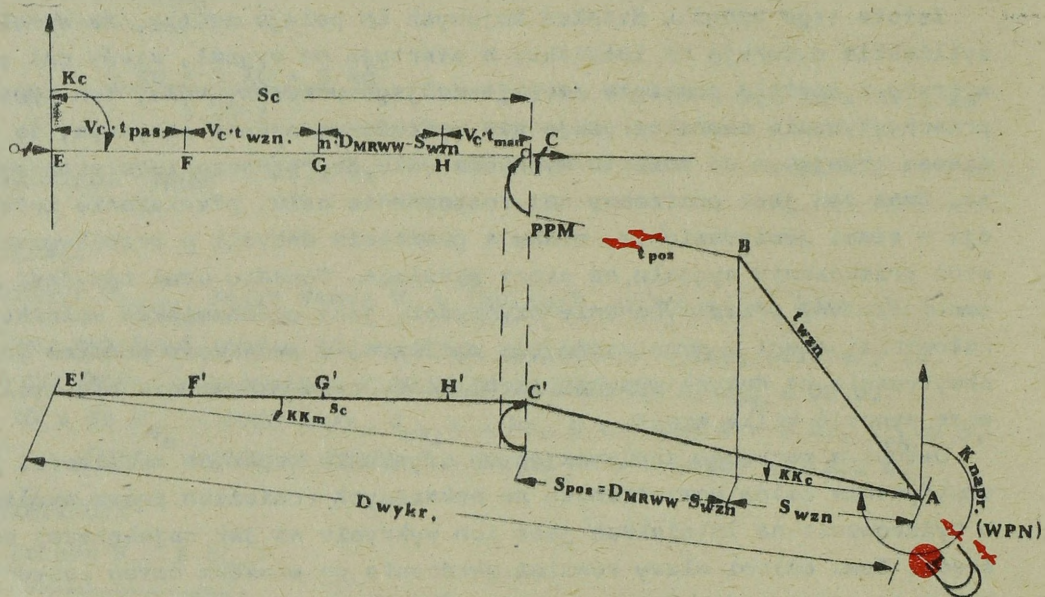
Jednym z warunków zapewniających uzyskanie lepszych możliwości przechwytywania celów powietrznych na nakazanych rubieżach przez myśliwce z dyżurowania na lotniskach jest ich wykrycie na jak największej odległości. Temu celowi służy również skrócenie do minimum czasu pasywnego. Dla zwiększenia odległości wykrycia ŚNP, wykorzystuje się stacje radiolokacyjne o dużym zasięgu wykrywania, które rozmieszcza się jak najbliżej nieprzyjaciela, stosując równocześnie powietrzne i morskie systemy wykrywania ŚNP. Natomiast dla skrócenia czasu pasywnego w systemie dowodzenia LM stosuje się pełną automatyzację w szerokim tego słowa znaczeniu, to znaczy od momentu wykrycia celu powietrznego, obieg informacji, dowodzenia i naprowadzania myśliwca jest procesem zautomatyzowanym.

Możliwą rubież wprowadzenia do walki myśliwców z dyżurowania na lotnisku w czasie przechwytywania celów powietrznych w konkretnej sytuacji taktyczno-nawigacyjnej należy rozumieć następująco - patrz rys. 8.

Zakładamy, że cel powietrzny wykonujący lot po prostej /ze stałym kursem/ i niezmienną prędkością, został wykryty w punkcie "E", a ma być on przechwycony przez samolot myśliwski dyżurujący na lotnisku w punkcie "L". Uwzględniając wykonanie czynności niezbędne do:

- przekazania informacji na SD o wykrytym celu;
- ocenie sytuacji i powzięciu decyzji przez dowódcę na SD o przechwyceniu;

- przekazanie sygnału na start myśliwca;
- uruchomienie silników myśliwca, wykołowanie i start oraz wyjście na wyznaczony kurs cel powietrzny przez ten czas przeleci pewną odległość i znajdzie się w punkcie "F".



Rys. 8. Schemat przechwytywania celu powietrznego przez LM z dyżerowaniem na lotnisku

Natomiast myśliwiec po tym czasie znajdzie się w punkcie "A" /wyjściowym punkcie naprowadzania/. Żenim samolot myśliwki osiągnie na - kazałą wysokość /wysokość lotu celu/ upłynie również określony czas $t_{wzn.}$, w czasie którego cel przebędzie drogę z punktu F do punktu G tj. drogę równą $V_c \cdot t_{wzn.}$, od tego momentu rozpoczyna się naprowadzanie myśliwca na cel powietrzny.

Rozwiązanie zadania naprowadzania polega na tym, żeby znaleźć punkt spotkania myśliwca z celem i czas /moment/ tego spotkania oraz kurs lotu myśliwca.

Ponieważ elementy te należy określić jeszcze przed rozpoczęciem naprowadzania, na podstawie przyjętych do obliczeń warunków lotu celu i myśliwca, to wartości ich należy traktować jako orientacyjne. Uściślenie tych warunków lotu myśliwca realizuje się w trakcie naprowadzania.

Założmy, że położenie celu, względem wyjściowego punktu naprowadza-

nia w momencie wykrycia określa odległość $D_{wykr.}$ i kąt kursowy celu $/KK_c/$. Szukamy odległości możliwej rubieży wprowadzenia myśliwców do wal-
ki $/D_{MRWW}/$ od wyjściowego punktu /naprowadzania /WPN/ do punktu spotka-
nia "c", która określa położenie punktu spotkania na linii drogi celu.

Przyjmijmy, że odległość drogi poziomego lotu myśliwców do punktu
początku manewru /PPM/ równa się w przybliżeniu $D_{MRWW} - S_{wzn.}$. Droga
celu od punktu wykrycia do punktu spotkania wynosi:

$$S_c = EC = V_c / t_{pas.} + t_{wzn.} + t_{man.} / + V_c \frac{D_{MRWW} - S_{wzn.}}{V_m}$$

czyli, że:

$$S_c = V_c / t_{pas.} + t_{wzn.} + t_{man.} / + n / D_{MRWW} - S_{wzn.} / ;$$

a przy założeniu, że:

$$t_{pas.} + t_{wzn.} = t_{\Sigma}$$

$$S_c = V_c \cdot / t_{\Sigma} + t_{man.} / + n / D_{MRWW} - S_{wzn.} / ;$$

gdzie:

- $t_{pas.}$ - czas od momentu wykrycia celu do rozpoczęcia lotu na przechwycenia;
- $t_{wzn.}$ - czas wznoszenia myśliwców od początku wznoszenia do wyso-
kości, na której rozpoczną manewr dla wyjścia w tylną pół-
sferę celu;
- $t_{man.}$ - czas manewru myśliwców dla wyjścia w tylną półsferę celu;
- n - stosunek prędkości celu do prędkości myśliwców

$$/n = \frac{V_c}{V_m}/$$

- $S_{wzn.}$ - rzut na płaszczyznę poziomą drogi wznoszenia myśliwców;
- $n/D_{MRWW} - S_{wzn.} /$ - odległość, jaką przebędzie cel w czasie poziomego
lotu myśliwców od punktu zakończenia wznoszenia do
punktu początku manewru. Po zrzutowaniu trasy lotu
celu i myśliwców na płaszczyznę poziomą otrzymamy
trójkąt przechwycenia $A E^1 C^1$, z którego wynika, że:

$$D_{MRWW}^2 = D_{wykr.}^2 + S_c^2 - 2 D_{wykr.} \cdot S_c \cos KK_m ;$$

albo, po podstawieniu wzoru na S_c ,

$$D_{MRWW}^2 = D_{wykr.}^2 + \left[V_c / t_{\Sigma} \cdot t_{man.} / + n / D_{MRWW} - S_{wzn.} / \right]^2 - 2 D_{wykr.} \cdot \left[V_c / t_{\Sigma} + t_{man.} / + n / D_{MRWW} - S_{wzn.} / \right] \cos KK_m$$

Po dokonaniu we wzorze szeregu przekształceń /podniesienie do kwadratu, redukcja wyrazów podobnych itp./ otrzymamy równania kwadratowe szukanej wartości D_{MRWW} , którego rozwiązanie będzie następujące:

$$D_{MRWW} = \frac{\left[D_{wykr.} \cdot \cos KK_m - V_c / t_{\Sigma} + t_{man.} / + nS_{wzn.} \right]^2}{2} +$$

$$+ \frac{\sqrt{n^2 \left[D_{wykr.} \cdot \cos KK_m - V_c / t_{\Sigma} + t_{man.} / + nS_{wzn.} \right]^2 + /1-n^2/ \left[D_{wykr.}^2 \right]}}{1 - n^2}$$

$$+ \frac{\sqrt{\left[V_c / t_{\Sigma} + t_{man.} / - nS_{wzn.} \right]^2 - 2 D_{wykr.} \cdot \cos KK_m \left[V_c / t_{\Sigma} + t_{man.} / - nS_{wzn.} \right]}}{1 - n^2}$$

W praktyce największe znaczenie ma rozwiązanie równania dla takiego przypadku, kiedy kierunek lotu celu przechodzi przez wyjściowy punkt naprowadzania /lotnisko startu myśliwców/ lub w ich pobliżu to jest, kiedy $KK_m = 0$. Chodzi o to, że najlepsze możliwości przechwycenia celu /przy wazyetkich innych czynnikach jednakowych/ posiadają te myśliwce, których lotnisko startu leży na trasie lotu celu. Ten fakt należy uwzględnić podczas stawiania myśliwcom zadań na przechwycenie.

Podstawiając do równania, kiedy $KK_m = 0$, otrzymamy dwa pierwiastki równania:

$$D_{MRWW} = \frac{D_{wykr.} - V_c / t_{\Sigma} + t_{man.} / + nS_{wzn.}}{1 - n}$$

$$D_{MRWW} = \frac{D_{wykr.} - V_c \cdot t_{\Sigma} + nS_{wzn.}}{1 - n}$$

Po uwzględnieniu zaś, że w momencie wprowadzenia do walki myśliwiec nie będzie znajdował się w tym samym punkcie co cel, lecz w pewnej odległości "d" za celem, otrzymamy następujące wzory na obliczanie możliwej rubieży wprowadzenia do walki.

$$D_{MRWW_1} = \frac{D_{wykr.1} - V_c / t_{\Sigma} + t_{man.} / + nS_{wzn.} + d}{1 + n} \quad /3/$$

gdzie:

$D_{wykr.1}$ - jest to odległość wykrycia celu od lotniska startu myśliwca do rubieży wykrycia celu, mierzona w płaszczyźnie poziomej $D_{wykr.1} = D_{wykr.} RLS + / \pm D_{RLS_1} /$;

gdzie:

$D_{\text{wykr. RLS}}$ - odległość wykrycia przez radiolokator, mierzona w płaszczyźnie poziomej do miejsca, w którym stoi radiolokator do rubieży wykrycia celu;

D_{RLS_1} - odległość od lotniska startu myśliwców do stacji radiolokacyjnej. Jeżeli RLS jest wysunięta przed lotnisko /w kierunku zagrożenia powietrznego/, to D_{RLS_1} ma znak dodatni, a jeżeli RLS znajduje się za lotniskiem to ujemny,

oraz:

$$D_{\text{MRWW}_1} = \frac{D_{\text{wykr.}_1} - V_c \cdot t_{\Sigma} + nS_{\text{wzn.}} + d}{1 - n} \quad /3.1/$$

Wzór /3./ odnosi się do sytuacji, w której myśliwce lecą na spotkanie celu na kursach przeciwnych /przypadek 1, rys.9/. Natomiast wzór /3.1/ odnosi się do sytuacji, w której cel został wykryty przed lotniskiem, lecz wznoszenie myśliwców przechwytyjących musi odbywać się na kursie zgodnym z kursem lotu celu /przypadek 2, rys.9/. Przechwycenie odbywa się na dopędzaniu. Dlatego we wzorze /3.1/ przyjęto $t_{\text{man.}} = 0$.

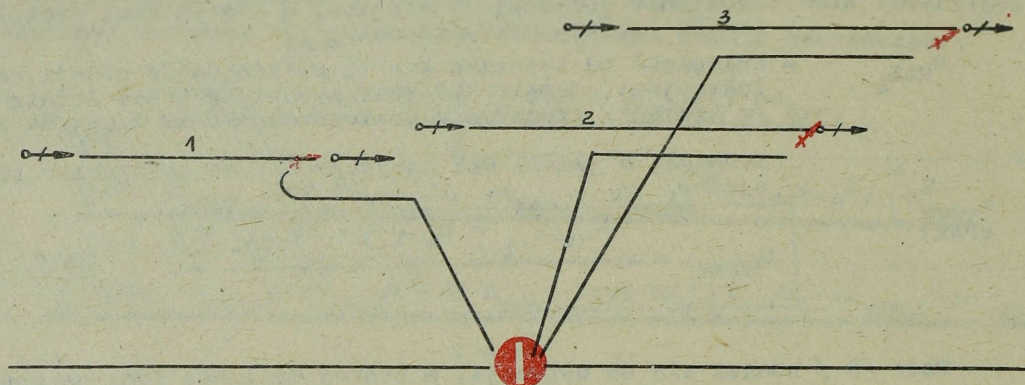
Jeżeli cel w momencie wykrycia znajduje się już za lotniskiem startu myśliwców /przypadek 3, rys. 9/, to przechwycenie odbywa się na dopędzaniu / $\text{KK}_m = 180^\circ$ /, wówczas otrzymamy tylko jeden pierwiastek spełniający warunki zadania, a mianowicie:

$$D_{\text{MRWW}_1} = \frac{D_{\text{wykr.}_1} + V_c t_{\Sigma} - nS_{\text{wzn.}}}{1 - n} \quad /3.2/$$

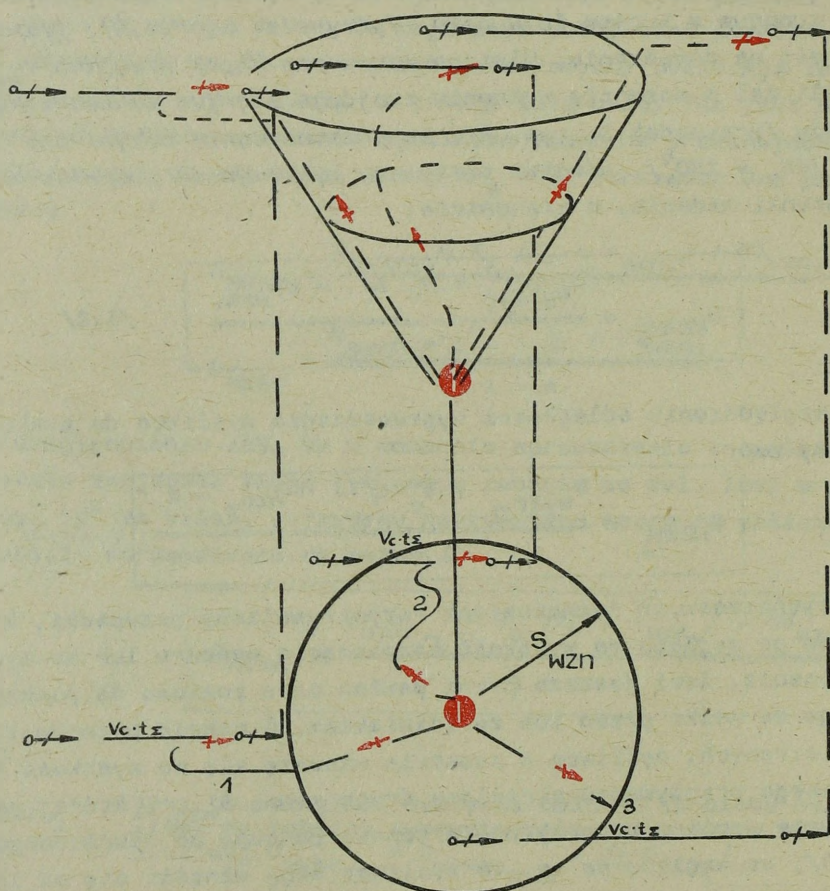
Po uwzględnieniu odległości wyprowadzenia myśliwca do ataku "d" otrzymamy wzór:

$$D_{\text{MRWW}_1} = \frac{D_{\text{wykr.}_1} + V_c t_{\Sigma} - nS_{\text{wzn.}} - d}{1 - n} \quad /3.3/$$

W dotychczasowych rozważeniach rozpatrywaliśmy przypadki, w których myśliwiec po wejściu na wysokość rozpoczęcia manewru lub na wysokość przechwycenia, leci jeszcze przez pewien czas poziomo do punktu wprowadzenia go do walki przed lub za lotniskiem. W czasie przechwytywania celów powietrznych, myśliwce w zasadzie wznoszą się na wysokość lotu celu powietrznego przebywając określoną drogę równą $S_{\text{wzn.}}$, której rzut na płaszczyznę poziomą utworzy powierzchnię podobną od odwróconego stożka /rys. 10/, ze względu na to, że myśliwce mogą wznosić się od lotniska startu /punktu początku naprowadzania/ we wszystkich kierunkach.



Rys. 9. Możliwe sytuacje przechwycenia celu powietrznego względem lotniska startu myśliwców



Rys. 10. Stożek wznoszenia myśliwców

Rysunek 10 przedstawia sytuację w momencie zakończenia naprowadzenia, kiedy:

1. Wprowadzenie myśliwca do walki odbywa się przed stożkiem wznoszenia to znaczy, że odległość wykrycia była dostatecznie duża, aby myśliwiec wzniósł się na wysokość lotu celu i wykonał zbliżenie w locie poziomym na kursie przeciwnym do kursu celu przed wykonaniem manewru do wyjścia w jego tylną półsferę i wykonania ataku.

2. Wykrycie celu powietrznego nastąpiło późno, a możliwość wprowadzenia myśliwca do walki istnieje tylko w stożku wznoszenia. Gdyby myśliwiec chciał wznosić się na wysokość lotu celu po prostej, a następnie wykonać manewr do wyjścia do ataku, to znalazłby się na znacznej odległości za celem. W wypadku, kiedy nabierałby wysokość z kursem zgodnym do kursu celu znalazłby się przed celem. W takich sytuacjach konieczne jest nabieranie wysokości po łamanej linii lotu, tak aby koniec jej nabierania odbył się w punkcie wygodnym do wykonania ataku.

3. Wykrycie nastąpiło tak późno, że przechwycenie jest możliwe, jednak odbywa się na pościgu, to znaczy, że myśliwiec po naborze wysokości z kursem zgodnym z kursem celu, musi dopędzać cel w locie poziomym.

W zależności od wysokości lotu celu, a tym samym i odległości wykrycia, a także czasu trwania od momentu wykrycia celu do momentu wyjścia myśliwca w jego tylną lub przednią półsferę, odległość możliwej rubieży wprowadzania będzie różna, którą można obliczyć po przeprowadzeniu odpowiedniej oceny i wzorów np.:

- mając podaną odległość wykrycia odejmujemy od niej drogę celu za czas naprowadzania myśliwca i jeżeli otrzymamy wynik dodatni to naprowadzanie zakończy się przed lotniskiem /czyli MRWW będzie przed lotniskiem/, a jeżeli wynik ujemny to za lotniskiem;

- porównując wartość bezwzględną otrzymanego wyniku z drogą wznoszenia możemy określić czy naprowadzanie zakończy się poza stożkiem wznoszenia, czy w nim; jeżeli otrzymany wynik jest większy od S_{wzn} , spotkanie z celem nastąpi poza stożkiem wznoszenia, natomiast gdy wartość jest mniejsza od S_{wzn} , to zakończenie naprowadzania /MRWW/ odbędzie się w stożku. Tak rozumując możemy dokonać oceny wg wzoru:

$$D_{wykr.1} + d - V_c / t_{\Sigma} + t_{man}/$$

gdzie: t_{Σ} - suma czasów od momentu wykrycia celu do momentu rozpoczęcia przez samolot myśliwski manewru do wyjścia w tylną lub przednią półsferę celu.

Uogólniony sposób dokonywania oceny możliwości wprowadzenia myśliwców do walki
czyli określenia D_{MRWW} przedstawia załączona tabela:

| Lp. | Jeżeli jest spełniony warunek, że: | Wówczas D_{MRWW} obliczamy wg wzoru: | Uwagi |
|-----|---|--|---|
| 1 | $0 < D_{wykr_{-1}} + d - V_c / t_{\varepsilon} + t_{man} / > S_{wzn}$. | $D_{MRWW} = \frac{D_{wykr_{-1}} + d - V_c / t_{\varepsilon} + t_{man}}{1 + n} \cdot S_{wzn}$ | MRWW przed lotniskiem i przed stożkiem wznoszenia |
| 2 | $0 < D_{wykr_{-1}} + d - V_c / t_{\varepsilon} + t_{man} / = S_{wzn}$. | $D_{MRWW} = S_{wzn}$. | MRWW przed lotniskiem na krawędzi stożka wznoszenia |
| 3 | $0 < D_{wykr_{-1}} + d - V_c / t_{\varepsilon} + t_{man} / < S_{wzn}$. i jednocześnie $D_{wykr_{-1}} + d - V_c \cdot t_{\varepsilon} \geq S_{wzn}$. | $D_{MRWW} = D_{wykr_{-1}} + d - V_c / t_{\varepsilon} + t_{man} /$ | MRWW przed lotniskiem w stożku wznoszenia |
| 4 | $0 < D_{wykr_{-1}} + d - V_c \cdot t_{\varepsilon} < S_{wzn}$. | $D_{MRWW} = D_{wykr_{-1}} + d - V_c \cdot t_{\varepsilon}$ | MRWW przed lotniskiem w stożku wznoszenia |
| 5 | $\pm D_{wykr_{-1}} + d - V_c \cdot t_{\varepsilon} < 0$ i jednocześnie $\pm D_{wykr_{-1}} + d - V_c \cdot t_{\varepsilon} / \leq S_{wzn}$. | $D_{MRWW} = \pm D_{wykr_{-1}} + d - V_c \cdot t_{\varepsilon} /$ | MRWW za lotniskiem w stożku wznoszenia lub na jego krawędzi |
| 6 | $\pm D_{wykr_{-1}} + d - V_c \cdot t_{\varepsilon} < 0$ i jednocześnie $\pm D_{wykr_{-1}} + d - V_c \cdot t_{\varepsilon} / > S_{wzn}$. | $D_{MRWW} = \frac{\pm D_{wykr_{-1}} + d - V_c \cdot t_{\varepsilon}}{1 - n} \cdot S_{wzn}$. | MRWW za lotniskiem i za stożkiem wznoszenia |

Tabela wzorów do obliczenia D_{MRWW} w zależności od zaistniałych warunków.

Wzór w wierszu pierwszym odpowiada sytuacji wprowadzenia myśliwców do walki przed lotniskiem poza stożkiem wznoszenia.

Wzory w wierszu 2, 3, 4, 5 odpowiadają sytuacji kiedy myśliwce wprowadzone zostaną jeszcze w stożku wznoszenia.

Wzór w wierszu 6 odpowiada sytuacji, kiedy myśliwiec zostanie wprowadzony do walki poza stożkiem wznoszenia za lotniskiem.

Posługiwanie się tabelką polega na tym, że najpierw analizujemy sytuację wg wzorów z rubryki. Jeżeli jest spełniony warunek wg wzoru z tabeli to następnie ma zastosowanie wzór na obliczanie D_{MRWW_1} .

Przykład 1:

Obliczyć D_{MRWW_1} , jeżeli: $D_{wykr_1} = 250$ km, $V_c = 700$ km/h, $H_c = 900$ m, $t_{inf.id} = 2$ min, $t_g = 4$ min, $V_m = 1000$ km/h, $t_{wzn.} = 6$ min, $S_{wzn.} = 70$ km, $d = 12$ km, $t_{man} = t_{180^\circ}$ z $\beta = 50^\circ$ dla wyjścia w tylną półsferę celu.

Rozwiązanie:

$$t_{180^\circ} = 0,64 \frac{V_m}{t_g \beta} \cdot \frac{1}{2} = 0,64 \cdot \frac{277 \text{ m/s}}{1,2} \cdot \frac{1}{2} = 74 \text{ s} \approx 1,2 \text{ min}$$

$$t_\Sigma = t_{inf.id} + t_g + t_{wzn.} = 2 \text{ min} + 4 \text{ min} + 6 \text{ min} = 12 \text{ min}$$

Przeprowadzamy analizę warunków:

$$D_{wykr_1} + d - V_c / t_\Sigma + t_{man} / = 250 \text{ km} + 12 \text{ km} - 11,7 \text{ km/min} / 12 \text{ min} + 1,2 \text{ min} / = 262 \text{ km} - 156 \text{ km} = 106 \text{ km}$$

$$0 < 106 \text{ km} > S_{wzn.}$$

Wobec tego został spełniony warunek do zastosowania wzoru na obliczenie D_{MRWW_1} z wiersza pierwszego /1/, czyli zaistnieje sytuacja, w której myśliwiec¹ po nabraniu wysokości wykona lot poziomy w kierunku celu, a wprowadzenie do walki nastąpi przed stożkiem wznoszenia i przed lotniskiem.

$$D_{MRWW_1} = \frac{D_{wykr_1} + d - V_c / t_\Sigma + t_{man} / + n S_{wzn.}}{1 - n}$$

$$n = \frac{V_c}{V_m} = \frac{700 \text{ km/h}}{1000 \text{ km/h}} = 0,8$$

Podstawiając wartości do wzoru:

$$D_{MRWW_1} = \frac{250 \text{ km} + 12 \text{ km} - 11,7 \text{ km/min} / 12 \text{ min} + 1,2 \text{ min} / + 0,7 \cdot 70 \text{ km}}{1 + 0,7}$$

$$D_{MRWW_1} = \frac{262 \text{ km} - 155 \text{ km} + 49 \text{ km}}{1,7} = \frac{156 \text{ km}}{1,7} \approx 92 \text{ km}$$

Przykład 2

Obliczyć D_{MRWW_1} jeżeli: $D_{wykr_1} = 183 \text{ km}$, $H_c = 8000 \text{ m}$, $V_c = 700 \text{ km/h}$,

$t_{inf.id} = 2 \text{ min.}$, $t_g = 4 \text{ min}$; $t_{wzn.} = 4,9 \text{ min}$, $S_{wzn.} = 55 \text{ km}$, $d = 10 \text{ km}$,

$t_{man} = 1 \text{ min}$

Przeprowadzamy analizę:

$$D_{wykr_1} + d - V_c / t_{\Sigma} + t_{man} = 183 \text{ km} + 10 \text{ km} - 11,7 \text{ km/min}$$

$$/ 2 \text{ min} + 4 \text{ min} + 4,9 \text{ min} + 1 \text{ min} / = 193 \text{ km} - 138 \text{ km} = 55 \text{ km}$$

gdzie: $0 < 55 \text{ km} = S_{wzn.}$

Ponieważ analiza wykazała, że wynik jest większy od 0 i równy $S_{wzn.}$ /drodze wznoszenia/, to zaistnieje sytuacja, w której myśliwiec zaraz po nabraniu wysokości musi wykonać manewr tak, że $MRWW_1$ będzie położona na krawędzi stożka wznoszenia i w tym zastosujemy wzór 2.

$$D_{MRWW_1} = S_{wzn.} = 55 \text{ km}$$

Przykład 3

Wszystkie dane jak w przykładzie 2 z wyjątkiem odległości wykrycia, która wynosi 173 km.

Przeprowadzamy analizę:

$$D_{wykr_1} + d - V_c / t_{\Sigma} + t_{man} = 173 \text{ km} + 10 \text{ km} - 11,7 \text{ km/min} / 2 \text{ min} + 4 \text{ min} + 4,9 \text{ min} +$$

$$+ 1 \text{ min} / = 183 \text{ km} - 138 \text{ km} = 45 \text{ km}, \text{ gdzie: } 0 < 45 \text{ km} < S_{wzn.}$$

Ze względu na to, że otrzymany wynik jest mniejszy od $S_{wzn.}$ musimy przeprowadzić drugą analizę bez uwzględnienia t_{man} , ponieważ t_{man} częściowo może wchodzić w czas wznoszenia.

$$D_{wykr_1} + d - V_c \cdot t_{\Sigma} = 173 \text{ km} + 10 \text{ km} - 11,7 \text{ km/min} / 2 \text{ min} + 4 \text{ min} + 4,9 \text{ min} / = 56 \text{ km}$$

Ponieważ z drugiej analizy wynika, że otrzymany wynik jest większy od $S_{wzn.}$, to zaletniejszą sytuacją, że myśliwiec musi rozpocząć manewr wyjścia w tylną półsferę celu w trakcie wznoszenia, a zakończy go w locie wychodząc na pozycję do ataku. W takiej sytuacji D_{MRWW_1} obliczamy za pomocą wzoru /3/.

$$D_{MRWW_1} = D_{wykr.1} + d - V_c / t_{\Sigma} + t_{man} / i$$

$$D_{MRWW_1} = 173 \text{ km} + 10 \text{ km} - 11,7 \text{ km/min} / 2 \text{ min} + 4 \text{ min} + 4,9 \text{ min} + 1 \text{ min} / = 45 \text{ km}$$

Przykład 4

Obliczyć D_{MRWW_1} jeżeli cel powietrzny został wykryty na odległości 120 km od lotniska i wykonuje lot na wysokości 5000 m z prędkością 720 km/h. Myśliwiec leci z prędkością 1000 km/h. Start myśliwca nastąpił po 6 min od momentu wykrycia celu. Czas wznoszenia myśliwca na wysokość 5000 m wynosi 2,9 min, droga wznoszenia 25 km, odległość nakazana wyprowadzania myśliwca w tylną półsferę celu wynosi 8 km. Przechylenie myśliwca w czasie wykonywania manewru $\beta = 45^\circ$.

Przeprowadzamy analizę:

$$t_{\Sigma} = t_{pas.} + t_{wzn.} = 6 \text{ min} + 2,9 \text{ min} = 8,9 \text{ min}$$

$$t_{man} = t_{180^\circ} = 0,64 \frac{V_m}{g \beta} \cdot \frac{1}{22} = 0,64 \frac{200 \text{ m/s}}{1} \cdot \frac{1}{2} = \frac{128}{2} = 64 \text{ s}$$

$$t_{wykr.1} + d - V_c / t_{\Sigma} + t_{man} / i = 120 \text{ km} + 8 \text{ km} - 12 \text{ km/min} / 2 \text{ min} + 4 \text{ min} + 2,9 \text{ min} + 1,1 \text{ min} / = 8 \text{ km}$$

$$\text{gdzie: } 0 < 8 \text{ km} < S_{wzn.}$$

Ponieważ analiza wykazała, że wynik jest większy od 0 oznacza, że wprowadzenie do walki myśliwca odbędzie się jeszcze przed lotniskiem, a że jest mniejsze od $S_{wzn.}$ to D_{MRWW_1} będzie w stożku wznoszenia.

Przeprowadzamy wobec tego następną analizę bez uwzględnienia t_{man} .

$$D_{wykr.1} + d - V_c \cdot t_{\Sigma} = 120 \text{ km} + 8 \text{ km} - 12 \text{ km/min} / 2 \text{ min} + 4 \text{ min} + 2,9 \text{ min} / \approx 21 \text{ km}$$

$$\text{gdzie: } 0 < 21 \text{ km} < S_{wzn.}$$

Ponieważ wynik jest mniejszy od $S_{wzn.}$, to możemy zastosować wzór na obliczenie: $D_{MRWW_1} = D_{wykr.1} + d - V_c \cdot t_{\Sigma} = 120 \text{ km} + 8 \text{ km} - 12 \text{ km/m} \cdot 8,9 \text{ min} = 21 \text{ km}$

$$D_{MRWW_1} = 21 \text{ km}$$

Przykład 5:

Obliczyć D_{MRWW_1} jeżeli cel został wykryty 80 km przed lotniskiem i wykonuje lot na wysokości 2000 m z prędkością 720 km/h. Myśliwiec wystartował po 6 min od chwili wykrycia i leci z prędkością 1000 km/h. Czas wznoszenia myśliwca na wysokość 2000 m wynosi 1,5 min, droga wznoszenia 5 km. Nakazana odległość wyprowadzenia myśliwca w tylną półsferę celu wynosi 6 km.

Przeprowadzenie analizy:

$$t_{\Sigma} = t_{pas.} + t_{wzn.} = 6 \text{ min} + 1,5 \text{ min} = 7,5 \text{ min}$$

$$D_{wykr.1} + d - V_c \cdot t_{\Sigma} = 80 \text{ km} + 6 \text{ km} - 12 \text{ km/min} \cdot 7,5 \text{ min} = 86 \text{ km} - 90 \text{ km} = -4 \text{ km}$$

gdzie: $0 > -4 \text{ km}$

Ponieważ z analizy wynika, że otrzymany wynik jest mniejszy od "0" znaczy to, że wprowadzenie do walki myśliwca nastąpi za lotniskiem. Należy tylko stwierdzić czy będzie jeszcze w stożku wznoszenia, czy za nim. Wobec tego należy go porównać do $S_{wzn.}$.

$$/ \pm D_{wykr.1} + d - V_c \cdot t_{\Sigma} / = / 80 \text{ km} + 6 \text{ km} - 12 \text{ km/min} \cdot 7,5 \text{ min} / = -4 \text{ km}$$

$$/-4 \text{ km}/ < S_{wzn.} = 5 \text{ km}$$

Z porównania wynika, że D_{MRWW_1} będzie jeszcze w stożku wznoszenia, ale za lotniskiem, więc należy zastosować wzór 5.

$$D_{MRWW_1} = \pm / D_{wykr.1} + d - V_c \cdot t_{\Sigma} / = 80 \text{ km} + 6 \text{ km} - 12 \text{ km/min} \cdot 7,5 \text{ min} = -4 \text{ km}$$

$$D_{MRWW_1} = -4 \text{ km}$$

Przykład 6

Cel został wykryty na odległości 50 km przed lotniskiem i wykonuje lot na wysokości 500 m z prędkością 900 km/h. Myśliwiec wystartował po 5 min od chwili wykrycia celu i leci z prędkością 1200 km/h. Czas wznoszenia myśliwca 1 min, droga wznoszenia bardzo mała i nie bierzemy jej pod uwagę. Nakazana odległość wyjścia w tylną półsferę celu 3 km.

Przeprowadzamy analizę:

$$t_{\Sigma} = t_{pas.} + t_{wzn.} = 5 \text{ min} + 1 \text{ min} = 6 \text{ min}$$

$$D_{wykr.1} + d - V_c \cdot t_{\Sigma} = 50 \text{ km} + 3 \text{ km} - 15 \text{ km/min} \cdot 6 \text{ min} = -37 \text{ km}$$

Ponieważ otrzymany wynik jest mniejszy od "0", to porównajmy go jeszcze z $S_{wzn.}$, ale, że droga wznoszenia myśliwca praktycznie nie istnieje, a bezwzględna wartość otrzymanego wyniku jest większa od $S_{wzn.}$, znaczy to, że wprowadzenie do walki myśliwca odbędzie się poza lotniskiem i poza stożkiem wznoszenia, dlatego D_{MRWW_1} możemy obliczyć wg wzoru 6.

$$D_{MRWW_1} = \frac{+D_{wykr.1} + d - V_c \cdot t_{\Sigma} + nS_{wzn.}}{1 - n}$$

$$n = \frac{9900 \text{ km/h}}{1200 \text{ km/h}} = 0,75$$

$$D_{MRWW_1} = \frac{50 \text{ km} + 3 \text{ km} - 12 \text{ km/min} \cdot 6 \text{ min} + 0,75 \cdot 0}{1 - 0,75} = -148 \text{ km}$$

$$D_{MRWW_1} = -148 \text{ km} \text{ czy wprowadzenie myśliwca do walki nastąpi za lotniskiem na odległości 148 km.}$$

Znając wzory do obliczenia D_{MRWW_1} można, w okresie przygotowania się do działań bojowych, obliczyć wcześniej możliwości wprowadzania do walki myśliwców z dyżurowania na lotnisku, zakładając odpowiednie dane wyjściowe. Wyniki D_{MRWW_1} ujmujemy się w tabeli, z której można korzystać dla przedstawienia możliwości LM podczas wykonywania zadań osłony wojsk i obiektów przy znanym D_{PRWW_1} . Zakładając, że zadanie osłony wojsk i obiektów przez samoloty myśliwskie z dyżurowania na lotnisku jest możliwe do wykonania jeżeli:

$$D_{PRWW_1} \leq D_{MRWW_1}$$

3.1. Metoda uproszczonych obliczeń oceny możliwości przechwycenia celów powietrznych z dyżurowania na lotnisku

Wychodząc z założenia, że wykonanie zadania osłony wojsk lub obiektów przez samoloty myśliwskie jest realne, czyli wówczas, kiedy $D_{PRIWW_1} = D_{MRWW_1}$, to przekształcając wzór na obliczenie D_{MRWW_1} , można określić, jaka powinna być odległość wykrycia celu od lotniska $/D_{wykr.}/$, aby myśliwce mogły wykonać zadanie osłony. Znając odległość wykrycia od lotniska, łatwo jest określić, jaka powinna być odległość wykrywania celu powietrznego przez RPW niezależnie od tego gdzie on będzie rozmieszczony względem lotniska startu myśliwców. Jednocześnie jesteśmy w stanie określić, od jakiej wysokości lotu celów powietrznych można będzie ich zwalczać na PRWW lub NRWW, czyli określić tzw. $H_{c_{min}}$, ponieważ:

$$D_{MRWW_1} = \frac{D_{wykr_1} + d - V_c / t_{\Sigma} + t_{man} / + n S_{wzn.}}{1 + n}$$

to:

$$D_{wykr_1} = D_{MRWW_1} / (1+n) + V_c / t_{\Sigma} + t_{man} / - n S_{wzn.} - d$$

Jeżeli przyjmiemy, że: $D_{MRWW_1} = D_{PRWW_1}$

wówczas:

$$D_{wykr_1} = D_{PRWW_1} / (1+n) + V_c / t_{\Sigma} + t_{man} / - n S_{wzn.} - d$$

Natomiast gdy chcemy określić, jaka powinna być odległość wykrycia stacji radiolokacyjnej /RLS/ danego RPW to:

$$D_{wykr \cdot RLS \text{ potrzebne}} = D_{wykr_1} - / \pm D_{RLS_1} /$$

gdzie:

D_{wykr_1} - potrzebna odległość wykrycia od lotniska

D_{RLS_1} - odległość RLS od lotniska.

Ponieważ w naszych kalkulacjach nie wiemy, na jakiej wysokości będzie leciał cel, a tym samym na jaką wysokość będzie się musiał wznosić myśliwiec, to drogę celu powietrznego określamy jako wartość średnią, która wynika z następujących założeń, gdzie dla różnych wysokości lotu celu powietrznego, obliczamy $S_c = V_c / t_{\Sigma} + t_{man} /$, a następnie dla tych wysokości obliczamy $S_{c \text{ śr.}}$

Przykład:

WARIANT

| H_c /m/ | Typ myśliwca | | $nS_{wzn.}$ /km/ | d /km/ | $V_c/t_z + t_{man}/-nS_{wzn.} - d$ /km/ | Uwagi |
|------------------------------------|------------------|-----------------|------------------|----------|---|----------------------------------|
| | $t_{wzn.}$ /min/ | $S_{wzn.}$ /km/ | | | | |
| 500 | 0,5 | - | - | 10 | 105 | $n = 0,8$ |
| 1000 | 1,2 | 10 | 8 | 10 | 105 | $V_c = 900 \text{ km/h}$ |
| 2000 | 1,6 | 16 | 13 | 10 | 107 | $t_{inf. i dow.}$ |
| 3000 | 2,1 | 20 | 16 | 10 | 110 | $= 2 \text{ min}$ |
| 4000 | 2,5 | 25 | 20 | 10 | 113 | $t_g = 4 \text{ min}$ |
| 5000 | 3 | 32 | 25 | 10 | 115 | $t_{man} = 1 \text{ min}$ |
| 6000 | 3,5 | 35 | 28 | 10 | 119 | |
| 7000 | 4,0 | 43 | 34 | 10 | 121 | |
| 8000 | 4,6 | 50 | 40 | 10 | 123 | |
| 9000 | 5,6 | 60 | 48 | 10 | 129 | |
| 10000 | 7,0 | 74 | 59 | 10 | 141 | |
| 11000 | 8,0 | 90 | 72 | 10 | 143 | |
| wielkość $= 119 \text{ km}$ śr. | | | | | | $S_c =$ $= V_c/t_z + t_{man}$ |

Znając D_{PRWW_1} wówczas:

$$D_{wykr. \text{potrz.}_1} = D_{PRWW_1} / (1+n+S_{c_{\acute{e}r.}} - nS_{wzn.} - d) \quad /3.4/$$

Jeżeli przyjmiemy, że $D_{PRWW_1} = 50 \text{ km}$ to korzystając z tabeli określenia $V_c/t_z + t_{man}/-nS_{wzn.} - d$ jako wartość średnią dla przyjętych warunków to:

$$D_{wykr. \text{potrz.}_1} = 50 \text{ km} / (1+0,8/+119 \text{ km} - 90 \text{ km} - 119 \text{ km}) = 209 \text{ km}$$

naastępnie przyjmując, że $D_{RLS_1} = +30 \text{ km}$ to:

$$D_{wykr. \text{RLS} \text{potrz.}} = D_{wykr. \text{potrz.}_1} - /t D_{RLS_1}/ = 209 \text{ km} - 30 \text{ km} = 179 \text{ km}$$

Aby cel wykryć na odległości 179 km przez RLS, to powinien on lecieć

na wysokości większej niż 4000 m, czyli $H_{c \min} \geq 4000$ m.

Jeżeli nie mamy opracowanej tabeli określającej średnią drogę celu, jaką on przebędzie za czas jego przechwycenia, to możemy zastosować inną metodę uproszczonych obliczeń, a mianowicie: obliczamy, po jakim upływie czasu znajdzie się myśliwiec w tylnej lub przedniej półsferze celu powietrznego od momentu jego wykrycia. Znając czas lotu myśliwca możemy obliczyć, jaką przebędzie drogę cel za ten czas, a tym samym jesteśmy w stanie wyznaczyć, gdzie powinna znajdować się rubież wykrycia celu powietrznego, aby można było ten cel zwalczać na PRW_{\perp} lub NRW_{\perp} , ponieważ:

$$t_{PRW_{\perp}} = \frac{D_{PRW_{\perp}}}{v_{m \text{ \u015b}r.}} + t_{pas.} + t_{man} \quad /3.5/$$

- gdzie: $t_{PRW_{\perp}}$ - czas, po jakim myśliwiec znajdzie się w punkcie wyjściowym do rozpoczęcia ataku celu powietrznego od momentu jego wykrycia;
- $t_{pas.}$ - czas, jaki upłynie od momentu wykrycia celu do momentu wystartowania myśliwca;
- t_{man} - czas wykonania manewru przez samolot myśliwski do momentu jego wyjścia w punkt rozpoczęcia ataku;
- $v_{m \text{ \u015b}r.}$ - średnia prędkość lotu myśliwca
- $$v_{m \text{ \u015b}r.} = \frac{v_{pocz.} + v_{ko\u0144c.}}{2}$$

np. jeśli prędkość początkowa myśliwca wynosi 600 km/h, a końcowa 1300 km/h, to $v_{m \text{ \u015b}r.} = 950$ km/h.

Natomiast:

$$D_{wykr. \text{ potrz. RLS}} = t_{PRW_{\perp}} \cdot v_c - / \pm D_{RLS_{PRW}} / \quad /3.6/$$

- gdzie: $D_{wykr. \text{ potrz. RLS}}$ - potrzebna odległość wykrycia celu powietrznego mierzona od stacji radiolokacyjnej, która wykrywa;
- v_c - prędkość lotu celu;
- $D_{RLS_{PRW}}$ - odległość położenia stacji radiolokacyjnej, która wykrywa cel powietrzny od rubieży, na którą chcemy wyprowadzić myśliwca. Jeżeli RLS znajduje się przed tą rubieżą to dajemy znak "+" plus, a jeśli jest za nią to znak "-" minus.

Przykład:

Oceń od jakiej wysokości możemy zwalczać cele powietrzne na PRWW odległej od lotniska 50 km, jeżeli stacja radiolokacyjna, która wykrywa znajduje się 30 km przed lotniskiem na kierunku spodziewanego nalotu celu powietrznego. Czas od momentu wykrycia celu powietrznego do wystartowania myśliwca wynosi 6 min i czas manewru 1 min, a prędkość początkowa myśliwca wynosi 600 km/h i końcowa 1320 km/h, natomiast prędkość celu 720 km/h.

Rozwiązanie:

Obliczam po jakim czasie od momentu wykrycia znajduje się myśliwiec na PRWW₁

$$t_{PRWW_1} = \frac{D_{PRWW_1}}{V_{m\acute{e}r}} + t_{pas.} + t_{man} = \frac{50 \text{ km}}{\frac{10 \text{ km/min} + 22 \text{ km}}{2}} + 6 \text{ min} + 1 \text{ min} = 10,1 \text{ min}$$

Obliczam $D_{wykr. \text{potrz.}}$

$$D_{wykr. \text{potrz.}} = t_{PRWW_1} \cdot V_c + D_{RLS_{PRW}} = 10,1 \text{ min} \cdot 12 \text{ km/min} + 20 \text{ km} \approx 141 \text{ km}$$

Wniosek:

Potrzebna odległość wykrycia celu powietrznego przez stację radiolokacyjną /RPW/ powinna wynosić 141 km, ażeby wprowadzić do walki myśliwca na PRWW odległej o 50 km od lotniska. Jeżeli uwzględnimy możliwości wykrywania PRW, to aby wykryć cel na odległości 141 km np. dla stacji r/lokacyjnej typu "JAWOR-M2", cel powietrzny powinien znajdować się na wysokości powyżej 2000 m. Wobec powyższego samoloty myśliwskie mogą na PRWW zwalczać tylko cele lecące $H_{c \text{ min}} \geq 2000 \text{ m}$.

3.2. Określanie D_{MRWW} przy pomocy linijek wyskalowanych w minutowych odcinkach lotu i graficznie

Obliczanie D_{MRWW} przy pomocy wzorów matematycznych jest w zasadzie stooowane w okresie przygotowywania się do działań bojowych, kiedy nie ma ograniczeń w czasie. Natomiast dla porównania potrzebnych i możliwych rubieży oraz szybkiego wyciągnięcia wniosków, które ŚNP można

przechwytywać z dyżurowania na lotniskach, a które z dyżurowania w powietrzu można posługiwać się linijkami wyskalowanymi w minutowych odcinkach lotu.

Określenie położenia możliwej rubieży wprowadzenia do walki przy pomocy linijek wyskalowanych w minutowych odcinkach lotu jest metodą uproszczoną i mniej dokładną. Posiada ona natomiast tę istotną zaletę, że odbywa się w znacznym krótszym czasie i to nie tylko w wypadkach kiedy kąt kursowy myśliwca $/KK_m/$ jest równy 0° lub 180° , ale również w sytuacji kiedy KK_m jest różny od tych wartości. Określenie punktu spotkania opiera się na następującym rozumowaniu:

Założmy, że mamy punkt spotkania D /rys. 11/ oraz, że w momencie, kiedy myśliwiec otrzymał rozkaz startu i lotu od punktu początku naprowadzania /PPN/ lub lotniska do punktu D, cel znajdował się w punkcie B i leciał również do punktu D. Myśliwiec leci z pewną prędkością lotu $/V_m/$. Czas lotu myśliwca do punktu spotkania wyniesie:

$$t_{\text{myśl.}} = \frac{S_{\text{wzn.}}}{V_m} + t_{\text{poz}} + t_{\text{man}}$$

Natomiast czas lotu celu do tego samego punktu będzie równy:

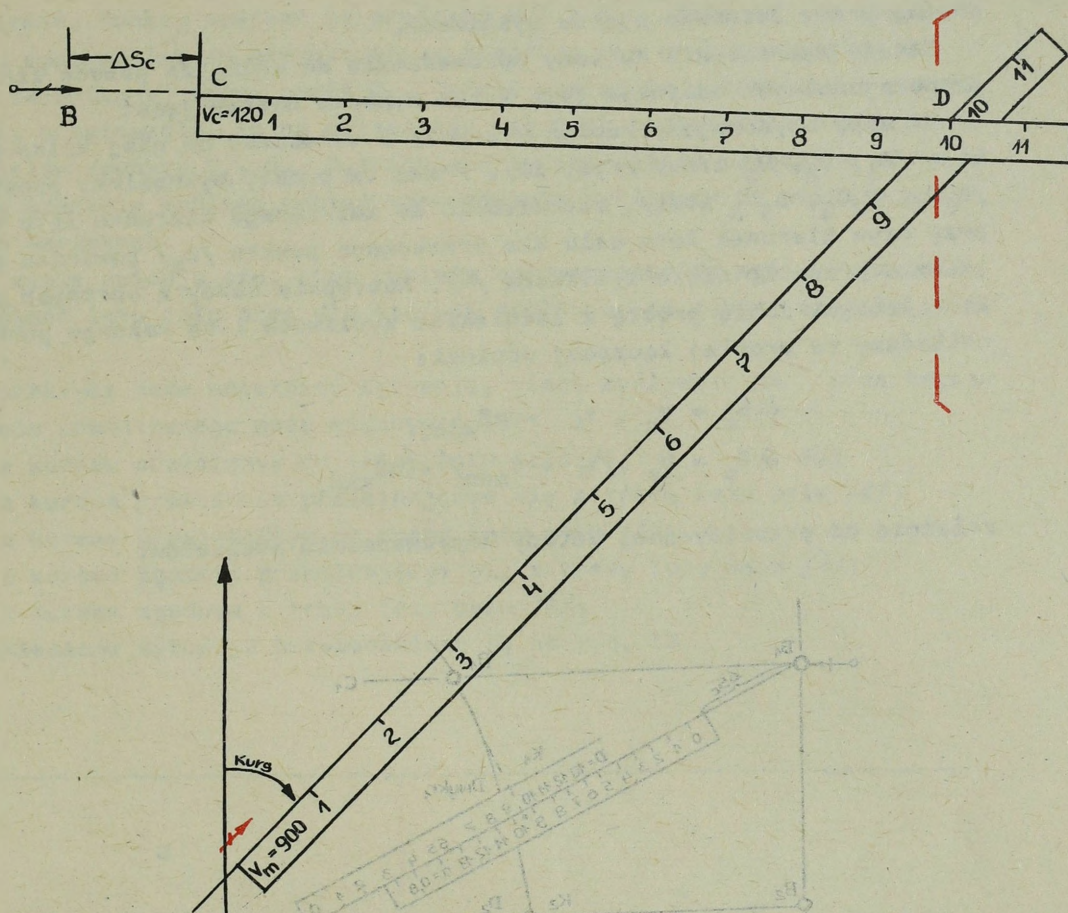
$$t_c = t_{\text{pas}} + t_{\text{wzn.}} + t_{\text{poz}} + t_{\text{man}} = t_{\Sigma} + t_{\text{man}}$$

a za tym $t_c > t_{\text{myśl.}}$, czyli, że cel przybędzie do punktu spotkania później aniżeli myśliwiec. Jednocześnie przybycie myśliwca i celu do punktu D miałyby miejsce tylko wtedy, jeżeli za punkt wyjściowy do obliczeń byłoby przyjęte nie rzeczywiste położenie celu, lecz jego położenie obliczone, to jest punkt C na linii drogi celu, z którego czas lotu celu do punktu D byłby równy czasowi lotu myśliwca do tegoż punktu.

Potrzebna wielkość przesunięcia wyjściowego położenia celu, czyli odcinek BC, wyniesie:

$$\begin{aligned} \Delta S_c &= V_c / t_c - t_{\text{myśl.}} / = V_c \left[t_{\Sigma} + t_{\text{poz}} + t_{\text{man}} - \left(\frac{S_{\text{wzn.}}}{V_m} + t_{\text{poz}} + t_{\text{man}} \right) \right] = \\ &= V_c / t_{\Sigma} - \frac{S_{\text{wzn.}}}{V_m} / = V_c \cdot t_{\Sigma} - \frac{V_c}{V_m} \cdot S_{\text{wzn.}} = V_c \cdot t_{\Sigma} - n S_{\text{wzn.}} \end{aligned}$$

gdzie: $\frac{V_c}{V_m} = n$



Rys. 11. Graficzne określenie D_{MRWW} za pomocą linijek wyskalowanych w minutowych odcinkach lotu

W związku z powyższym, przy obliczeniu punktu spotkania przy pomocy linijek wyskalowanych w proporcjonalnych minutowych odcinkach lotu, należy linijkę prędkości lotu celu przyłożyć nie w punkcie obliczonego miejsca znajdowania się celu, lecz w punkcie wyniesionym o odcinek:

$$\Delta S_c = V_c \cdot t_{\Sigma} - n S_{wzn.}$$

Linijkę prędkości myśliwca należy przyłożyć w początkowym punkcie naprowadzania i obracając tak, aby w punkcie przecięcia obu linijek była na każdej z nich jednakowa wartość czasu. Natomiast kierunek linijki myśliwca określa jednocześnie kurs myśliwca w czasie lotu do punktu spotkania z celem. Przy pomocy linijek minutowych odcinków można nie tylko określić punkt wprowadzenia do walki, ale również znaleźć rubieże wprowadzenia myśliwców do walki przeciwko celom, których trasy lotu nie prze-

chodzą przez lotnisko startu myśliwców.

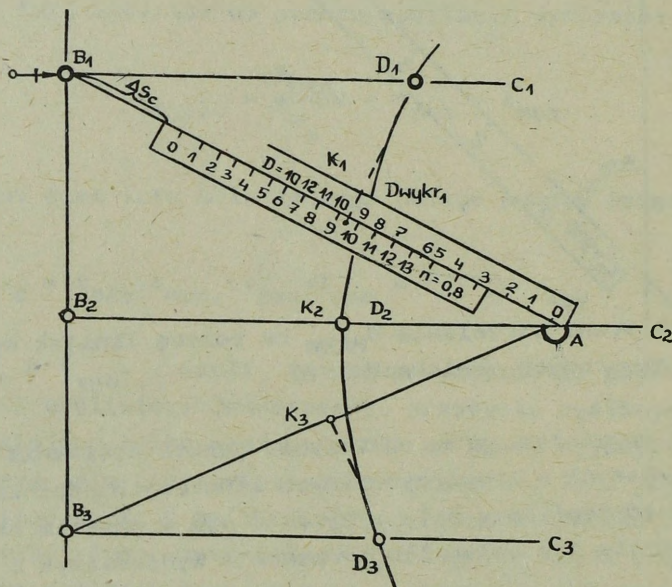
Istota wykreślenia rubieży wprowadzenia do walki za pomocą linijek proporcjonalnych odcinków jest w tym wypadku następująca:

Na mapę wrysowujemy rubież wykrycia i oznaczamy na niej kilka punktów B_1, B_2, B_3 itd. /rys. 12/. Przez te punkty wykreślamy proste B_1C_1, B_2C_2, B_3C_3 itd./, odpowiednio do założonego kierunku lotu celu, przy czym kierunek lotu celu dla środkowego punktu B_2 powinien przechodzić przez lotnisko myśliwców A . Następnie każdy z obranych punktów łączymy linią prostą z lotniskiem myśliwców i od każdego punktu odkładamy na prostej łączącej odcinki:

$$\Delta S_c = V_c \cdot t_x - nS_{wzn.}$$

$$\text{lub } \Delta S_c = V_c \cdot (t_x + t_{man}) - nS_{wzn.}$$

zależnie od przewidywanej metody naprowadzania myśliwców.



Rys. 12. Wykreślenie graficznie możliwej rubieży wprowadzenia do walki myśliwców dla tras lotu celów powietrznych nie przechodzących przez lotnisko startu myśliwców

Na każdej prostej łączącej znajdujemy przy pomocy linijek proporcjonalnych odcinków punkt spotkania K_1, K_2, K_3 przy locie celu i myśliwców na kursach przeciwnych.

W celu znalezienia punktów spotkania celów na trasach nie przechodzących przez lotnisko startu myśliwców - wykorzystujemy własność okreś-

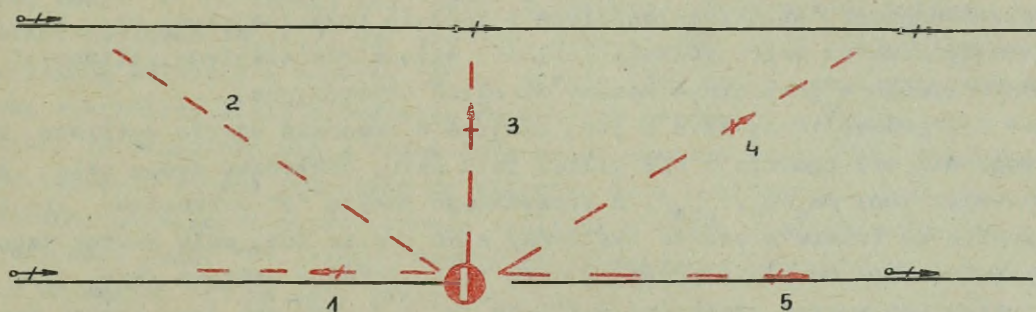
gu spotkań. Punkty spotkań na prostych B_1A i B_1C_1 leżą na tym samym okręgu spotkań lub /w przybliżeniu/ znajdują się na prostopadłej do B_1A przechodzącej przez punkt D_1 . Jeżeli następnie wykreślimy z punktu K_1 i K_3 prostopadłe, to na przecięciu się tych prostopadłych z trasami lotu celów /punkty D_1, D_2, D_3 / ich punkty przecięcia połączone linią ciągłą stanowią możliwą rubież wprowadzenia myśliwców do walki w przyjętych warunkach.

Na mapie wpisuje się, obok rubieży wprowadzenia do walki, wysokość i prędkość lotu celu oraz dla których myśliwców ta rubież została obliczona.

W praktyce może zaistnieć sytuacja, kiedy myśliwiec na przechwycenie celu powietrznego może wykonywać lot:

- z kursem przeciwnym do trasy lotu celu /1/;
- z kursem przeciwnie przecinającym się z trasą lotu celu /2/;
- z kursem prostopadłym do trasy lotu celu /3/;
- z kursem zgodnie przecinającym się z trasą lotu celu /4/;
- z kursem zgodnym z trasą lotu celu /5/.

Wymienione sytuacje przedstawione są na rys. 13.



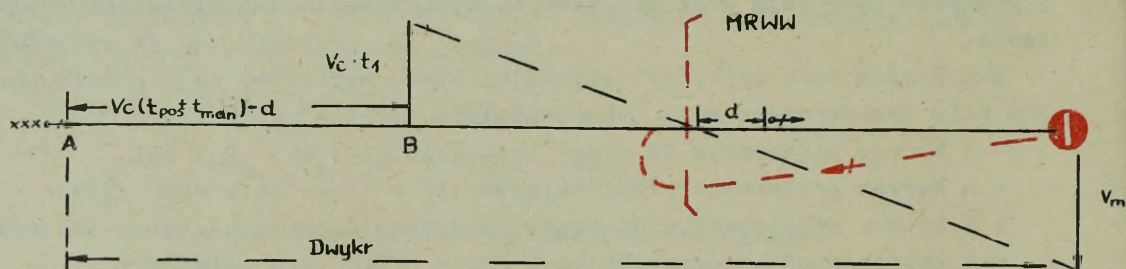
Rys. 13. Możliwe ogólne sytuacje, w których naprowadzany jest myśliwiec na cel powietrzny

W sytuacji, w której cel nalatuje wprost na lotnisko startu myśliwca /patrz rys. 13 sytuacja 1/, MRWW można określić w najprostszym sposobie następująco: z miejsca znajdowania się celu powietrznego wykreśla się prawdopodobną jego trasę aż do połączenia jej z lotniskiem startu myśliwców.

Na prawdopodobnej trasie lotu celu odkładamy drogę celu w kierunku lotniska, przebytą za czas pasywny i manewru myśliwca:

$$S_c = V_c \cdot (t_{pas} + t_{man}) - d$$

W otrzymanym punkcie B wykreślamy wektor prędkości celu za czas pasywny $V_c \cdot t_{pas}$ prostopadłe w stosunku do trasy celu. Następnie z lotniska wykreślamy prostopadłe do trasy celu lecz w przeciwnym kierunku co wektor $V_c \cdot t_{pas}$, wektor prędkości myśliwca za ten sam czas pasywny $V_m \cdot t_{pas}$. Po połączeniu końców wektorów V_c i V_m otrzymamy miejsce przecięcia się z trasą lotu celu które jest MRWW.

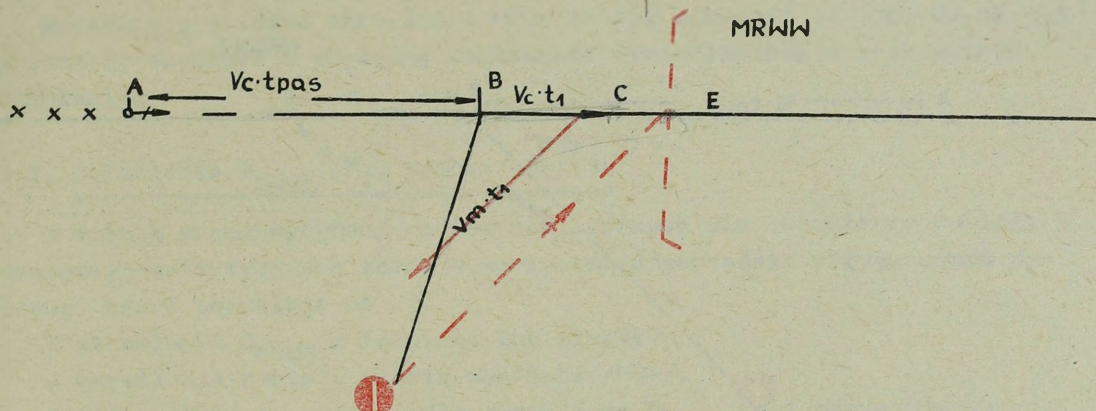


Rys. 14. Graficzne określenie MRWW przy nalocie celu wprost na lotnisko /naprowadzanie na kursach przeciwnych/

Podczas przechwytywania celów powietrznych na kursach przeciwnie przecinających się, prostopadłych i zgodnie przecinających się, z uwzględnieniem naprowadzania myśliwca metodą "równoległego zbliżania" MRWW sposobem graficznym możemy określić następująco:

Wykreślamy trasę celu i jego miejsce w momencie startu myśliwca, od tego miejsca zgodnie z kierunkiem lotu celu, odkładamy drogę celu za czas pasywny $S_c = V_c \cdot t_{pas}$, z otrzymanego punktu "B" wykreślamy linię prostą na lotnisko startu myśliwca, a na trasie lotu celu wektor jego prędkości za dowolnie przyjęty czas t_1 . Z końca wektora $B/V_c \cdot t_1$, wykreślamy wektor prędkości myśliwca $V_m \cdot t_1$, tak aby jego koniec /grot strzałki/ stykał się z linią wizowania. Następnie przeprowadzamy z lotniska linię równoległą do wektora prędkości myśliwca $V_m \cdot t_1$, w punkcie przecięcia się tej linii z trasą lotu celu znajduje się punkt spotkania myśliwca z celem, czyli MRWW, patrz rys. 15.

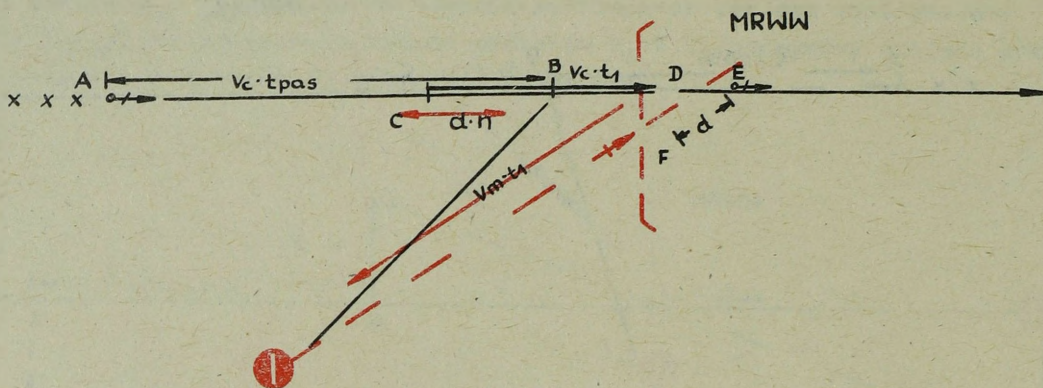
W sytuacji kiedy przechwytywanie celu powietrznego odbywa się na kursach, prostopadłych oraz przeciwnie i zgodnie przecinających się, a naprowadzanie realizowane jest metodą "prostego zbliżania", MRWW graficznie możemy określić w następujący sposób: na trasie lotu celu, wyznaczamy punkt "B" za pomocą odcinka $S_c = V_c \cdot t_{pas}$, następnie z punktu "B" wyznaczamy w kierunku przeciwnym do kierunku lotu celu odcinek równy d/n tworząc punkt "c" i dopiero z tego punktu zgodnie z kierunkiem



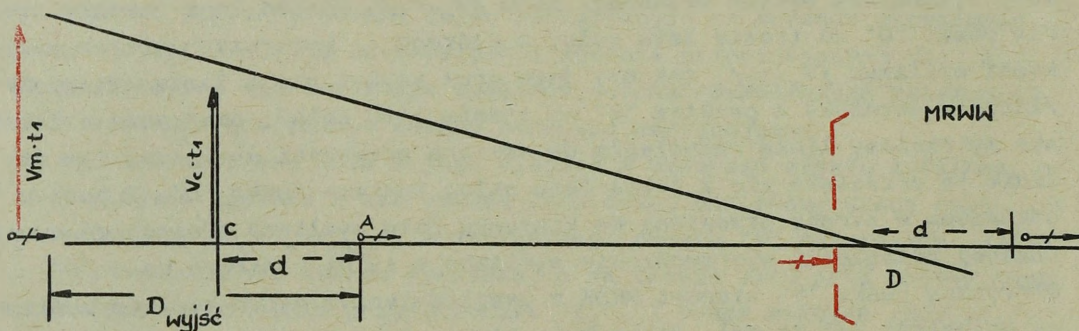
Rys. 15. Graficzne określenie MRWW podczas przechwytywania celu powietrznego na kursach prostopadłych oraz przeciwnie i zgodnie przecinających się z uwzględnieniem naprowadzania metodą "równoległego zbliżenia"

lotu wyznaczamy wektor prędkości celu $/V_c \cdot t_1/$, koniec tego wektora tworzy punkt "D" na trasie lotu celu, z którego wyznaczamy wektor prędkości myśliwca $/V_m \cdot t_1/$, tak aby jego grót stykał się z linią wizowania /łączącą lotnisko z punktem "B" na trasie lotu celu/, następnie z lotniska wykreślamy linię równoległą do wektora prędkości myśliwca, tak aby linia ta przecięła się z trasą lotu celu, tworząc punkt "E". Z punktu "E" odkładamy w stronę przeciwną do kierunku lotu myśliwca odcinek równy nakazanej odległości wyprowadzenia myśliwca w tylną półsferę celu "d". Otrzymany punkt "F" stanowi MRWW z uwzględnieniem wyprowadzenia myśliwca na odległość "d" za cel. Patrz rys. 16.

W sytuacjach nawigacyjno-taktycznych, kiedy przechwytywanie celu powietrznego odbywa się na kursach zgodnych z dopędzaniem /pościgiem/ celu, graficzne określenie MRWW jest następujące: wykreślamy trasę lotu celu, oznaczając miejsce znajdowania się celu jako punkt "A" oraz na odległości "D_{wyjść}" położenie myśliwca punkt "B". Następnie z punktu A w stronę przeciwną do kierunku lotu celu odkładamy odcinek "d" wyznaczając punkt "c". Z tego punktu prostopadle do kierunku trasy lotu celu odkładamy wektor prędkości celu $/V_c \cdot t_1/$, a z punktu "B" odkładamy wektor prędkości myśliwca $/V_m \cdot t_1/$. Po przeprowadzeniu linii prostej przez końce wektorów prędkości do przecięcia się z trasą lotu celu, otrzymamy punkt "D", który jest miejscem znajdowania się myśliwca za celem na odległości "d", czyli jest to MRWW. Patrz rys. 17.



Rys. 16. Graficzne wykreślenie MRWW podczas przechwytywania celu powietrznego na kursach prostopadłych oraz przeciwnie i zgodnie przecinających się z uwzględnieniem naprowadzania metodą "proste zbliżenie"



Rys. 17. Graficzne wykreślenie MRWW podczas przechwytywania celu powietrznego na kursach zgodnych z dopędzeniem /pościgiem/

Graficzne wykreślenie MRWW na mapie /planeżecie/ podczas przechwytywania celów powietrznych ma wiele cech dodatnich, a mianowicie:

- daje możliwość graficznego określenia kursu naprowadzania myśliwca;
- daje możliwość określenia czy myśliwiec zdąży nabrać odpowiednią wysokość lotu na planowanej wcześniej trasie lotu, przez porównanie długości trasy myśliwca z S_{wzn} myśliwca.

Mankamentem graficznego określenia MRWW jest to, że sposób ten w zasadzie nadaje się do stosowania w nieskomplikowanej sytuacji taktyczno-nawigacyjnej, to znaczy kiedy przechwytywanie /naprowadzanie/ odbywa

się na prędkościach stałych bez potrzeby rozpędzania prędkości myśliwca oraz na wysokościach małych i średnich gdzie nie trzeba stosować programu wznoszenia myśliwca.

Niemniej graficzne określenia MRWW należy stosować ze względu na jej prostotę, szybkość i względną dokładność wystarczającą w praktycznym działaniu.

3.3. Określenie D_{MRWW} przy pomocy wykresu

W czasie przechwytywania celów powietrznych dla określania rubieży nawigacyjno-taktycznych można wykorzystać odpowiednio przygotowane wykresy, które pozwalają na:

- określenie D_{MRWW} z lotniska lub strefy;
- określenie rubieży startu myśliwca /RSM/.

Sposób wykonania wykresu dla określenia D_{MRWW} jest następujący:

- rysujemy układ współrzędnych prostokątnych. Na osi poziomej odkładamy proporcjonalne odcinki odległości "D" w kn. Na osi pionowej zaś prędkość "V" w km/h;

- z początku układu wykreślamy linie proste odpowiadające stałej czasu wg zależności $t = \frac{D}{V}$. Proste w układzie rysujemy w przedziale czasu od 1 min do 15 min z dyskrecją co 1 min.

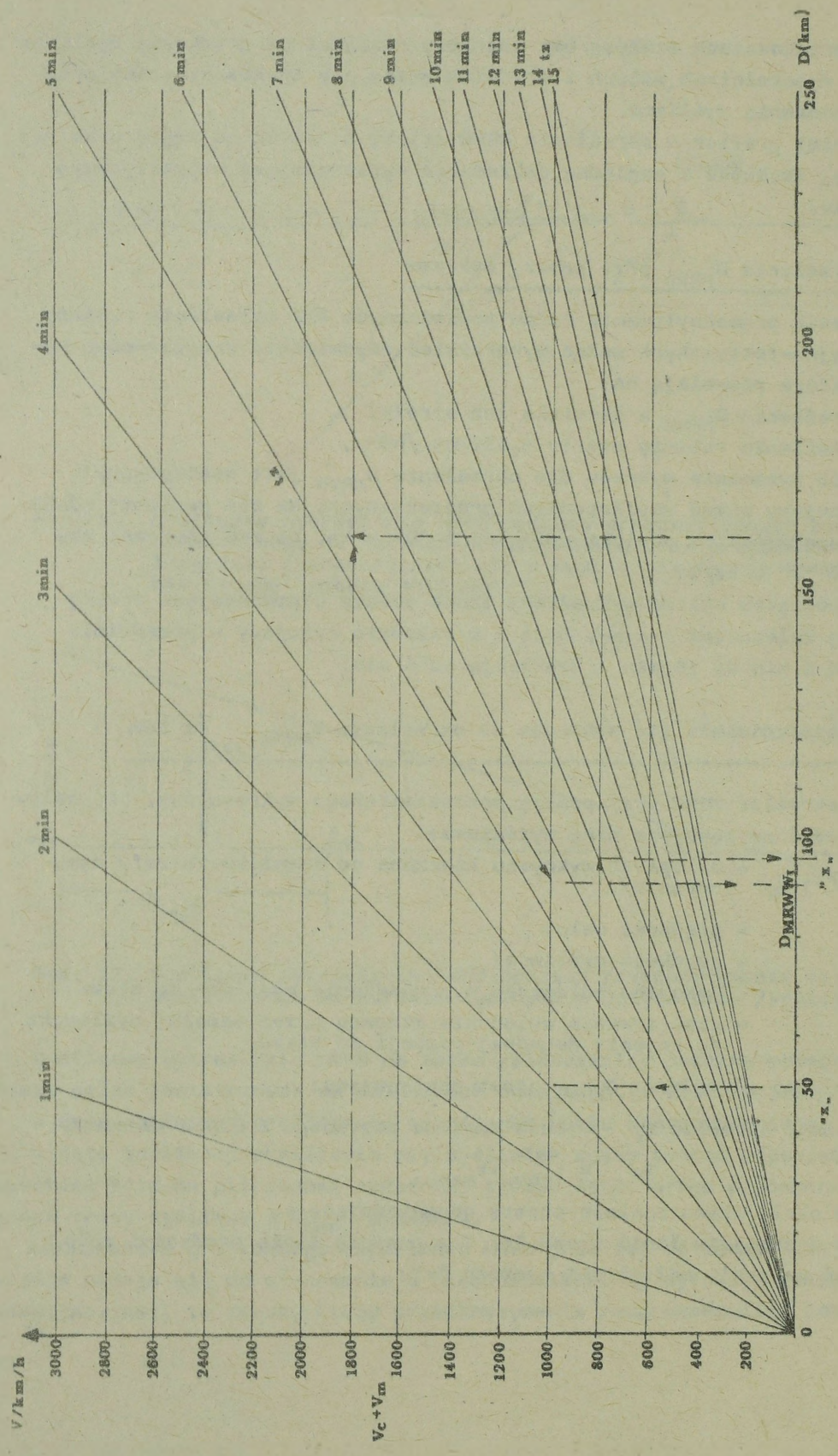
Sposób posługiwania się wykresem do określenia D_{MRWW} i RSM

Aby określić MRWW przy pomocy przedstawnionego wykresu rys. 18, należy posiadać następujące dane wyjściowe:

- $D_{wykr. 1/8/}$ - odległość wykrycia mierzona od lotniska /strefy dyżurowania/;
- V_c - prędkość celu;
- V_m - prędkość myśliwca;
- d - nakazana odległość wyprowadzenia myśliwca do ataku;
- t_{man} - czas trwania wykonania manewru przez samolot myśliwki do zajęcia dogodnej pozycji do ataku.

Kolejność określenia D_{MRWW} jest następująca:

- należy określić t_z - suma czasów: pasywnego i czasu manewru;
$$t_z = t_{pas.} + t_{man.};$$
- na skali czasu znaleźć prostą odpowiadającą t_z
- na przecięciu linii czasu " t_z " z poziomą linią prędkości celu odczytać na skali odległości wartość "x";



- wartość "x" należy odjąć od sumy $D_{wykr_{-1}} + d$ przez co otrzymamy wartość "D"

$$D = D_{wykr_{-1}} + d - x,$$

którą to odnaleźć należy na skali odległości;

- na odległość "D" odszukać miejsce przesunięcia się z linią sumy prędkości myśliwca i celu i przeprowadzić prostą w kierunku początku układu współrzędnych do miejsca przesunięcia się z prędkością myśliwca;

- na wysokości przecięcia się prostej z prędkością myśliwca, na skali odległości odczytać D_{MRWW_1} .

Przykłady określenia $D_{MRWW_1/g/}$ za pomocą wykresu:

1/ Określić D_{MRWW_1} mając dane: $D_{wykr_{-1}} = 250$ km; $V_0 = 800$ km/h;
 $V_m = 1000$ km/h; $t_{pas.} = 6$ min, $t_{man} = 1$ min; $d = 6$ km

Rozwiązanie:

Obliczamy " t_z "

$$t_z = t_{pas.} + t_{man} = 6 \text{ min} + 1 \text{ min} = 7 \text{ min}$$

Na wykresie szukamy "x" /patrz rys. 18/, $x = 95$ km

Obliczamy wartość "D"

$$D = D_{wykr_{-1}} + d - x = 250 \text{ km} + 6 \text{ km} - 95 \text{ km} = 161 \text{ km}$$

Z wykresu odczytujemy $D_{MRWW_1} = 91$ km

2/ Określić D_{MRWW_g} mając dane: $D_{wykr_{-g}} = 70$ km; $V_0 = 600$ km/h;
 $V_m = 900$ km/h, $t_{pas.1} = 2$ min; $t_{man_1} = 2$ min; $d = 5$ km

Rozwiązanie:

Obliczamy t_z :

$$t_z = t_{pas.1} + t_{man_1} = 2 \text{ min} + 2 \text{ min} = 4 \text{ min}$$

Na wykresie szukamy "x", $x = 40$ km

Obliczamy "D", $D = D_{wykr_{-g}} + d - x = 70 \text{ km} + 5 \text{ km} - 40 \text{ km} = 35 \text{ km}$

Określamy D_{MRWW_g} z wykresu, $D_{MRWW_g} \approx 22$ km

Aby określić rubież wydania komendy na start myśliwca /RKSM/ przy pomocy wykresu na rys. 19, należy posiadać następujące dane:

- D_{PRWW_1} - odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki od lotniska startu myśliwca;
- t_g - czas od chwili podania komendy na start do momentu rozpoczęcia startu;
- t_{man} - czas manewru dla zajęcia pozycji przez samolot myśliwski do ataku;
- V_c - prędkość celu w km/h;
- V_m - prędkość myśliwca w km/h;
- d - nakazana odległość wyjęcia za cel do rozpoczęcia ataku.

Kolejność określenia RKSM jest następująca:

- określić t_x i $t_x = t_g + t_m$ /suma czasu od podania komendy na start do startu i czasu manewru/ i na skali czasu odnaleźć prostą odpowiadającą t_x ;

- na przecięciu linii czasu t_x z poziomą linią prędkości celu punkt "A" odnaleźć na skali odległość "x";

- odnaleźć na skali odległości wartość D_{PRWW_1} i z miejsca przecięcia się odległości D_{PRWW_1} z linią prędkości myśliwca /punkt B/ w kierunku od początku układu przeprowadzić prostą do przecięcia się z sumą prędkości $V_m + V_c$ /punkt c/ i na skali odległości odczytać wartość "y";

- określić RKS dodając do wartości "x" wartość "y"

$$RKS = /x+y/ - d$$

Przykład:

Obliczyć rubież komendy startu myśliwca mając dane:

$$D_{PRWW_1} = 50 \text{ km}; V_m = 1000 \text{ km/h}; V_c = 800 \text{ km/h}; d = 8 \text{ km}, t_{pas.} = 2 \text{ min};$$

$$t_{man} = 1,5 \text{ min}$$

Rozwiązanie:

Obliczamy wartość t_x

$$t_x = t_{pas.} + t_{man} = 2 \text{ min} + 1,5 \text{ min} = 3,5 \text{ min}$$

W wykresie odnajdujemy wartość $x = 47 \text{ km}$. Na skali odległości odzyskujemy wartość $D_{PRWW_1} = 50 \text{ km}$ i prowadzimy linię do przecięcia się z $V_m = 1000 \text{ km/h}$, określając punkt "B", z punktu tego prowadzimy prostą /z początku układu przez punkt B/ do przecięcia się z sumą prędkości $V_m + V_c = 1000 + 800 = 1800 \text{ km/h}$ otrzymamy punkt "c", z którego prowadzimy prostą w dół do przecięcia się z linią odległości i otrzymamy wartość "y" /90 km/.

Obliczamy ze wzoru: $RKS = /x+y/ - d = 47+90-8=129 \text{ km}$.

4. METODY OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI PRZECHWYTYWANIA CELÓW POWIETRZNYCH PRZEZ LM Z DYŻUROWANIA W POWIETRZU

Przechwytywanie celów powietrznych z dyżurowania w powietrzu zalicza się do podstawowych sposobów działań tego rodzaju lotnictwa podczas wykonywania zadań osłony wojsk i obiektów przed rozpoznaniem i uderzeniem lotnictwa nieprzyjaciela. Istotą tych działań polega na tym, że samoloty myśliwskie znajdują się w powietrzu, w strefie dyżurowania w zasięgu własnych RLS i utrzymują stałą łączność radiową z punktem naprowadzania oraz stanowiskiem dowodzenia. Z chwilą wykrycia celów powietrznych przez RLS samoloty myśliwskie są naprowadzane na nie przy pomocy określonych komend i informacji podawanych przez nawigatora znajdującego się w punkcie naprowadzania. Ten sposób działań stosuje się szczególnie w sytuacji, kiedy nie ma możliwości wykonania zadania osłony wojsk i obiektów z dyżurowania na lotnisku.

Wprowadzanie myśliwców do walki z dyżurowania w powietrzu z wyznaczonych wcześniej stref, powoduje że czas pasywny jest znacznie krótszy, a tym samym rubież przechwylenia celu powietrznego przebiega w dogodniejszym miejscu względem obiektu osłony.

Określanie możliwości przechwytywania celów powietrznych z dyżurowania w powietrzu, a także zaproponowanie właściwego rozmieszczenia stref dyżurowania należy do ważnych elementów zabezpieczenia nawigator-skiego działań bojowych lotnictwa myśliwskiego.

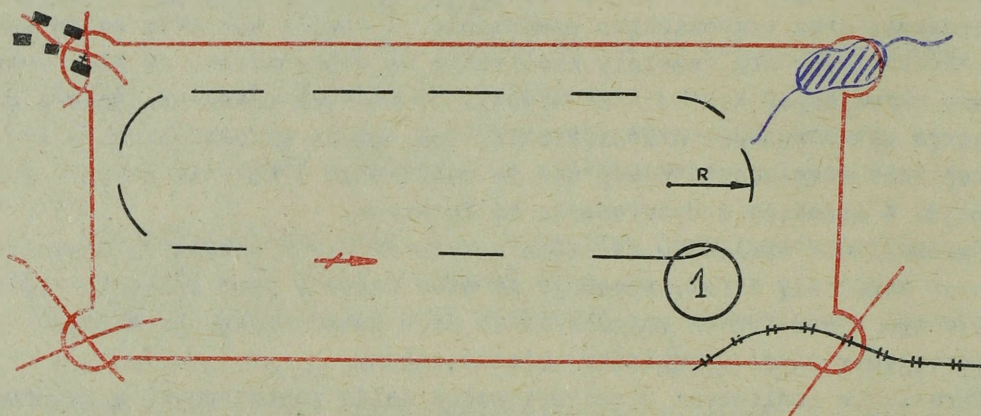
Strefy dyżurowania powinny być rozmieszczone na podejściach środków napadu powietrznego do osłanianych obiektów i wojsk w takiej odległości ażeby zapewnić:

- wprowadzenie do walki myśliwców na potrzebnych rubieżach;
- obserwację myśliwców na wskaźnikach własnych stacji radiolokacyjnych;
- utrzymanie dwustronnej łączności radiowej pomiędzy dyżurującymi w strefie myśliwcami, a stanowiskiem dowodzenia lub punktem naprowadzania;
- wykonanie dyżurowania poza zasięgiem środków OPL npla;
- łatwość utrzymania się w obrębie strefy według orientacji wzrokowej.

Strefy dyżurowania powinny obejmować całą szerokość osłanianego rejonu, tak aby cel powietrzny lecący po trasie przechodzącej między sąsiednimi strefami mógł być przechwycony przez dyżurujące myśliwce z jednej z tych stref. Kształt strefy z zasady jest prostokątny, a rozmiary 30-50 km na 25-30 km. Rozmiary strefy powinny zapewnić lot myśliwca

w strefie wzdłuż dłuższego boku w czasie 1,5+2 min oraz wykonanie swobodnego zakreću o 180°. Strefę wyznacza się w oparciu o cztery charakterystyczne obiekty orientacyjne w terenie, tak aby dłuższy bok był prostopadły do spodziewanego kierunku nalotu środków napadu powietrznego.

Na mapę strefy dyżurowania wrysowuje się kolorem czerwonym, a numer strefy kolorem czarnym. Nad morzem z powodu braku obiektów orientacyjnych strefa dyżurowania wyznaczana jest wg punktów określonych za pomocą współrzędnych geograficznych.



Rys. 19. Strefa dyżurowania samolotów myśliwskich w powietrzu

Obliczanie D_{MRWW} z dyżurowania w strefie

Odległość możliwej rubieży wprowadzenia do walki myśliwców dyżurujących w strefie jest zależna głównie od odległości wykrycia ŚNP przez stacje radiolokacyjne oraz położenia strefy dyżurowania względem rubieży wykrycia.

Aby obliczyć odległość możliwej rubieży wprowadzenia myśliwców do walki ze strefy dyżurowania posługujemy się następującym wzorem:

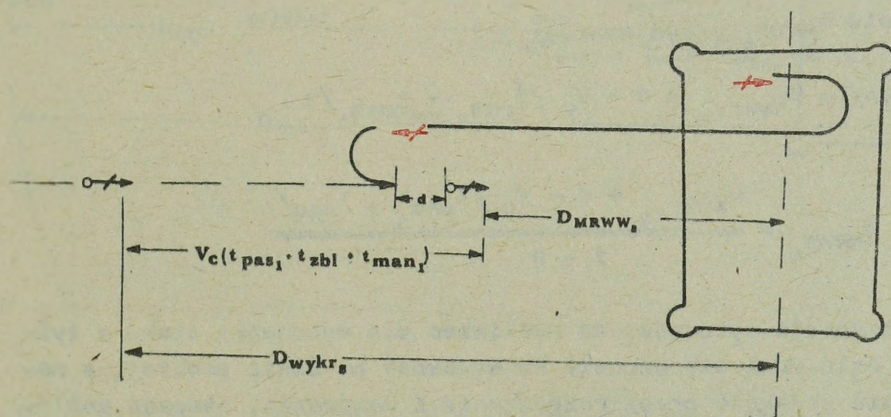
$$D_{MRWW_s} = \frac{D_{wykr._s} + d - V_c / (t_{pae_1} + t_{man_1})}{1 + n} \quad /4/$$

gdzie:

- D_{MRWW_s} - odległość od środka strefy dyżurowania do możliwej rubieży wprowadzenia do walki;
- $D_{wykr._s}$ - odległość wykrycia celu, mierzona od środka strefy dyżurowania myśliwców do rubieży wykrycia przez stacje radiolokacyjne na danej wysokości lotu celu powietrznego;
- t_{pae_1} - czas, jaki upłynie od momentu wykrycia celu powietrznego do momentu podania komendy na przechwycenie dyżurującym myśliwcom w strefie;

- t_{man_1} - łączny czas potrzebny myśliwcom dla wykonania manewru na kurs przeciwny do kursu celu powietrznego /pierwszy zakręt np. o 180° / oraz dla wyjścia w tylną półsferę celu /drugi zakręt np. o 180° lub manewr pionowy/ i zbliżenia się myśliwca względem celu na potrzebną odległość;
- pożądana odległość między myśliwcem a celem powietrznym dla rozpoczęcia ataku.

Obliczając D_{MRWW_e} , bierzemy pod uwagę najbardziej niedogodne położenie myśliwca względem celu powietrznego w momencie pogaenia mu komendy na przechwycenie. Takim niedogodnym położeniem dla myśliwca jest sytuacja, kiedy myśliwiec leci z kursem zbliżonym do kursu celu; czyli dla wykonania zbliżenia się do celu z kursem przeciwnym musi wykonać manewr zakrętu o 180° . W kalkulacjach nawigatorskich przyjmujemy, że czas dla wykonania manewrów wyjścia myśliwca do ataku z tylnej półsfercy celu, wynosi 2 min. /dwa zakręty o 180° /, czyli $t_{man_1} = 2$ min, czas pasywny przy dowodzeniu myśliwcami z SD plm lub PłSD wynosi 2 min³⁰, a przy dowodzeniu z SD DLM lub SD korpusu OPK wynosi 3 min.



Rys. 20. Wprowadzenie myśliwca do walki ze strefy dyżurowania w powietrzu w tylną półsferę celu

Z rysunku wynika, że:

$$t_{zbl.} = \frac{D_{MRWW_e}}{V_m};$$

$$D_{MRWW_e} = D_{wykr_e} - V_c / t_{pas.} + t_{zbl.} + t_{man_1} / + d$$

Podstawiając $t_{zbl.} = \frac{D_{MRWW_s}}{v_m}$ otrzymamy:

$$D_{MRWW_s} = D_{wykr._s} - v_c / t_{pas_1} + \frac{D_{MRWW_s}}{v_m} + t_{man_1} / + d;$$

albo:

$$D_{MRWW_s} = D_{wykr._s} - v_c / t_{pas_1} + t_{man_1} / - \frac{v_c}{v_m} D_{MRWW_s} + d;$$

uwzględniając, że $\frac{v_c}{v_m} = n$ oraz przenosząc składnik zawierający D_{MRWW_s} na lewą stronę równania, otrzymamy:

$$D_{MRWW_s} + n D_{MRWW_s} = D_{wykr._s} - v_c / t_{pas_1} + t_{man_1} / + d;$$

po wyciągnięciu D_{MRWW_s} przed nawias:

$$D_{MRWW_s} / 1+n = D_{wykr._s} + d - v_c / t_{pas_1} + t_{man_1} /;$$

czyli, że:

$$D_{MRWW_s} = \frac{D_{wykr._s} + d - v_c / t_{pas_1} + t_{man_1} /}{1 + n}$$

Jeżeli zaistnieje sytuacja, że myśliwiec dla wykonania ataku z tylnej półsfery celu musi się wznosić na wysokość po linii prostej, a następnie zmienić prędkość przez rozpędzanie i hamowanie, wówczas możliwą rubież wprowadzenia do walki obliczamy ze wzoru:

$$D_{MRWW_s} = \frac{D_{wykr._s} + d - v_c / t_{pas_1} + t_{wzn.} + t_{rp.} + t_{hm.} + t_{man_1} / + n S_{wzn.} + S_{rp.} + S_{hm.} /}{1 + n} \quad /4.1/$$

gdzie:

$t_{wzn.}$ i $S_{wzn.}$ - czas i droga wznieszenia myśliwca od wysokości dyżurowania na wysokość lotu celu;

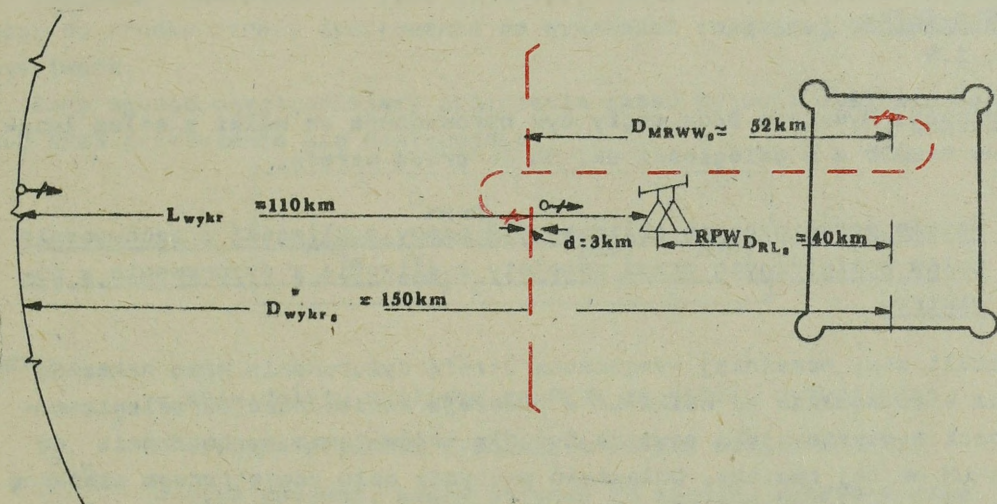
$t_{rp.}$ i $S_{rp.}$ - czas i droga rozpędzania myśliwca;

$t_{hm.}$ i $S_{hm.}$ - czas i droga hamowania myśliwca.

Przykład:

Obliczyć D_{MRWW_s} jeżeli samoloty myśliwskie znajdują się w strefie dyżurowania w powietrzu, odległość wykrycia celu powietrznego przez RPW wynosi 110 km, natomiast odległość położenia tego posterunku względem środka strefy dyżurowania $/D_{RLS_s}/$ wynosi 40 km przed strefą w kierunku spodziewanego nalotu ŚNP. Dowodzenie myśliwcami odbywa się z 80 plm $/P_{SD}/$, $t_{pas_1} = 2 \text{ min}$, $t_{man} = 2 \text{ min}$, $V_c = 900 \text{ km/h}$, $n = 0,8$, $d = 3 \text{ km}$, $D_{PRWW_s} = 60 \text{ km}$.

Rozwiązanie:



$$D_{wykr._s} = L_{wykr.} + / \pm D_{RLS_s} / = 110 \text{ km} + 40 \text{ km} = 150 \text{ km}$$

$$D_{MRWW_s} = \frac{D_{wykr._s} + d - V_c / t_{pas_1} + t_{man_1}}{1 + n}$$

$$= \frac{150 \text{ km} + 3 \text{ km} - 15 \text{ km/min} / 2 \text{ min} + 2 \text{ min}}{1 + 0,8} \approx 52 \text{ km}$$

wniosek: W przytoczonej sytuacji nawigacyjno-taktycznej, dyżurujące myśliwce w strefie mogą być wprowadzone do walki z celem powietrznym w odległości 52 km przed strefą.

Przykład:

Myśliwce dyżurują w strefie na $H=3000$ m, a mają przechwycić cel powietrzny na $H=8000$ m jeżeli: $D_{\text{wykr.}_s} = 280$ km, $d = 3$ km, $V_c = 1500$ km/h, $n = 0,8$, $t_{\text{wzn.}} = 90$ s, $S_{\text{wzn.}} = 30$ km, $t_{\text{rp.}} = 90$ s, $S_{\text{rp.}} = 30$ km, $t_{\text{hm.}} = 30$ s, $S_{\text{hm.}} = 10$ km. Obliczyć D_{MRWW_s} .

Rozwiązanie:

$$D_{\text{MRWW}_s} = \frac{D_{\text{wykr.}_s} + d - V_c / t_{\text{pas}_1} + t_{\text{wzn.}} + t_{\text{rp.}} + t_{\text{hm.}} + t_{\text{man}_1} / + n S_{\text{wzn.}} + S_{\text{rp.}} + S_{\text{hm.}}}{1 + n}$$

$$= \frac{280 \text{ km} + 3 \text{ km} - 25 \text{ km/min} / 2 \text{ min} + 1,5 \text{ min} + 1,5 \text{ min} + 0,5 \text{ min} + 2 \text{ min} / + 0,8 / 30 \text{ km} + 30 \text{ km} + 10 \text{ km}}{1 + 0,8}$$

$$= \frac{339 \text{ km} - 187 \text{ km}}{1,8} \approx 84 \text{ km}$$

Wniosek: Myśliwce będą mogli być wprowadzone do walki z celem lecącym na $H=8000$ m w odległości ok. 84 km przedstrefą.

4.1. Metoda uproszczonych obliczeń dla oceny możliwości przechwycenia celów powietrznych przez samoloty myśliwskie z dyżurowania w powietrzu

Jeżeli mamy wcześniej wyznaczoną strefę dyżurowania oraz nakazaną rubież wprowadzenia do walki LM - powstaje konieczność określenia odległości wykrycia, jaka powinna być dla zapewnienia wprowadzenia do walki LM na tej rubieży. Odległość wykrycia celu powietrznego mierzoną od strefy dyżurowania, obliczamy wychodząc z założenia, że

$$D_{\text{PRWW}_s} \leq D_{\text{MRWW}_s}$$

Przekształcając wzór na obliczenie D_{MRWW_s} otrzymamy:

$$D_{\text{wykr.}_s, \text{potrz.}} = D_{\text{PRWW}_s} / 1 + n / + V_c / t_{\text{pas}_1} + t_{\text{man}_1} / - d \quad /4.2/$$

gdzie:

$$D_{\text{PRWW}_s} = D_{\text{MRWW}_s}$$

Natomiast potrzebną odległość wykrycia celu $D_{\text{wykr. RLS}}$ / zmierzoną od miejsca znajdowania się stacji radiolokacyjnej, obliczamy za pomocą wzoru:

$$D_{\text{wykr. RLS. potrz.}} = D_{\text{wykr. s. potrz.}} - / \pm D_{\text{RLS}} / \quad /4.3/$$

gdzie:

D_{RLS} - położenie stacji radiolokacyjnej /posterunku wykrywania/ względem strefy dyżurowania, plus $/+ /$ gdy RLS znajduje się przed strefą, minus $/- /$ gdy za strefą.

Powyższe rozważania dotyczą sytuacji, kiedy cel leci po linii prostej do środka strefy dyżurowania na wysokości zbliżonej do dyżurowania myśliwców.

Inny sposób uwzględniający obliczenia czasu wyjścia myśliwca na PRWW lub NRWW przedstawia się następująco:

$$t_{\text{PRWW s}} = \frac{D_{\text{PRWW s}}}{V_{\text{m. s. r.}}} + t_{\text{pas}_1} + t_{\text{man}_1} \quad /4.4/$$

gdzie:

- $t_{\text{PRWW s}}$ - czas dolotu myśliwca do PRWW ze strefy dyżurowania;
- $V_{\text{m. s. r.}}$ - średnia prędkość myśliwca w czasie dolotu do PRWW;
- t_{pas_1} - czas pasywny, który upłynie od momentu wykrycia celu powietrznego do momentu podania komendy myśliwców na jego przechwycenie;
- t_{man_1} - czas manewru samolotu myśliwskiego dla wyjścia w tylną lub przednią półsferę celu powietrznego dla rozpoczęcia ataku.

W tej sytuacji potrzebną odległość wykrycia celu powietrznego zapewniająca wprowadzenie myśliwca do walki na PRWW lub NRWW ze strefy dyżurowania można obliczyć ze wzoru:

$$D_{\text{wykr. s. potrz.}} = V_c \cdot t_{\text{PRWW s}} - / \pm D_{\text{RLS PRW}} / \quad /4.5/$$

gdzie:

$D_{\text{RLS PRW}}$ - odległość położenia RLS względem PRWW lub NRWW, plus $/+ /$ RLS przed PRWW, minus $/- /$ RLS z tyłu PRWW.

Mając obliczoną minimalną odległość wykrycia celu względem położenia samolotów myśliwskich $/D_{\text{wykr. potrz.}}/\text{min}$ /, a następnie obliczony potrzebny zasięg wykrywania stacji radiolokacyjnej $/D_{\text{wykr. RLS. potrz.}}/\text{min}$ /, możemy określić minimalną wysokość lotu celu, aby można było go przechwycić na PRWW lub NRWW.

Minimalną wysokość celu powietrznego $/H_{c \text{ min}}/\text{min}$ /, określamy z wykresu zasięgu danej stacji radiolokacyjnej dla obliczonej odległości wykrycia. $H_{c \text{ min}}$ jest minimalną wysokością, od której mamy możliwość wprowadzać do walki samoloty myśliwskie na wcześniej wyznaczonej rubieży.

Określając możliwości wykonania zadania osłony wojsk i obiektów przez samoloty myśliwskie na wyznaczonych lub obliczonych rubieżach, poprzez określenie $H_{c \text{ min}}$ jest podstawą do wyciągania wniosków odnośnie realizacji zadania osłony i możliwości w tym zakresie. Ponadto zostanie również określony czas, po jakim samoloty myśliwskie są w stanie zaatakować cele powietrzne na PRWW lub NRWW z dyżurowania na lotnisku bądź z dyżurowania w strefie. Obliczony t_{PRWW} może stanowić również jako element kalkulacji nawigatorskich do podjęcia decyzji potęgowania działań LM na odnośnych rubieżach.

Przykład:

Obliczyć $H_{c \text{ min}}$ /minimalną wysokość lotu celu powietrznego/, który można będzie zwalczać przez myśliwce dyżurujące w strefie na potrzebnej lub nakazanej rubieży mając dane: $V_c = 900 \text{ km/h}$, $D_{\text{PRWW}_s} = 50 \text{ km}$, $d = 5 \text{ km}$, $n = 0,8$, $t_{\text{pas}_1} = 2 \text{ min}$, $t_{\text{man}_1} = 2 \text{ min}$, $D_{\text{RLS}_s} = +30 \text{ km}$, $D_{\text{RLS}_{\text{PRWW}}} = -20 \text{ km}$, $V_{\text{m dyż.}} = 900 \text{ km/h}$, $V_{\text{m max}} = 1500 \text{ km/h}$.

Rozwiązanie:

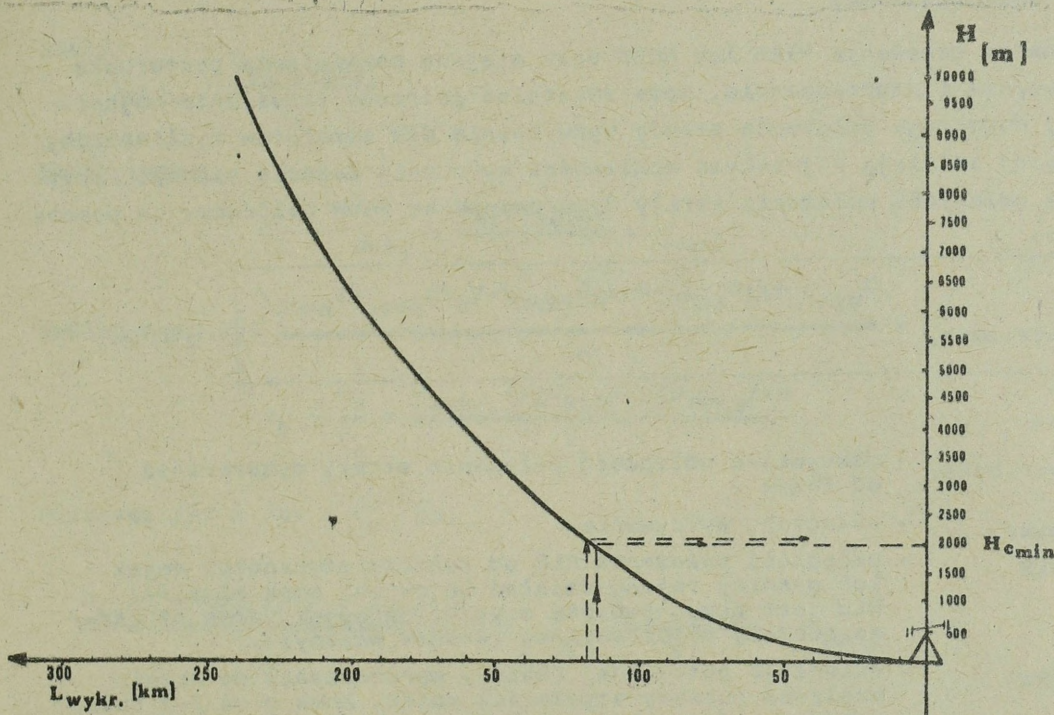
$$D_{\text{wykr. potrz.}} = D_{\text{PRWW}_s} / 1 + n + V_c / t_{\text{pas}_1} + t_{\text{man}_1} / - d =$$

$$= 50 \text{ km} / 1 + 0,8 + 15 \text{ km/min} / 2 \text{ min} + 2 \text{ min} / - 5 \text{ km} = 145 \text{ km}$$

$$D_{\text{wykr. potrz.}} = D_{\text{wykr. potrz.}} - / \pm D_{\text{RLS}_s} / = 145 \text{ km} - 30 \text{ km} = 115 \text{ km}$$

Tabela zasięgów wykrywania RPW

| | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-------|
| H /m/ | 300 | 500 | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 7000 | 10000 |
| D _{wykr.} RPW/km/ | 50 | 70 | 90 | 115 | 140 | 160 | 180 | 210 | 240 |



Rys. 21. Wykres zasięgów wykrywania RPW

$H_{c\ min} \geq 2000$ m, ponieważ $D_{wykr.}$ 115 km jest możliwe na wysokości 2000 m.

Wniosek: Samoloty myśliwskie dyżurujące w strefie mają możliwość zwalczania celów na PRWW lecących na wysokości 2000 m i wyżej.

Rozwiązanie powyższego przykładu drugim sposobem:

$$t_{PRWW} = \frac{D_{PRWW}}{V_{m\ \acute{e}r.}} + t_{pae_1} + t_{man_1} = \frac{50\ km}{\frac{900\ km/h + 1500\ km/h}{2}} + 2\ min + 2\ min = 6,5\ min$$

$$D_{\text{wykr. potrz.}} = v_c \cdot t_{\text{PRWW}} - \frac{D_{\text{RLS}}}{v_{\text{PRWW}}} = 15 \text{ km/min} \cdot 6,5 \text{ min} + 20 \text{ km} \approx 117 \text{ km}$$

$$H_{c \text{ min}} \geq 2000 \text{ m}$$

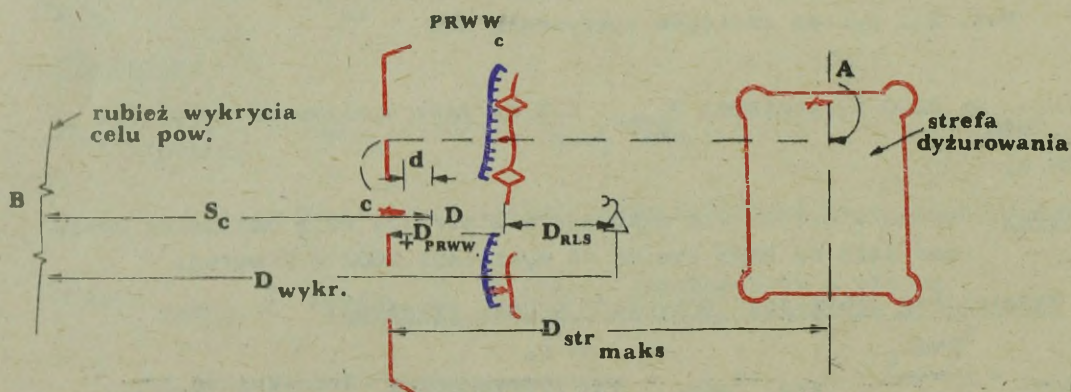
4.2. Określanie nawigatorskie elementów położenia strefy dyżerowania LM w powietrzu

Znając położenie PRWW lub NRWW oraz miejsce rozwinięcia posterunku wykrywania i naprowadzania, może zaistnieć potrzeba określenia najbardziej dogodnego położenia strefy dyżerowania dla samolotów myśliwskich, z której istnieją największe możliwości wykonania zadania osłony. Maksymalną odległość położenia strefy dyżerowania od PRWW obliczamy za pomocą wzoru:

$$D_{\text{str. maks.}} = \frac{D_{\text{wykr.}} + \frac{D_{\text{RLS}}}{v} + d - \frac{D_{\text{PRWW}}}{v_c} - t_{\text{pae}_1} + t_{\text{man}_1}}{n} \quad /4.6/$$

gdzie:

- $D_{\text{str. maks.}}$ - maksymalna odległość położenia strefy dyżerowania od PRWW;
- $D_{\text{wykr.}}$ - odległość wykrywania;
- D_{RLS} - odległość położenia RLS od rubieży styczności wojsk lub granicy rejonu działań bojowych, znak plus $/+ /$ RLS jest przed rubieżą styczności wojsk, znak minus $/- /$ za rubieżą styczności na terenie własnym;
- D_{PRWW} - odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki względem rubieży styczności wojsk. Znak plus $/+ /$ rubież znajduje się na terenie npla, znak minus $/- /$ nad terenem własnym.



Rys. 22. Maksymalna odległość strefy dyżerowania myśliwców względem PRWW

Maksymalne położenie strefy dyżurowania względem PRWW przedstawia rys. 22. Z tego rysunku wynika, że $D_{str.maks.}$ można obliczyć następująco /zakładając, że punkty A i B przedstawiają wyjściowe położenie myśliwca i celu, a punkty CiD końcowe/:

$$t_c = t_{pas_1} + t_{zbl.} + t_{man_1}$$

gdzie:

$$t_{zbl.} = \frac{D_{str.maks.}}{V_m}$$

Wobec tego:

$$t_c = t_{pas_1} + \frac{D_{str.maks.}}{V_m} + t_{man_1}$$

Według rysunku:

$$t_c = \frac{s_c}{V_c} = \frac{D_{wykr.} + / \pm D_{RLS} / - / \pm D_{PRWW} / + d}{V_c}$$

Ponieważ $a/ = b/ = t_c$ to:

$$\frac{D_{wykr.} + / \pm D_{RLS} / - / \pm D_{PRWW} / + d}{V_c} = t_{pas_1} + \frac{D_{str.maks.}}{V_m} + t_{man_1}$$

czyli:
$$\frac{D_{str.maks.}}{V_m} = \frac{D_{wykr.} + / \pm D_{RLS} / - / \pm D_{PRWW} / + d}{V_c} - t_{pas_1} - t_{man_1}$$

stąd:

$$D_{str.maks.} = V_m \frac{D_{wykr.} + / \pm D_{RLS} / - / \pm D_{PRWW} / + d - V_c / t_{pas_1} + t_{man_1} /}{V_c}$$

następnie dzieląc licznik i mianownik przez V_m otrzymamy:

$$D_{str.maks.} = \frac{D_{wykr.} + / \pm D_{RLS} / - / \pm D_{PRWW} / + d - V_c / t_{pas_1} + t_{man_1} /}{n}$$

gdzie:

$$\frac{V_c}{V_m} = n$$

Przykład:

Obliczyć $D_{str.maks.}$ względem PRWW, aby samoloty myśliwskie mogły zwalczać cele powietrzne na tej rubieży lecące powyżej 4000 m. Dane: odległość wykrycia na $H_c = 4000$ m wynosi 160 km, $D_{PRWW} = 40$ km /nad terenem npla/, $D_{RLS} = 15$ km /nad terenem własnym/, $v_e = 900$ km/h /15 km/min/, $t_{pas_1} = 2$ min, $t_{man_1} = 2$ min, $d = 5$ km, $n = 0,8$.

Rozwiązanie:

$$D_{str.maks.} = \frac{D_{wykr.} + /- D_{RLS} / - /- D_{PRWW} + d = v_e / t_{pas_1} + t_{man_1}}{n}$$
$$= \frac{160\text{km} - 15\text{km} - 40\text{km} + 5\text{km} - 15\text{km/min} \cdot (2\text{min} + 2\text{min})}{0,8} \approx 63 \text{ km}$$

Wniosek:

$D_{str.maks.}$ względem PRWW wynosi 63 km. Każda strefa dyżurowania położona bliżej PRWW zapewni wykonanie zadania, natomiast położona dalej niż 63 km, uniemożliwi wprowadzenie myśliwców na PRWW.

W sytuacji, kiedy zachodzi potrzeba przesunięcia strefy dyżurowania myśliwców, dla zapewnienia wykonania zadania osłony, potrzebną odległość przesunięcia można obliczyć według wzoru:

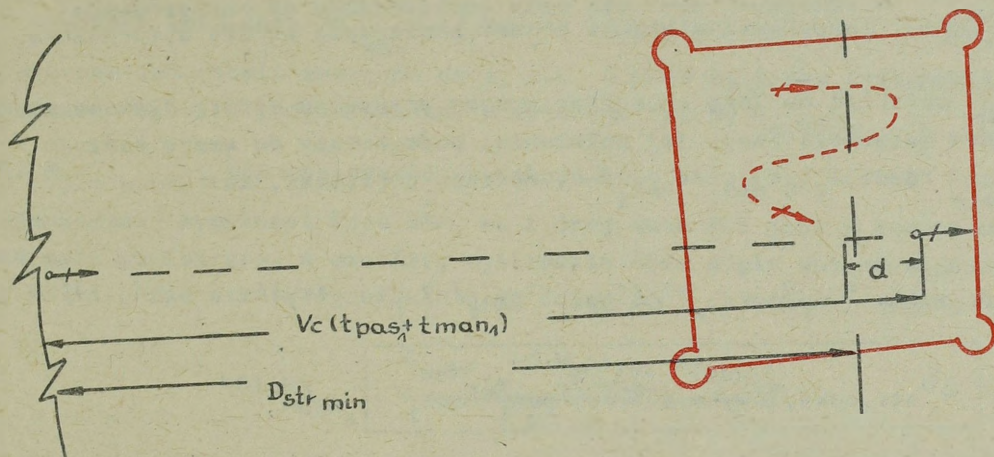
$$\Delta D_{str.} = \frac{D_{PRWW_s} - D_{MRWW_s}}{1+m} \quad /4.7/$$

gdzie:

- $\Delta D_{str.}$ - odległość potrzebna, na jaką należy przesunąć strefę dyżurowania;
- D_{PRWW_s} - odległość PRWW od strefy dyżurowania;
- D_{MRWW_s} - odległość możliwej rubieży wprowadzenia do walki myśliwców ze strefy dyżurowania;
- m - stosunek prędkości myśliwca do celu.

Ponieważ, położenie strefy dyżurowania powinno zapewnić wykonanie zadania osłony przez samoloty myśliwskie, to należy również znać minimalną odległość położenia strefy od rubieży wykrycia celu powietrznego, aby wykonać zadanie. Minimalną odległość położenia strefy od rubieży wykrycia obliczamy według wzoru:

$$D_{str.min} = v_c / t_{pas_1} + t_{man_1} = d \quad /4.8/$$



Rys. 23. Minimalna odległość strefy dyżurowania względem rubieży wykrycia celu

Odyby strefę dyżurowania przesunąć bliżej rubieży wykrycia niż $D_{str.min}$, wówczas samolot myśliwski będzie musiał dopędzać cel, co przesunie rubież wprowadzenia do walki w głąb osłanianego rejonu. Natomiast gdy strefa dyżurowania będzie znajdować się na większej odległości od $D_{str.min}$, to myśliwiec musi pewien czas lecieć na spotkanie z celem i wyjdzie w tylną półsferę tego celu później aniżeli w wypadku rozmieszczenia strefy dyżurowania w odległości równej $D_{str.min}$. W tej sytuacji gdy $D_{str.} > D_{str.min}$ czas lotu będzie większy, a tym samym i jego droga, co wpłynie na przesunięcie się rubieży wprowadzenia myśliwca do walki w głąb osłanianego rejonu.

Z powyższych rozważań wynika wniosek, że jeżeli chcemy wprowadzić myśliwca do walki na rubieży wysuniętej najdalej w kierunku zagrożenia powietrznego /najbliższej rubieży wykrycia/ i jednocześnie w najkrótszym czasie od momentu wykrycia celu, wówczas powinniśmy tak wybrać strefę dyżurowania, ażeby spełnione było równanie:

$$D_{str.} = D_{str.min}$$

W związku z tym najdaleszą odległość, na jaką w konkretnej sytuacji taktyczno-nawigacyjnej można przesunąć strefę dyżurowania w kierunku rubieży wykrycia, możemy obliczyć ze wzoru:

$$D_{str.maks.} = D_{wykr.} - D_{str.min}$$

/4.9/

gdzie:

$D_{wykr.s}$ - odległość wykrycia celu powietrznego na rozpatrywanej wysokości mierzona od dotychczasowej strefy dyżurowania.

Aby określić na jaką odległość możemy przesunąć strefę dyżurowania względem dotychczasowego jej położenia, podajemy do wzoru wartość $D_{str.min}$ równą $V_c / t_{pas_1} + t_{man_1} / -d$, wówczas otrzymamy, że:

$$\Delta D_{str.maks.} = \left[D_{wykr.s} - V_c / t_{pas_1} + t_{man_1} / -d \right] ; \text{ czyli:}$$

$$\Delta D_{str.maks.} = D_{wykr.s} + d - V_c / t_{pas_1} + t_{man_1} / \quad /4.10/$$

gdzie:

$\Delta D_{str.maks.}$ - odległość maksymalna na jaką możemy przesunąć strefę dyżurowania względem strefy dotychczasowej.

W czasie wypracowywania decyzji przez dowódcę odnośnie warunków wykonania zadania osłony wojsk i obiektów przez LM, może on żądać od nawigatora odpowiedzi na pytanie, przy jakiej najmniejszej wysokości lotu ŚNP, samoloty myśliwskie dyżurujące w strefie będą mogły być wprowadzone do walki oraz gdzie będzie znajdować się MRWW_s. W tej sytuacji obliczamy potrzebną odległość wykrycia od strefy dyżurowania, umożliwiającą wprowadzenie dyżurujące myśliwce do walki na rubieży przechodzącej przez środek strefy dyżurowania, ze wzoru:

$$D_{wykr.potrz.s} = D_{str.min} = V_c / t_{pas_1} + t_{man_1} / -d \quad /4.11/$$

Następnie obliczamy potrzebną odległość wykrycia od miejsca znajdowania się RLS, według wzoru:

$$D_{wykr.} = D_{wykr.potrz.} - / \pm D_{RLS} / \quad /4.12/$$

gdzie:

$D_{wykr.potrz.}$ - potrzebny zasięg wykrywania RLS.

Wysokość lotu celu $/H_{c_{\min}}/$, na której będzie on zwalczany znajdujemy z wykresu lub tabeli zasięgów danej RLS, a MRWW myśliwca przechodzi przez środek strefy dyżurowania. W sytuacji, kiedy $D_{\text{wykr.} \text{potrz.}} < D_{\text{wykr.}}$ dla $H_{\text{min wykr.}}$, wówczas szukana wysokość lotu celu $/H_c/$ będzie równa najmniejszej wysokości lotu ŚNP, na której dana RLS jest w stanie wykrywać cele powietrzne, a samoloty myśliwskie będą mogły być wprowadzone do walki przed strefą dyżurowania na odległości obliczonej według wzoru:

$$D_{\text{MRWW}_s} = \frac{D_{\text{wykr.}_s} + d - V_c / t_{\text{pas}_1} + t_{\text{man}_1}}{1 + n}$$

5. OBLICZANIE CZASU DYŻUROWANIA I MAKSYMALNEJ ODLEGŁOŚCI, NA KTÓRĄ MOŻNA WPROWADZIĆ SAMOLOTY MYŚLIWSKIE DO WALKI ZE STREFY DYŻUROWANIA

W czasie działań bojowych, starszy nawigator oddziału nie ma nadmiaru czasu na wykonanie skomplikowanych obliczeń, a wiele danych nawigator- skich powinny być podane natychmiast do powzięcia decyzji przez dowódcę. Aby skrócić czas wykonywania obliczeń starsi nawigatorzy w LM powinni mieć komplet wykresów, z których odczytuje się czas dyżurowania samolo- tu /grupy/ w strefie dyżurowania, w zależności jej oddalenia od lot- niska, składu grupy, wysokości lotu i rodzaju podwiesz. Wykres taki sporządza się następująco:

- na osi poziomej odkłada się odległość od strefy $/D_{\text{str.}}/$ oraz tak- że taktyczny promień działania $/R_T/$;

- na osi pionowej zaś czas dyżurowania.

Czas dyżurowania oraz taktyczny promień działania oblicza się na podstawie instrukcji zasięgu i długootrwałości lotu danego typu samolo- tu według wzorów:

$$R_T = 0,5 \cdot \frac{Q_{Lp}}{C_h \cdot K_t} \cdot V_r + S_{\text{wzn.}} + S_{\text{zn.}} \quad /5/$$

$$t_{\text{dyż.}} = \frac{Q_{\text{dyż.}}}{C_h \cdot K_t} \quad 5.1 \quad /5.1/$$

$$Q_{Lp} = Q_{\text{dyż.}} = K \left[K/Q_c - Q_z - Q_m / -Q_{\text{st. i wzn.}} - Q_{\text{wp}} - Q_{\text{zn.}} - Q_{\text{ład.}} \right] \quad /5.2/$$

gdzie:

- R_T - taktyczny promień działania;
- Q_{LP} - zapas paliwa dla lotu poziomego;
- C_h - godzinowe zużycie paliwa;
- K_t - współczynnik temperatury otaczającego powietrza K_t - przy temperaturze otaczającego powietrza wyżej od standardowej $K_t = 1 + P_t$; przy temperaturze otaczającego powietrza niżej od standardowej $K_t = 1 - P_t$, gdzie: P - procentowy współczynnik temperatury np. dla 10% - $P_t = 0,1$;
- $t_{dyż.}$ - czas dyżurowania;
- $Q_{dyż.}$ - zapas paliwa dla dyżurowania w strefie;
- K - współczynnik dla grupy, dla klucza $K = 0,97$; $P = 0,03/3\%$, dla eskadry $K = 0,93$; $P = 0,07/7\%$;
- k - współczynnik nawigacyjnego zapasu paliwa $k = 0,9$; $P = 0,1/10\%$;
- Q_c - całkowita pojemność zabieranego paliwa;
- Q_m - zapas paliwa "martwy", który pozostaje w instalacji paliwowej;
- Q_z - zapas paliwa potrzebny podczas pracy silników na ziemi /zapuszczenie, próba, kołowanie/;
- $Q_{str. i wzn.}$ - zapas paliwa na start i wznoszenie;
- $Q_{wp.}$ - zapas paliwa na walkę powietrzną;
- $Q_{zn.}$ - zapas paliwa na zniżanie;
- $Q_{ląd.}$ - zapas paliwa potrzebny do lądowania.

Dla warunku, kiedy droga wznoszenia $/S_{wzn.}/$ jest mniejsza od drogi zniżania $/S_{zn.}/$ do wykresu oblicza się punkty A, B, C:

- punkt A ma współrzędne $/S_{wzn.}, t_{dyż.1}/$, gdzie: $S_{wzn.}$ odczytuje się z tabel, a czas dyżurowania $/t_{dyż.1}/$ oblicza się przy założeniu, że zużycie paliwa w czasie lotu do strefy i drodze powrotnej równa się zero:

$$t_{dyż.1} = \frac{Q_{dyż.} + Q_{zn.}}{C_h}, \text{ przy } Q_{str.} = 0$$

- punkt B ma współrzędne $/S_{zn.}, t_{dyż.2}/$, gdzie $S_{zn.}$ odczytuje się z tabel, a czas dyżurowania $/t_{dyż.2}/$ oblicza się według wzoru:

$$t_{dyż.2} = \frac{Q_{dyż.}}{C_h}, \text{ przy } Q_{str.} = 0$$

- punkt C ma współrzędne $/S_{maks.} = R_T, t_{dyż.3} = 0/$, gdzie uzyskuje się maksymalną odległość strefy od lotniska równą taktycznemu promieniowi działania, przy założeniu, że czas dyżurowania równa się zero.

$$S_{maks.} = R_T = S_{zn.} + \frac{Q_{dyż.}}{2 \cdot C_k}, \text{ przy } Q_{str.} = 0.$$

Dla warunku, kiedy droga wznoszenia jest większa od drogi zniżania nie oblicza się punktu A, lecz punkty B i C oblicza się następująco:

- punkt B ma współrzędne $/S_{wzn.}, t_{dyż.2}/$, gdzie $S_{wzn.}$ odczytuje się z tabel, a czas dyżurowania $t_{dyż.2}$ oblicza się przy założeniu $Q_{str.} = 0$

$$t_{dyż.2} = \frac{Q_{dyż.}}{C_h} - \frac{/S_{wzn.} - S_{zn.}/ \cdot C_k}{C_h}, \text{ przy } Q_{str.} = 0$$

- punkt C ma współrzędne $/S_{maks.} = R_T, t_{dyż.3} = 0/$, gdzie uzyskuje się maksymalną odległość strefy od lotniska /równej $R_T/$ przy założeniu $t_{dyż.} = 0; Q_{str.} = 0$.

$$S_{maks.} = R_T = \frac{Q_{dyż.}}{2 \cdot C_k} + \frac{S_{wzn.} + S_{zn.}}{2}$$

W obu przypadkach zapas paliwa na dyżurowanie oblicza się według wzoru:

$$Q_{dyż.} = Q_{Lp} - Q_{str.}$$

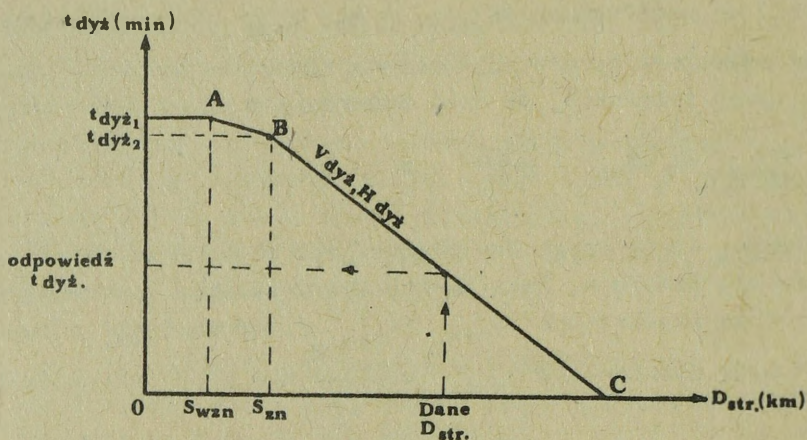
gdzie:

$Q_{str.}$ - zapas paliwa na lot do strefy i drodze powrotnej;

C_k - kilometrowe zużycie paliwa /kg/km/;

$$Q_{str.} = \left[/D_{str.} - S_{wzn.}/ + /D_{str.} - S_{zn.}/ \right] \cdot C_k$$

Wykres oblicza się w zasadzie dla temperatury standardowej, czas dyżurowania odczytuje się w ten sposób, że na poziomej podziałce odkłada się odległość do strefy, następnie prowadzi się pionową linię do przecięcia z ukośną linią wysokości lotu i od tego punktu prowadzi się poziomą do punktu przecięcia z pionową podziałką czasów dyżurowania, gdzie odczytuje się czas dyżurowania /rys. 24/.



Ryc. 24. Wykres czasu dyżurowania w strefie

5.1. Określanie możliwej odległości wprowadzenia samolotu myśliwskiego do walki ze strefy dyżurowania

Odległość na jaką dyżurujący w strefie samolot myśliwski może się oddalić dla przechwycenia celu powietrznego zależy od ilości posiadanego zapasu paliwa. Graniczną rubież wprowadzenia do walki ze strefy dyżurowania oblicza się za pomocą wzoru:

$$D_{maks.} = V_{dyż.} \cdot \frac{\Delta t}{2} \quad /5.3/$$

gdzie:

- $V_{dyż.}$ - rzeczywista prędkość samolotu w czasie dyżurowania;
- Δt - pozostały czas do dyżurowania.

Wzór powyższy stosujemy wówczas, kiedy samolot myśliwski wykonuje przechwycenie z taką samą prędkością jak prędkość dyżurowania.

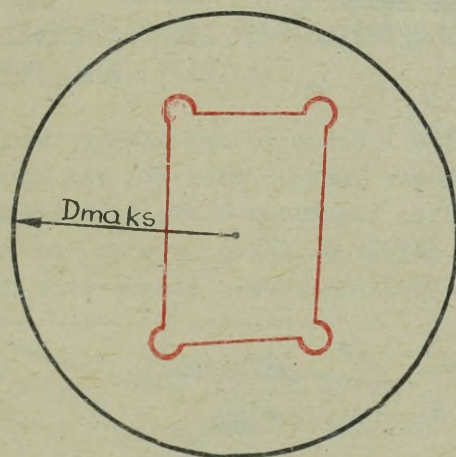
Natomiast w sytuacji, kiedy prędkość lotu samolotu podczas przechwytywania celu powietrznego jest większa od prędkości w czasie dyżurowania w strefie oraz prędkość lotu po przechwyceniu celu powietrznego w locie powrotnym do strefy jest mniejsza od prędkości lotu na przechwycenie $/V_1 \neq V_{dyż.}, V_2 \neq V_{dyż.}, i V_2 \neq V_1/$ to odległość na jaką możemy wprowadzić samolot myśliwski do walki ze strefy dyżurowania oblicza się według wzoru:

$$D_{\text{maks.}} = \frac{v_{\text{dyż.}} \cdot \Delta t}{2} \cdot \frac{2 C_k}{C_{k1} + C_{k2}} \quad /5.4/$$

gdzie:

- C_k - kilometrowe zużycie paliwa podczas dyżurowania;
- C_{k1} - kilometrowe zużycie paliwa w locie na przechwycenie;
- C_{k2} - kilometrowe zużycie paliwa w locie powrotnym.

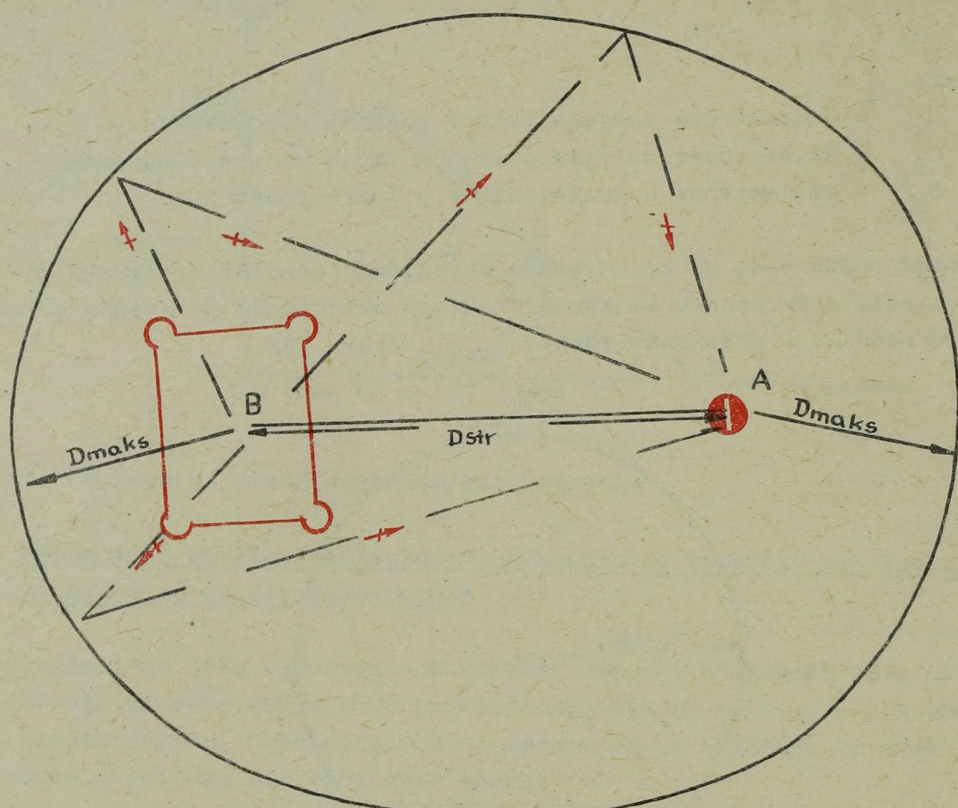
Rubież obliczona, na którą można wprowadzić samolot myśliwski do walki ze strefy dyżurowania ma kształt okręgu w stosunku do środka strefy dyżurowania, o promieniu równym $D_{\text{maks.}}$ /rys. 25/.



Rys. 25. Rubież maksymalnej odległości wprowadzenia myśliwca do walki ze strefy

Obliczona według wzoru /5.5/ maksymalna odległość na jaką można wprowadzić samolot myśliwski ze strefy dyżurowania, zakłada powrót po wykonaniu przechwycenia do strefy, a następnie na lotnisko lądowania. Powrót na lotnisko lądowania przez strefę dyżurowania ogranicza w znacznym stopniu rejon, w którym samolot myśliwski może zwalczać cele powietrzne. Powiększenie tego rejonu następuje wówczas, kiedy samolot myśliwski po przechwyceniu celu powietrznego będzie wracał na lotnisko lądowania najkrótszą drogą po prostej. W tej sytuacji rubież na jaką będzie można wprowadzić do walki myśliwca przybierze kształt elipsy, której ogniskami będą lotnisko lądowania "A" i środek strefy dyżurowania "B"

Długość dużej osi elipsy równa jest odległości od lotniska lądowania do środka strefy dyżurowania plus podwojona odległość D_{maks} .



Rys. 26. Elipsa D_{MRWW}

Rejon działań samolotu myśliwskiego ze strefy dyżurowania o kształcie elipsy z zapewnieniem powrotu po przechwyceniu najkrótszą drogą na lotnisko lądowania jest wielokrotnie większą powierzchnią od rejonu działań o powierzchni w kształcie koła.

Stąd wynika wniosek, że jeżeli kierujemy samoloty myśliwskie na przechwycenie celów powietrznych ze strefy dyżurowania, należy przewidzieć powrót na lotnisko lądowania po przechwyceniu najkrótszą drogą po linii prostej łączącej miejsce zakończenia walki powietrznej z lotniskiem lądowania, w ten sposób zapewniamy działanie myśliwców na większą odległość od strefy dyżurowania. Podczas wypracowania decyzji odnośnie rozmieszczenia stref dyżurowania względem potrzebnych rubieży, ważnym problemem jest właściwe ich rozmieszczenie po szerokości. Strefy dyżurowania powinny być tak rozmieszczone, aby przeciwko każdemu celowi po-

wietrznemu przelatującego między dwiema strefami, można było wprowadzić do walki samolot myśliwski z jednej z tych stref. Racjonalny odstęp pomiędzy strefami zapewnia się przez graficzne wyznaczenie elipsy z ewentualnym ich częściowym pokryciem.

W powyższych rozważaniach traktowaliśmy, że strefa dyżurowania jest stała /nie przesuwa się w stosunku do powierzchni ziemi/. W sytuacji taktycznej, kiedy samoloty myśliwskie będą osłaniać desant powietrzny, morski lub konwój morski, ewentualnie inne obiekty będące w ruchu, strefa dyżurowania będzie musiała się przesuwać. Wobec tego czas dyżurowania myśliwców w takiej strefie będzie o tyle krótszy /lub dłuższy/ od możliwego czasu dyżurowania w strefie stacjonarnej o ile wydłuży /skróci/ się czas dolotu z rubieży zakończenia osłony do lotniska lądowania.

5.2. Określanie potrzebnej ilości samolotolotów do dyżurowania w strefie w ciągu nakazanego czasu

Podczas wykonywania zadania osłony wojsk i obiektów może zaistnieć konieczność obliczenia ile potrzeba wykonać samolotolotów do strefy dyżurowania, aby zapewnić ciągłe dyżurowanie określonej ilości samolotów myśliwskich w pewnym okresie czasu. W takiej sytuacji ilość samolotolotów do wykonania dyżurowania możemy obliczyć według wzoru:

$$N_{s/l_{dyż.}} = \frac{t_{nak. dyż.} \cdot n}{t_{dyż.} \cdot K} \quad /5.6/$$

- gdzie: $N_{s/l_{dyż.}}$ - potrzebna ilość samolotolotów do dyżurowania w strefie;
 $t_{nak. dyż.}$ - nakazany okres dyżurowania w strefie;
 $t_{dyż.}$ - czas dyżurowania w strefie pojedynczego myśliwca lub grupy;
 n - ilość dyżurujących jednocześnie samolotów w strefie;
 K - współczynnik zmianowości samolotów lub grup w strefie, $K=0,8$. Współczynnik ten skraca czas dyżurowania, również na skutek wyprowadzenia niektórych grup myśliwców ze strefy dla przechwycenia ŚNP przed upływem możliwego czasu dyżurowania.

Mając natomiast wydzieloną ilość samolotolotów dla przechwytywania ŚNP z dyżurowania w powietrzu - możemy obliczyć możliwą długotrwałość dyżurowania w powietrzu w danej strefie na danej wysokości przez określoną grupę samolotów według wzoru:

$$t_{\text{możl. dyż.}} = \frac{N_{\text{s/l dyż.}} \cdot t_{\text{dyż.}} \cdot K}{n} \quad /5.7/$$

Natomiast, kiedy mamy wydzieloną ilość samolotolotów do dyżurowania w nakazanej strefie przez nakazany czas - obliczamy potrzebny czas dyżurowania każdej grupy dyżurującej według wzoru:

$$t_{\text{dyż. potrz.}} = \frac{t_{\text{nak. dyż.}} \cdot n}{N_{\text{s/l}} \cdot K} \quad /5.8/$$

Po obliczeniu $d_{\text{dyż. potrz.}}$ dla danej grupy myśliwców, znajdujemy z wykresu najbardziej dogodną wysokość i prędkość dyżurowania, uwzględniając obowiązkowo sytuację taktyczną, w której będą wykonywać dyżurowanie.

Jeśli mamy wydzieloną względnie możliwą do wykorzystania ilość samolotolotów i nakazane /ewentualnie możliwe w danej sytuacji nawigacyjno-taktycznej/ wielkości takie, jak: $t_{\text{nak. dyż.}}$; wysokość i prędkość dyżurowania; strefę dyżurowania, w której mają dyżurować samoloty myśliwskie, wówczas maksymalną ilość jednocześnie dyżurujących samolotów obliczamy według wzoru:

$$n_{\text{make.}} = \frac{N_{\text{s/l}} \cdot t_{\text{dyż.}} \cdot K}{t_{\text{nak. dyż.}}} \quad /5.9/$$

Przykład:

Obliczyć ile potrzeba samolotolotów do wykonania zadania osłony wojsk w okresie od godz. 5.00 do godz. 7.00 zakładając ciągle dyżurowanie w składzie klucza samolotów myśliwskich. Wiadomo jest, że klucz może przebywać w strefie 30 min.

Rozwiązanie:

$$N_{\text{s/l dyż.}} = \frac{t_{\text{nak. dyż.}} \cdot n}{t_{\text{dyż.}} \cdot K} = \frac{120 \text{ min} \cdot 4}{30 \text{ min} \cdot 0,8} = 20 \text{ s/l}$$

Wniosek: Aby zapewnić ciągle dyżurowanie w strefie klucza samolotów w okresie od godz. 5.00 do 7.00 potrzeba jest wykonać 20 samolotolotów.

6. OGÓLNA OCENA PRZECHWYTYWANIA ŚNP PRZEZ LM Z DYŻUROWANIA W POWIETRZU I NA LOTNISKU

Przechwytywanie ŚNP przez LM z dyżurowania w powietrzu ma swoje ujemne i dodatnie strony, które należy uwzględniać podczas podejmowania decyzji odnośnie tego sposobu działań. Zasadniczą dodatnią stroną przechwytywania celów powietrznych z dyżurowania w strefie polega na tym, że umożliwia się wprowadzanie LM do walki na rubieżach najdalej wysuniętych w kierunku spodziewanego nalotu ŚNP, względnie zwalczanie ich na mniejszych wysokościach lotu w porównaniu z działaniami z dyżurowania na lotnisku. Dzieje się tak dlatego, że samoloty myśliwskie w chwili podania im warunków lotu na przechwycenie znajdują się już w powietrzu, na żądanej wysokości i na odpowiedniej odległości przed osłanianymi wojskami i obiektami. To powoduje, że czas ogólny od momentu wykrycia celu powietrznego do momentu rozpoczęcia ataku przez myśliwce jest znacznie krótszy, gdyż nie musi on wykonać startu i wznieść się na wysokość przechwytywania.

Podstawową zaś cechą ujemną przechwytywania z dyżurowania w powietrzu jest konieczność przebywania samolotów w strefach dyżurowania w oczekiwaniu na wykrycie celu i dane lotu na przechwycenie, w wyniku czego, znacznie prędzej niż przy przechwytywaniu z dyżurowania na lotnisku zużywają się siły i środki wydzielone do wykonania zadania osłony. Powstaje również ryzyko, że część samolotów, przebywających w strefie dyżurowania, w ogóle nie będzie naprowadzana na cele powietrzne, gdyż może ich nie być, a samoloty po zużyciu paliwa muszą wracać na lotnisko lądowania. Następną ujemną stroną tego sposobu działań jest to, że nie ma możliwości wybrania najbardziej odpowiedniego typu samolotu myśliwskiego oraz wariantu uzbrojenia dla zwalczania wykrytych celów, ponieważ możemy dysponować tylko tymi samolotami, które aktualnie znajdują się w strefie dyżurowania w powietrzu.

Osłona wojsk i obiektów sposobem z dyżurowania w powietrzu jest mniej dogodnym sposobem działań lotnictwa myśliwskiego, aniżeli działania z dyżurowania na lotnisku, ale wymuszonym w określonej sytuacji taktycznej, w której nie ma możliwości wykonania zadania z dyżurowania na lotnisku. Powyższy sposób działań najczęściej będzie miał miejsce wówczas, kiedy odległość wykrycia ŚNP jest mała, względnie gdy chcemy do minimum skrócić czas od momentu wykrycia celu powietrznego do momentu jego zaatakowania przez myśliwce.

Dokonując oceny przechwytywania ŚNP z dyżurowania na lotnisku, należy stwierdzić, że posiada ono również szereg właściwości dodatnich

i ujemnych. Do właściwości dodatnich należą:

- ekonomiczne wykorzystanie myśliwców wydzielonych do przechwytywania ŚNP, ponieważ start następuje dopiero po wykryciu i rozpoznaniu celu powietrznego. W związku z tym mniejsze jest, w porównaniu z przechwytywaniem z dyżurowania w powietrzu, zmęczenie pilotów oraz zużycie samolotów i paliwa;

- możliwość użycia dyżurujących na lotnisku samolotów myśliwskich w całym zakresie wysokości i pełnym zakresie taktycznego promienia działania, ponieważ samoloty startują na przechwycenie celu, z pełnym zapasem paliwa;

- możliwość wykorzystania najbardziej odpowiedniego myśliwca dla zwalczania danego celu w konkretnej sytuacji, kiedy dyżurują samoloty różnych typów oraz z różnymi środkami rażenia.

Do ujemnych właściwości należą:

- konieczność wykrywania ŚNP na bardzo dużych odległościach co nie zawsze jest możliwe do spełnienia przez system wykrywania i powiadamiania oraz naprowadzania, szczególnie w warunkach nalotu ŚNP w lotach koszących i na małych wysokościach;

- dłuższy niż w warunkach przechwytywania z dyżurowania w powietrzu czas potrzebny na wprowadzenie niezbędnej ilości samolotów lotnictwa myśliwskiego do walki, z uwagi na dłuższy czas trwania cyklu naprowadzania /czasu od podania pierwszej komendy naprowadzania do momentu wprowadzenia do walki/;

- znaczne niebezpieczeństwo ograniczenia możliwości użycia wszystkich dyżurujących na lotniskach myśliwców, w wyniku uderzeń na te lotniska z powietrza i ziemi.

Podsumowując wszystkie dodatnie i ujemne właściwości przechwytywania ŚNP z dyżurowania na lotniskach, należy podkreślić, że ten sposób działań może zapewnić wykonanie zadania osłony tylko w warunkach odpowiednio dalekiego wykrycia celów i wystarczająco wczesnego podania komendy startu. Dlatego ten sposób działań bojowych LM należy stosować równocześnie z przechwytywaniem ŚNP z dyżurowania w powietrzu.

Dowódcy, przy pomocy, między innymi, służby nawigatorskiej, powinni stwarzać taką sytuację nawigacyjno-taktyczną, która pozwala w pełni wykorzystać dodatnie właściwości przechwytywania z dyżurowania na lotniskach i jednocześnie maksymalnie ograniczyć wpływ właściwości ujemnych tego sposobu działań bojowych lotnictwa myśliwskiego.

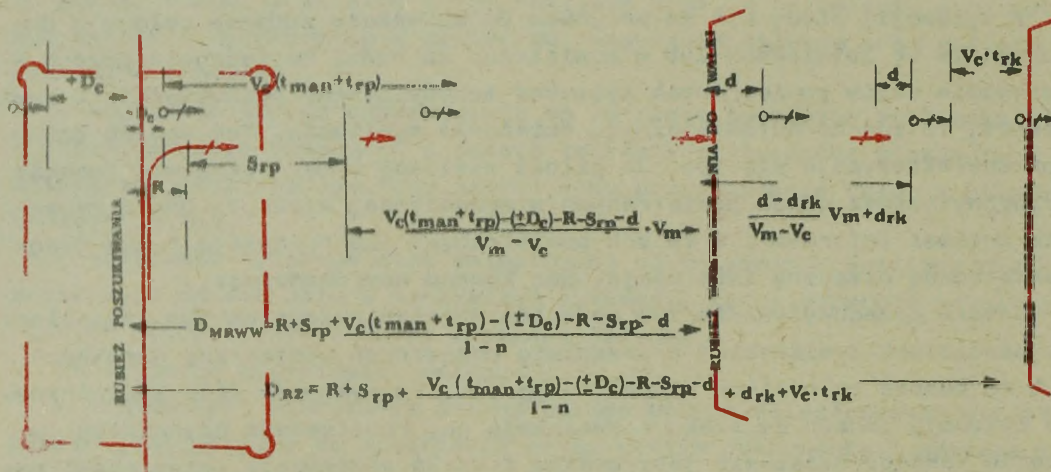
7. METODA OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI PRZECHWYTYWANIA CELÓW POWIETRZNYCH PRZEZ LM W CZASIE SAMODZIELNEGO POSZUKIWANIA I ZWALCZANIA

W sytuacji, kiedy nie ma warunków do wykonania zadania osłony z dyżurowania na lotniakach lub w powietrzu, zachodzi konieczność przechwytywania celów powietrznych sposobem samodzielnego poszukiwania i zwalczania, to znaczy autonomicznego działania myśliwców. Ten sposób działań charakteryzuje się tym, że piloci myśliwcy będą wykonywać zadanie przechwytywania celów powietrznych w wyznaczonej strefie, bez otrzymania z ziemi informacji o celach powietrznych lub otrzymają tylko fragmentaryczną niepełną informację, bez komend naprowadzania.

Istota przechwytywania tym sposobem działań polega na tym, że piloci na samolotach myśliwskich przeszukują przestrzeń powietrzną wzrokowo lub za pomocą celowników radiolokacyjnych. Po wykryciu celu powietrznego wykonują manewr do ataku i zwalczają go. Podstawowym czynnikiem w czasie takiego działania jest uważna i stała obserwacja przestrzeni powietrznej, co nie zwalnia pilota od obowiązku radiowego nasłuchu ewentualnych informacji względnie komend z ziemi.

Działania samolotów myśliwskich sposobem samodzielnego poszukiwania i zwalczania celów powietrznych mogą być zawczasu przewidywane, a szczególnie w warunkach stosowania przez npla intensywnych zakłóceń radioelektronicznych lub po stwierdzeniu, że nie ma możliwości wykonania zadania osłony wojsk i obiektów innym sposobem działań. W warunkach działań autonomicznych z reguły odległość wykrycia celu powietrznego przez pilotów jest mała co powoduje, że rubież przechwycenia znacznie się przesunie w kierunku osłanianego obiektu. Aby zapewnić osłonę obiektu czyli wykonanie zadania na właściwej rubieży $/PRWW_0/$, oblicza się MRWW w czasie samodzielnego poszukiwania i zwalczania celów powietrznych i o obliczoną odległość MRWW wysuwa się rubież poszukiwania w kierunku spodziewanego nalotu. Natomiast strefę samodzielnego poszukiwania rozmieszcza się tak, aby trasa samolotów myśliwskich była z zasady prostopadła do trasy lotu celów. Kiedy trasa lotu celów powietrznych jest prostopadła do trasy lotu myśliwców, to dla wyjścia w tylną półsferę celu samoloty myśliwskie wykonują zakręt o 90° , a tym samym skraca się czas przechwycenia.

Kształt i rozmiary strefy samodzielnego poszukiwania i zwalczania celów powietrznych przez LM w zasadzie nie różnią się od strefy dyżurowania. Strefa samodzielnego poszukiwania najczęściej rozmieszczana będzie na dalekich podejściach poza zasięgiem pola wykrywania i naprowadzania dla zwalczania celów lecących na małych wysokościach.



Rys. 27. Wyciągnięcie rubieży samodzielnego poszukiwania i zwalczania celów powietrznych przez LM

Strefą samodzielnego poszukiwania musi stać się strefa dyżurowania, a szczególnie w sytuacji stosowania intensywnych zakłóceń radioelektrycznych przez npla.

Odległość możliwej rubieży wprowadzenia do walki samolotów myśliwskich w czasie samodzielnego poszukiwania i zwalczania celów powietrznych możemy obliczyć ze wzoru:

$$D_{MRWW} = R + S_{rp} + \frac{V_c / t_{man} + t_{rp} - D_c - R - S_{rp} - d}{V_m - V_c} \cdot V_m$$

Jeżeli licznik i mianownik podzielimy przez \$V_m\$, to otrzymamy:

$$D_{MRWW} = R + S_{rp} + \frac{V_c / t_{man} + t_{rp} - D_c - R - S_{rp} - d}{1 - n} \quad /7/$$

gdzie:

- R - promień zakreśtu myśliwca;
- \$S_{rp}\$ - droga rozpędzenia myśliwca po zakończeniu manewru dla wyjścia w tylną półsferę celu;

- t_{man} - czas trwania zakrętu myśliwca;
- t_{rp} - czas rozpędzania myśliwca;
- $\pm D_c$ - odległość od punktu przecięcia trasy celu z rubieżą poszukiwania myśliwca, w momencie rozpoczęcia przez myśliwca manewru dla wyjścia w tylną półsferę celu. Jeżeli w momencie rozpoczęcia manewru przez myśliwca cel nie przeleciał rubieży poszukiwania, to odległość do celu ma znak plus /+/, jeżeli przeleciał to znak minus /-/.

Natomiast odległość od rubieży poszukiwania do rubieży zniszczenia celu powietrznego obliczymy ze wzoru:

$$D_{RZ} = R + S_{rp} + \frac{V_c / t_{man} + t_{rp} / - / \pm D_c / - R - S_{rp} - d}{1 - n} + \frac{d - d_{rk}}{1 - n} + d_{rk} + V_c \cdot t_{rk}$$

czyli:

$$D_{RZ} = R + S_{rp} + \frac{V_c / t_{man} + t_{rp} / - / \pm D_c / - R - S_{rp} - d_{rk}}{1 - n} + d_{rk} + V_c \cdot t_{rk} \quad /7.1/$$

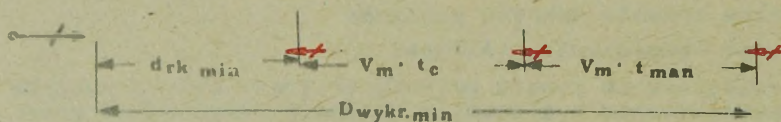
Ażeby samolot myśliwski w czasie wyjścia w tylną półsferę celu po wykonaniu manewru nie wyszedł przed cel lecz znalazł się w tylnej jego półsferze na odległości żądanej "d" /nie mniejszej/, to musi być spełniony warunek:

$$\pm D_c \geq V_c / t_{man} + t_{rp} / - / - R - S_{rp} - d /$$

Jeżeli samolot myśliwski rozpocznie manewr dokładnie w momencie, kiedy powyższe wyrażenie będzie równaniem, to przy stałych warunkach lotu myśliwca oraz celu i po wyjściu w tylną półsferę, samolot myśliwski znajdzie się za celem w żądanej odległości "d", czyli rubieży wprowadzenia do walki, gdzie: $D_{MRWW} = R$.

W sytuacji, kiedy samolot myśliwski po wyjściu w tylną półsferę celu będzie musiał zwiększyć swoją prędkość lotu, wówczas rubież wprowadzenia prześnie się i będzie wynosić: $D_{MRWW} = R + V_m \cdot t_{rp}$.

W czasie atakowania celu powietrznego z przedniej półsfery w czasie samodzielnego poszukiwania nie oblicza się położenia PRWW, ponieważ jej położenie nie jest stałe. W tym wypadku określa się tylko minimalną odległość wykrycia celu powietrznego dla zapewnienia bezpieczeństwa w czasie ataku. Warunkiem dla określenia minimalnej odległości wykrycia jest odległość do bezpośredniego przeprowadzenia manewru samolotu myśliwskiego przy ataku z przedniej półsfery.



Rys. 28. Obliczenie minimalnej odległości wykrycia

Z rysunku wynika, że samolot myśliwski po samodzielnym wykryciu celu powietrznego w punkcie A rozpoczyna zbliżanie się do celu. Na odcinku A-B samolot myśliwski dokonuje korekty kierunku wyjścia do ataku z przedniej półsfery celu, co zajmuje mu określony czas t_{man} . Następnie na odcinku B-C wykonuje celowanie i w punkcie C /w odległości przynajmniej równej minimalnej odległości bezpiecznej odpalenia rakiet - odległość ta może być większa/, odpala rakiety. W takiej sytuacji odległości wykrycia minimum, możemy obliczyć wg wzoru:

$$D_{wykr.\ min} = d_{rk\ min} + V_{zbl.} / t_{man} + t_{cel} / \quad /7.2/$$

gdzie:

- $D_{wykr.\ min}$ - odległość wykrycia celu powietrznego;
- $d_{rk.}$ - odległość odpalenia rakiet przez myśliwca;
- $V_{zbl.}$ - prędkość zbliżania $/V_m + V_c/$;
- t_{man} - czas trwania manewru myśliwca;
- t_{cel} - czas celowania.

Z kolei minimalną odległość odpalenia rakiety przy ataku z przedniej półsfery celu można obliczyć wg wzoru:

$$d_{rk\ min} = S_{r\ min.} + V_{zbl.} \cdot t_{rk\ min} \quad /7.3/$$

gdzie:

- $S_{r\ min}$ - minimalna droga lotu rakiety;
- $t_{rk\ min}$ - minimalny czas lotu rakiety, który się równa czasowi zejścia z wyrzutni i czasowi pracy silnika rakiety.

W czasie samodzielnego poszukiwania i atakowania celu powietrznego z jego przedniej półsfery stosuje się, kiedy samolot myśliwski posiada uzbrojenie zezwalające na przeprowadzenie takiego ataku. Powyższy spo-

sób atakowania celu powietrznego /z przedniej półsfery/ ma tę zaletę, że znacznie się skraca D_{PRWW_0} . Na przykład: przy atakowaniu celu powietrznego z tylnej półsfery D_{PRWW_0} waha się w przedziale od 25 do 50 km i więcej, to w wypadku atakowania celu powietrznego przez samoloty myśliwskie z przedniej półsfery D_{PRWW_0} w zasadzie znajduje się nad obiektem osłony, względnie kilka kilometrów za nim.

7.1. Wybór warunków lotu, ugrupowania i manewru w czasie samodzielnego poszukiwania i zwalczania ŚNP przez LM

Przechwytywanie celów powietrznych przez samoloty myśliwskie sposobem samodzielnego poszukiwania nie jest łatwe, a zasadniczą przyczyną utrudniającą jest wykrycie celu i następnie jego zaatakowanie. Podczas wzrokowego wykrywania, odległość z której cel zostanie dostrzeżony jest mała i uniemożliwia wykonanie ataku z przedniej półsfery. Na przykład: zakładamy, że pilot samolotu myśliwskiego wykrył cel na kursie przeciwnym w odległości 6 km, V_c wynosi 15 km/min /900 km/h/, a V_m wynosi 18,2 km/min /1100 km/h/.

Wobec tego prędkość zbliżenia wynosi $18,2 + 15$ km/min = 33,2 km/min. Ponieważ na przeprowadzenie manewru do ataku i celowanie potrzeba około 15-20 s, to dla przeprowadzenia skutecznego ataku odległość wykrycia jest niewystarczająca. W wypadku atakowania celu powietrznego z tylnej półsfery przy wykryciu z odległości 6 km, a następnie wykonaniu zakrętu o 180° / $V_m = 1100$, $\beta = 60^\circ$, $t_{180^\circ} = 55$ s, $S_c = 13750$ m/ to cel znajdzie przed samolotem myśliwskim, bardzo często poza zasięgiem wzrokowego wykrycia. Nielepsza sytuacja będzie, kiedy pilot samolotu myśliwskiego wykryje cel pod kątem 90° do trajektorii myśliwca.

Z powyższych rozważań wynika, że dla zwiększenia skuteczności przechwytywania celów powietrznych w czasie samodzielnego poszukiwania, należy zapewnić pilotom odpowiednie warunki wczesnego wykrycia celu i możliwość przeprowadzenia ataku, które w dużej mierze zależą od:

- warunków lotu, ugrupowania samolotów myśliwskich, rodzaju stosowanego manewru podczas samodzielnego poszukiwania;
- zastosowania do wykrywania celów powietrznych pokładowych stacji radiolokacyjnych;
- wykonywania poszukiwania celów powietrznych na kierunkach największej gęstości przelotów ŚNP npla.

Warunki lotu, ugrupowanie i manewr samolotów myśliwskich w czasie samodzielnego poszukiwania powinny zapewnić:

- dogodne warunki obserwacji powietrznej i maksymalnie możliwą odległość wykrycia celu powietrznego;

- zmniejszenie niebezpieczeństwa zestrzelenia własnych samolotów myśliwskich przez środki OPL i lotnictwa npla;

- dogodne warunki pilotowania, wykluczające ewentualne zderzenie się samolotów myśliwskich w powietrzu lub z naziemnymi przeszkodami naturalnymi i sztucznymi.

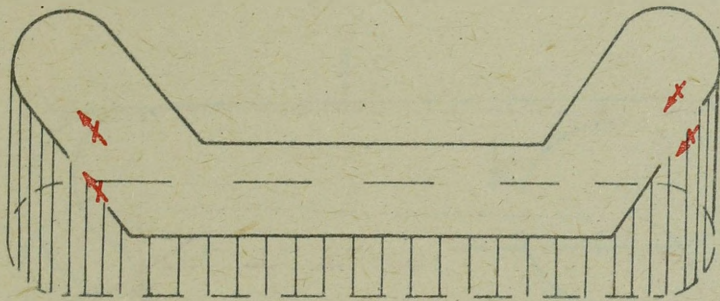
Ważnym czynnikiem wpływającym na warunki lotu, ugrupowanie i manewr samolotów myśliwskich w czasie samodzielnego poszukiwania na położenie strefy, względem zasięgu ognia naziemnych środków OPL npla. Jeżeli strefa znajduje się nad terenem własnym, poza zasięgiem oddziaływania środków OPL npla, to wybieramy z zasady takie warunki lotu, ugrupowanie i manewr samolotów myśliwskich, aby zapewnić im najlepsze możliwości wykrycia celów powietrznych, a więc:

- lot w kolumnie /schodach/ samolotów po prostokącie lub po "ósemce" z zakrętem kolejnym lub "wszyscy razem";

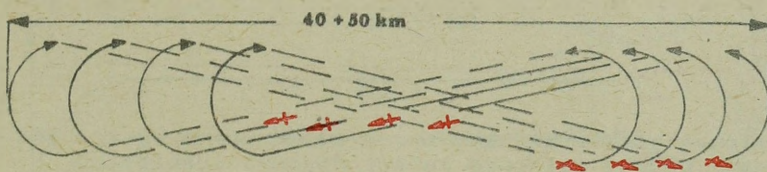
- lot w kolumnie samolotów po prostokącie z zachowaniem między samolotami myśliwskimi odległości równych jednej czwartej obwodu trasy lotu po prostokącie.

Dłuższy bok strefy poszukiwania powinien być z zasady prostopadle skierowany do kierunku nalotu SNP npla. Długość trasy w strefie powinna umożliwić lot po prostej w ciągu 2 min, a szerokość strefy powinna być nie większa niż cztery odległości wykrycia celu powietrznego, natomiast promień zakrętu samolotów myśliwskich mniejszy od odległości wykrycia i zapewnić wykonanie zakrętu bez większych przeciążeń. Jeżeli strefa samodzielnego poszukiwania znajduje się nad terenem nieprzyjaciela w zasięgu ognia jego środków OPL, wówczas manewr myśliwców musi uwzględnić ciągłą zmianę warunków lotu np. kierunek i wysokość dla zmniejszenia skuteczności ognia środków OPL npla. Takim manewrem, może być "wahadło", wykonywane w locie po prostokącie lub "ósemce". Manewr ten polega na tym, że myśliwce po wykonaniu zakrętu przechodzą do lotu nurkowego z kątem 10° - 20° do założonej wysokości, a następnie przechodzą do lotu poziomego i z kolei na wznoszenie.

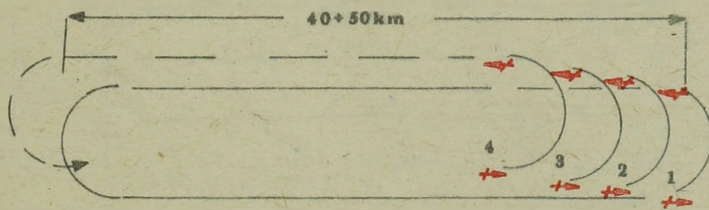
Manewr ten jest łatwy do wykonania, nie pogarsza warunków obserwacji przestrzeni powietrznej, a jednocześnie dzięki zmianie kierunku i wysokości lotu utrudnia prowadzenie celnego ognia przez środki OPL npla.



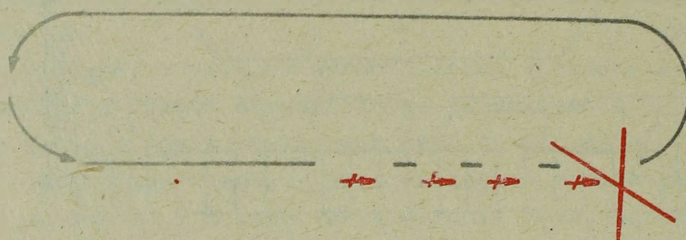
Rys. 29. Manewr "wahadło" podczas lotu po prostokącie



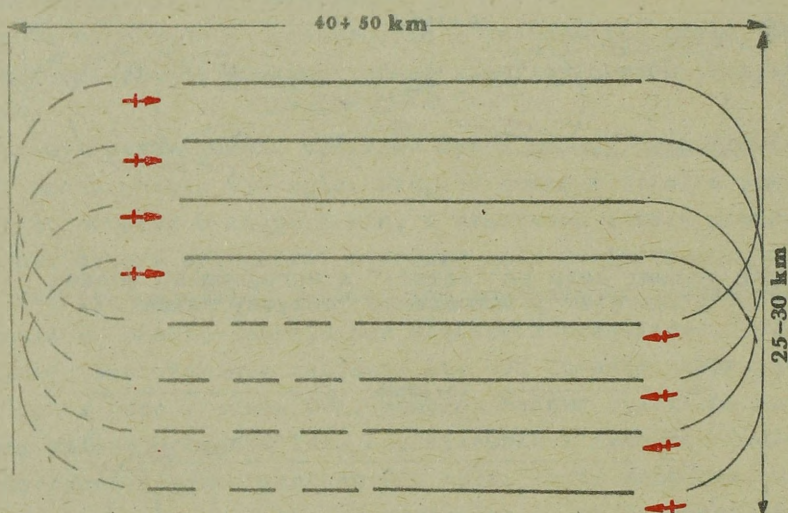
Rys. 30. Manewr lotu po "ósemce" w ugrupowaniu schody z zakretem jednocześnie "wzwyżcy' razem"



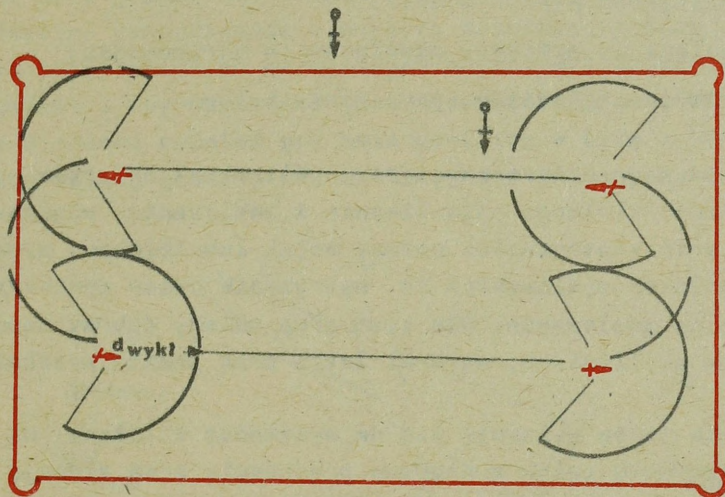
Rys. 31. Lot po prostokącie w ugrupowaniu schody z wykonaniem zakretem "wzwyżcy' razem"



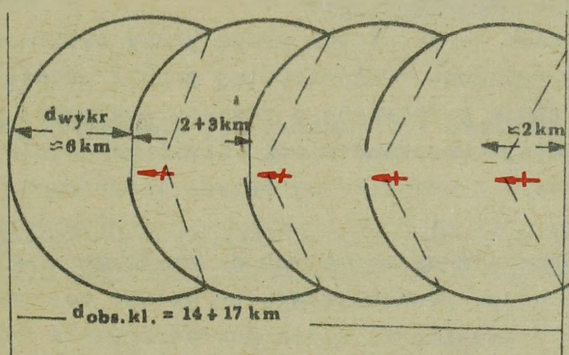
Rys. 32. Lot po prostokącie w ugrupowaniu kolumna samolotów z wykonaniem zakrętu kolejno nad określonym punktem orientacyjnym



Rys. 33. Lot po prostokącie w ugrupowaniu front samolotów z wykonaniem zakrętu wszyscy razem /przeczesywanie/



Rys. 34. Lot po prostokącie z zachowaniem między samolotami odległości równych jednej czwartej obwodu trasy lotu po prostokącie



Rys. 35. Układ pola obserwacji klucza samolotów w ugrupowaniu kolumna w odległości 2+3 km, w czasie samodzielnego poszukiwania i zwalczania SNP

$$d_{obs.} = d_{wykr.} + d_{ub} / n - 1 / + d_{wykr.} \cdot TPS$$

gdzie:

$d_{obs.}$ - długość pola obserwacji grupy samolotów w ugrupowaniu "kolumna" w czasie samodzielnego poszukiwania i zwalczania SNP;

- $d_{\text{wykr-TPS}}$ - odległość wykrycia celu w tylnej półsferze myśliwca;
- d_{wykr} - odległość wykrycia celu;
- d_{ub} - odległość pomiędzy samolotami w ugrupowaniu;
- n - ilość samolotów w ugrupowaniu kolumna.

Kiedy mamy dostateczną ilość samolotów myśliwskich do przechwytywania ŚNP sposobem samodzielnego poszukiwania i zwalczania, wówczas możemy dla zwiększenia skuteczności osłony wojsk lub obiektu, wydzielić osobną grupę samolotów myśliwskich do wykrywania celów powietrznych przez osobną grupę do zwalczania. Dla tych grup należy dobrać odpowiednie typy samolotów myśliwskich, warunki lotów oraz poziom wykształcenia pilotów.

Grupy wykrywania celów wykonują lot na wysokości zbliżonej do przewidywanej wysokości lotu celów z dogodną prędkością oraz stosują najbardziej dogodny manewr i ugrupowanie dla wykrycia celów.

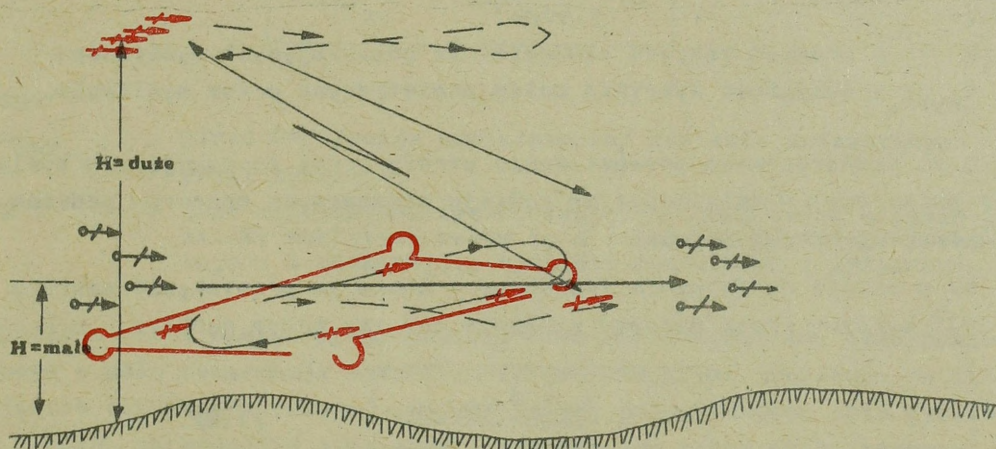
Grupa myśliwców z przeznaczeniem do zwalczania wykrytych celów powietrznych wykonuje lot na większej wysokości /uwzględniając oszczędność paliwa i możliwość szybkiego zwiększenia prędkości lotu oraz zastosowania odpowiedniego manewru/.

Z chwili wykrycia celów powietrznych przez grupę myśliwców przeznaczoną do wykrywania /wydzielony myśliwiec tej grupy/ podejmuje grupie przeznaczoną do zwalczania informacje o miejscu wykrycia, warunkach lotu, składzie ilościowym, ugrupowaniu celu itp., następnie wychodzi w tylną półsferę tego celu i najczęściej metodą liderowania naprowadza grupę uderzeniową na cel.

Ponieważ grupa myśliwców przeznaczonych do zwalczania - naprowadzana jest przez myśliwce grupy poszukującej, to metoda ta, nazwana została "kombinezonowaną metodą poszukiwania celów powietrznych i dyżurowania".

W sytuacji taktyczno-nawigacyjnej, kiedy dyżurujące myśliwce w strefie mogą być wprowadzane do walki tylko na cele lecące na określonej wysokości, a część ŚNP wykonuje lot na innej np. mniejszej wysokości poza dolną granicę wykrywania własnego systemu wykrywania, wówczas należy stosować samodzielne poszukiwanie i zwalczanie tych celów powietrznych w strefie dyżurowania. W tym wypadku myśliwce dyżurują na wysokości umożliwiającej obserwację wzrokową celów powietrznych lecących niżej na małej wysokości, w takim ugrupowaniu jak podczas samodzielnego poszukiwania. Po otrzymaniu od nawigatora naprowadzania warunków lotu na przechwycenie wykrytego celu przez RLS - piloci wykonują lot zgodnie z otrzymaną komendą naprowadzania. Natomiast, kiedy wykryją

Sam cel powietrzny lecący na małej wysokości dowódca grupy melduje o tym na SD i jeżeli nie otrzyma zakazu atakowania tego celu, atakuje cel. Samodzielne poszukiwanie w strefie dyżurowania może być stosowane na dalekich podejściach do osłanianych obiektów i wojsk, gdzie zasięg pola wykrywania i naprowadzania jest niewystarczający. Ponadto, taki sposób można stosować również gdy cele powietrzne będą wykonywać lot koszący, poniżej dolnej granicy radiolokacyjnego pola wykrywania.



Rys. 36. Samodzielne poszukiwanie i zwalczanie SNP przez LM z wydzieleniem grupy wykrywania i zwalczania

7.2. Obliczanie prawdopodobnej ilości celów powietrznych, jakie mogą wykryć i zniszczyć samodzielnie poszukujący i zwalczający myśliwce

Prawdopodobną ilość celów powietrznych, jaką mogą wykryć samodzielnie poszukujący i zwalczający myśliwcy w wyznaczonej strefie obliczamy według wzoru:

$$N_{\text{SNP}}^{\text{wykr.}} = \frac{t_c}{t_m} \cdot 100 \cdot K_u \quad /7.4/$$

gdzie:

- $N_{\text{SNP}}^{\text{wykr.}}$ - ilość wykrytych SNP przez myśliwce, wyrażona w procentach od ogólnej liczby przelatujących przez strefę;
- t_c - czas przelotu celu powietrznego przez strefę;
- t_m - czas jednorazowego przepatrzenia strefy;

K_u - współczynnik wyrażający, jaką część uwagi poświęcają piloci na wykrywanie celów powietrznych, a jaką na pilotaż.

Czas przelotu celów przez strefę samodzielnego poszukiwania obliczamy wg wzoru:

$$t_c = \frac{2R + 2d_{wykr.}}{V_c} \quad /7.5/$$

gdzie:

R - promień zakrętu samodzielnie poszukujących myśliwców;

$d_{wykr.}$ - odległość wykrycia celów powietrznych przez myśliwców.

Czas jednorazowego przepatrzenia strefy przez poszukujących myśliwców obliczamy, w zależności od rodzaju stosowanych manewrów podczas poszukiwania, według wzorów:

a/ w czasie wykonywania /manewru/ w locie po prostokącie zakrętu o 180° kolejno przez każdego myśliwca nad tym samym punktem:

$$t_m = \frac{S_m + d_{obs.gr.}}{V_m} \quad /7.6/$$

gdzie:

S_m - droga lotu myśliwców w czasie poszukiwania po obwodzie trasy prostokątnej w strefie $S_m = 2 \times D_{pr} + 2R$;
 D_{pr} - długość trasy na dłuższym boku prostokąta strefy/;

$d_{obs.gr.}$ - długość pola obserwacji przez grupę samolotów samodzielnie poszukujących w strefie w danym momencie;

b/ w czasie wykonywania /manewru w locie po prostokącie/ zakrętu o 180° "wzyscy razem";

$$t_m = \frac{S_m - 2d_{obs.gr.}}{V_m} \quad /7.7/$$

c/ w czasie wykonywania manewru w locie po prostokącie w odległościach $1/4$ długości trasy zamkniętej:

$$t_m = \frac{S_m - 4d_{wykr.}}{V_m} \quad /7.8/$$

gdzie:

$d_{\text{wykr.}}$ - odległość wykrycia celu przez myśliwca.

Jeżeli chcemy obliczyć w dalszej kolejności, jaką ilość z wykrytych celów powietrznych myśliwca są w stanie zniszczyć to posługujemy się wzorem:

$$N_{\text{SNP}_{\text{zn.}}} = N_{\text{SNP}_{\text{wykr.}}} \cdot Z$$

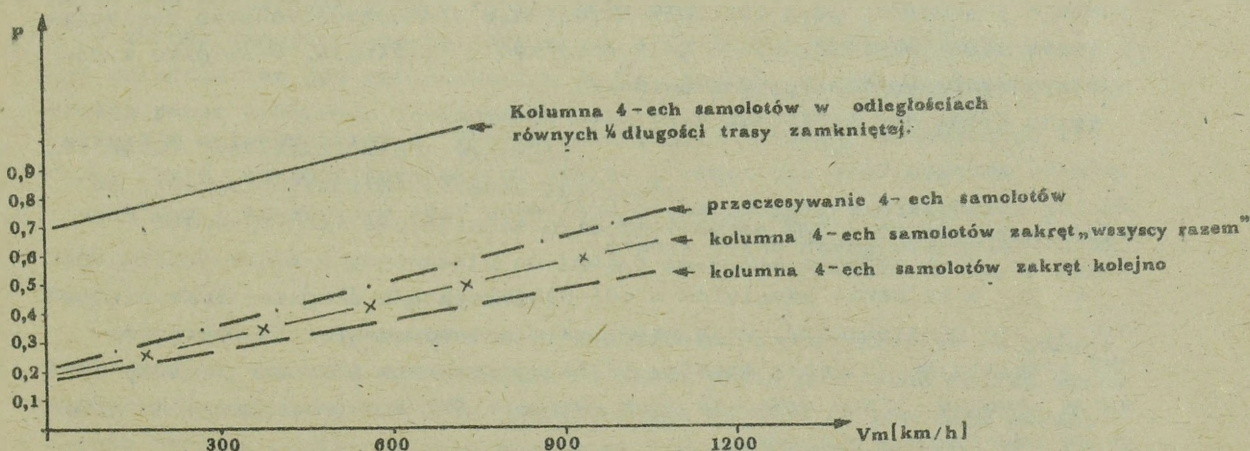
/7.9/

gdzie:

$N_{\text{SNP}_{\text{zn.}}}$ - ilość SNP /celów powietrznych/ zostanie zniszczonych przez myśliwca;

Z - jest współczynnikiem obrazującym, jaką część z ogólnej liczby wykrytych celów są w stanie samodzielnie poszukujący i zwalczający myśliwcy zaatakować i zniszczyć.

Ogólnie rzecz biorąc prawdopodobieństwo znalezienia się celu powietrznego w polu obserwacji samodzielnie poszukujących myśliwców /w istniejących warunkach atmosferycznych/ zależy od: prędkości lotu myśliwców i celu, ugrupowania myśliwców i stosowanego przez nich manewru. Zależność tę obrazują poniższe wykresy:



Rys. 37. Wpływ V_m , ugrupowania, manewru samodzielnie poszukujących myśliwców na prawdopodobieństwo znalezienia się celu powietrznego w zasięgu pola obserwacji myśliwców

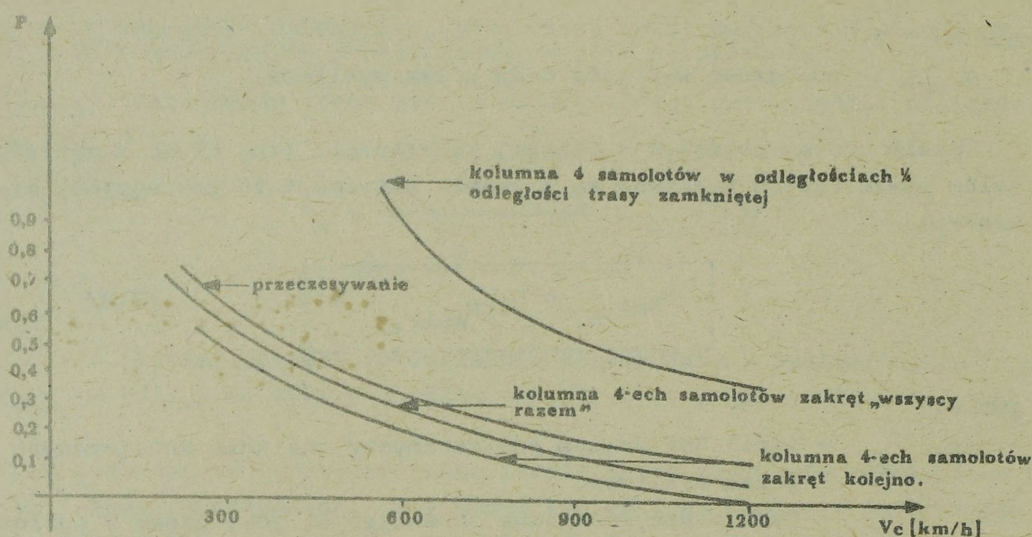


Fig. 38. Wpływ prędkości celu V_c oraz ugrupowania i manewru myśliwców na prawdopodobieństwo znalezienia się celu powietrznego w zasięgu pola obserwacji myśliwców

Z podanych rozważań wynika, że ugrupowanie samolotów myśliwskich kolumna 4 samolotów w odległości 1/4 długości trasy zamkniętej w czasie samodzielnego poszukiwania jest najbardziej racjonalnym wariantem ugrupowania i manewru, gdyż istnieje największe prawdopodobieństwo znalezienia się celów powietrznych w polu obserwacji myśliwców. W związku z powyższym wynikają następujące wnioski:

1. Ugrupowanie "kolumna" względnie "echody" z zastosowaniem w czasie manewru zakrętu "wszyscy razem", należy uwzględniać wówczas, kiedy zadaniem samodzielnie poszukujących myśliwców jest wykrywanie i zwalczanie ŚNP przelatujących przez strefę.

2. Lot w kolumnie samolotów w odległościach 1/4 długości trasy zamkniętej /po prostokącie/, daje największe prawdopodobieństwo wykrycia ŚNP przelatujących przez strefę. Takie ugrupowanie i manewr, należy stosować wówczas, kiedy zadaniem jest wykrycie ŚNP i naprowadzenie na nich grupę uderzeniową myśliwców.

7.3. Ogólna ocena przechwytywania ŚNP przez LM w czasie samodzielnego poszukiwania i zwalczania

Przechwytywanie ŚNP przez LM w czasie samodzielnego poszukiwania i zwalczania ma, jak każdy inny sposób działań, szereg właściwości dodat-

nich i ujemnych. Do właściwości dodatnich można zaliczyć:

- możliwość aktywnych działań LM podczas osłony nakazanych wojsk i obiektów, a szczególnie w warunkach zwalczania ŚNP w czasie intensywnego stosowania zakłóceń radioelektronicznych przez nieprzyjaciela względnie też w warunkach obezwładnienia lub dezorganizacji systemu wykrywania i naprowadzania;

- możliwość działań LM na pełny taktyczny promień, nawet wówczas, kiedy ten promień wychodzi poza granicę pola wykrywania i naprowadzania. Umożliwia osłonę wojsk własnych znajdujących się na terenie zajęтым przez przeciwnika, jak na przykład przelotu, wysadzenia i walki desantów powietrznych, manewrowych grup wojsk lądowych lub oddziałów walczących w okrążeniu, a także ugrupowań i przelotu innych rodzajów lotnictwa itp.;

- samodzielnie poszukujący myśliwcy mogą jednocześnie, obok przechwytywania ŚNP, realizować wykrywanie i powiadamianie o rozpoczęciu zmasowanego nalotu, jego natężeniu, typie samolotów, warunków lotu itp. co może mieć istotne znaczenie dla powzięcia decyzji dla odparcia nalotu;

- może uzupełniać przechwytywanie ŚNP z dyżurowania w powietrzu przez te same samoloty;

- może być stosowane w warunkach oczekiwania na pierwszy zmasowany nalot bez naruszenia granic innego państwa;

- chroni samodzielnie poszukujących i zwalczających myśliwców przed ich zniszczeniem lub zablokowaniem na lotniskach, a celowe manewry stosowane przez myśliwców zmniejszają możliwość związania ich walką przez lotnictwo myśliwskie nieprzyjaciela.

Do ujemnych właściwości można zaliczyć:

- stosunkowo mała skuteczność przechwytywania ŚNP w czasie samodzielnego poszukiwania w porównaniu do innych sposobów działań LM np. z dyżurowania na lotnisku i w powietrzu;

- konieczność wysunięcia strefy samodzielnego poszukiwania na odległość możliwej rubieży wprowadzenia do walki przed potrzebną rubież wprowadzenia do walki na kierunku spodziewanego nalotu, co powoduje bardzo często warunek rozmieszczenia strefy na terenie nieprzyjaciela;

- zależność czasu przebywania myśliwców w strefie samodzielnego poszukiwania od warunków osłony wojsk i obiektów, pogarszając odległościowe możliwości ze względu na konieczność działania większości przypadków na małych wysokościach;

- większa, aniżeli przy innych sposobach działań bojowych zależność od warunków atmosferycznych i pory doby. W dużej mierze ograniczone są możliwości działania w ciemną noc, w chmurach lub przy słabej widoczności;

- skuteczność przechwytywania ŚNP w czasie samodzielnego poszukiwania i zwalczania zmniejsza się w miarę obniżania wysokości lotu, ponieważ pilot musi więcej uwagi poświęcić na pilotowanie samolotu i utrzymanie się w strefie, ugrupowaniu oraz przestrzeganiu warunków bezpieczeństwa.

8. WYKORZYSTANIE MIKROKOMPUTERA "AMSTRAD CPS 6128" DO OBLICZANIA D_{PRWW}

Zakres obliczeń:

W modelu matematycznym podczas oceny możliwości przechwytywania celów powietrznych przez LM można wyróżnić dwie podstawowe grupy zagadnień wymagające oddzielnego opisu:

a/ obliczenie potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki myśliwców dla wykonania zadania osłony konkretnego obiektu /rubieży wojsk/ w zaistniałych warunkach sytuacji taktyczno-nawigacyjnej;

b/ obliczenie możliwych rubieży wprowadzenia do walki myśliwców z dyżurowania na lotnisku i w powietrzu przy zakładanych warunkach wykrycia celu powietrznego oraz warunkach lotu celu i myśliwca.

Obliczenie odległości potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki myśliwca mierzonej od obiektu

\ Parametry wyjściowe do obliczeń:

V_c - prędkość celu powietrznego, wartość wyrażona w km/h, większa od zera;

V_m - prędkość myśliwca, wartość wyrażona w km/h, w czasie ataku myśliwca z tylnej półsfery celu, jego prędkość optymalna jest większa od V_c w zakresie 100-300 km/h, natomiast podczas ataku z przedniej półsfery powinna być przybliżona do prędkości celu;

a - błąd powstały w czasie naprowadzania myśliwca na cel powietrzny, wyrażony w km. Jego wielkość jest zależna od sposobu naprowadzania /P lub WF/ i wynosi od 3-6 km;

d - odległość wyprowadzenia myśliwca względem celu powietrznego do rozpoczęcia ataku, przy atakowaniu celu z przedniej półsfery celu, wartość ta wynosi od 20-35 km, natomiast z tylnej półsfery od 3-8 km;

d_{rk} - odległość odpalenia rakiet /strzelania z działek/ przez myśliwca, wyrażona w km. W czasie ataku z tylnej półsfery celu odleg-

łość ta wynosi od 1,5 do 6 km i więcej w zależności od typu rakiety "P-P", natomiast z przedniej półsfery celu wynosi od 8 do 15 km i więcej w zależności od typu rakiety "P-P";

$t_{rk.}$ - czas lotu rakiety po odpaleniu, wyrażony w sekundach. Czas ten jest zależny od prędkości zbliżania rakiety i odległości odpalenia;

A_{sr} - donośność środków rażenia /rakiet "P-Z", bomb/ odpalanych rakiet /zrzucanych bomb/ przez cel powietrzny na obiekt. Wartość donośności wyrażamy w km, w zależności od rodzaju stosowanego środka rażenia wartość ta jest dodatnia, większa od zera;

R_b - promień rażenia stosowanego środka rażenia przez cel powietrzny, wyrażony w km. Wielkość R_b zależna jest od wagomiaru bomby lub kiloton bomby jądrowej. Z zasady jest większa od zera.

Odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki myśliwca z tylnej półsfery celu, mierzoną od obiektu osłony obliczamy według wzoru:

$$D_{PRWW_{OTPS}} = \frac{a + d - d_{rk.}}{\frac{v_m}{v_c} - 1} + d + \frac{v_c}{3600} \cdot t_{rk.} + A_{sr} + R_b$$

Odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki myśliwca z przedniej półsfery celu, mierzoną od obiektu osłony obliczamy według wzoru:

$$D_{PRWW_{OPPS}} = \frac{a + d - d_{rk.}}{\frac{v_m}{v_c} + 1} - d + \frac{v_c}{3600} \cdot t_{rk.} + A_{sr} + R_b$$

8.1. Obliczanie odległości możliwej rubieży wprowadzenia do walki myśliwca z dyżurowania na lotnisku i w powietrzu

Parametry wyjściowe:

$$D_{wykr_{-1}} = D_{wykr_{-RLS}} + / \pm D_{RLS_{-1}} /$$

gdzie:

$D_{wykr_{-RLS}}$ - odległość zasięgu wykrywania w zależności od wysokości lotu celu i typu radiolokatora, wyrażona w km;

- D_{RLS_1} - odległość położenia radiolokatora od lotniska startu myśliwca, wyrażona w km. Znak plus "+" gdy radiolokator znajduje się przed lotniskiem w kierunku spodziewanego lotu celu powietrznego. Znak minus "-", kiedy radiolokator położony jest za lotniskiem startu myśliwców, wartość w km;
- d - odległość wyprowadzenia myśliwca do ataku z przedniej lub tylnej półsfery celu. Wartość w km;
- V_c - prędkość celu powietrznego w km;
- V_m - prędkość myśliwca w km;
- $t_{inf.}$ - czas obiegu informacji od momentu wykrycia celu powietrznego do momentu podania komendy na start myśliwca, czas ten podaje się w sekundach;
- t_g - czas wystartowania myśliwca w minutach. Czas ten zależy w jakim stopniu gotowości są myśliwce;
- t_w - czas wznoszenia się myśliwca na wysokość wprowadzenia do walki /wysokość lotu celu/, wyrażony w minutach. Czas ten zależy od wielu czynników, a podany jest w tabeli lub wykresie dla danego typu samolotu;
- t_m - czas wykonania manewru przez myśliwca dla wyjścia w punkt rozpoczęcia ataku. Czas ten wyrażamy w minutach, zależny jest od prędkości myśliwca w czasie zakrętu, kąta przechylenia i kąta zakrętu;
- $S_{wzn.}$ - droga wznoszenia myśliwca na wysokość wprowadzenia do walki /wysokość lotu celu/, wyrażona w km. Droga ta zależy od wielu czynników, a podana jest w tabeli lub wykresie dla danego typu samolotu.

Wzór na obliczenie odległości możliwej rubieży wprowadzenia do walki myśliwca z dyżurowania na lotnisku przy zastosowaniu ataku z tylnej półsfery celu powietrznego

$$D_{MRWW_{LTP}} = \frac{D_{wykr. RLS} + /+D_{RLS_1} / + d - \frac{V_c}{60} / t_1 + t_g + t_w + t_m / + \frac{V_c}{V_m} \cdot S_{wzn.}}{\frac{V_c}{V_m} + 1}$$

Wzór na obliczenie odległości możliwej rubieży wprowadzenia do walki myśliwca z dyżurowania na lotnisku przy ataku celu powietrznego z przedniej półsfery

$$D_{MRWW_{LPP}} = \frac{D_{wykr. RLS} + /+D_{RLS_1} / - d - \frac{V_c}{60} / t_1 + t_g + t_w + t_m / + \frac{V_c}{V_m} \cdot S_{wzn.}}{\frac{V_c}{V_m} + 1}$$

Wzór na obliczenie odległości możliwej rubieży wprowadzenia do walki myśliwca z dyżurowania w powietrzu /strefy dyżurowania/ przy ataku celu powietrznego z tylnej półsfery

$$D_{MRWWSTP} = \frac{D_{wykr. RLS} + \left[\pm D_{RLS_s} / +d - \frac{V_c}{60} / t_i + t_m / \right]}{\frac{V_c}{V_m} + 1}$$

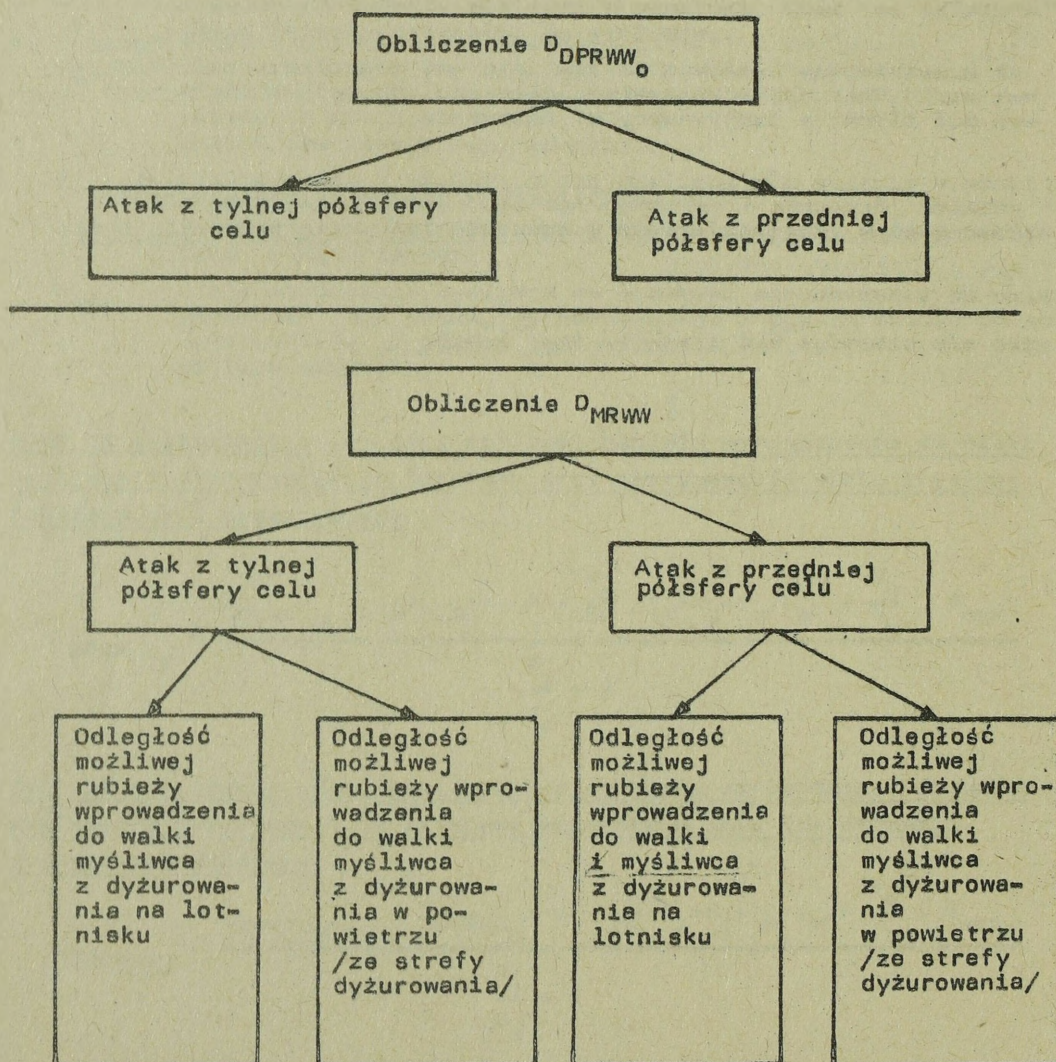
gdzie:

D_{RLS_s} - odległość połączenia radiolokatora od strefy dyżurowania w km. Znak plus "+" wówczas gdy RLS znajduje się przed środkiem strefy w kierunku spodziewanego lotu celu powietrznego, znak minus "-", gdy RLS jest za strefą.

Wzór na obliczenie możliwej rubieży wprowadzenia do walki myśliwca z dyżurowania w powietrzu /strefy dyżurowania/ przy ataku celu powietrznego z przedniej półsfery

$$D_{MRWWSP} = \frac{D_{wykr. RLS} + \left[\pm D_{RLS_s} / -d - \frac{V_c}{60} / t_i + t_m / \right]}{\frac{V_c}{V_m} + 1}$$

8.2. Idea algorytmu obliczenia rubieży wprowadzenia do walki samolotu myśliwskiego na mikrokomputerze



BIBLIOGRAFIA:

1. Podręcznik "Taktyka lotnictwa myśliwskiego". Wyd. DWL, 1986.
2. Grysiwicz E.: Metodyka określania możliwości przechwytywania ŚNP z dyżurowania na lotnisku. Wyd. ASG WP, 1975.
3. Grysiwicz E.: Metody określania możliwości przechwytywania ŚNP z dyżurowania w powietrzu i z patrolowania. Wyd. ASG WP, 1976.
4. Dworak R.: Nawigatorskie zabezpieczenie przechwytywania ŚNP z patrolowania. Wyd. ASG WP, 1980.
5. Podręcznik "Nawigacja lotnicza". Wyd. DWL, 1979.

Obliczanie D_{PRWW_0} i $D_{MRWW_{1,s}}$ za pomocą mikrokomputera

"AMSTRAD CPS 6128"

Przykład:

wykonaj obliczenia D_{PRWW_0} i $D_{MRWW_{1,s}}$ dla ataku myśliwca z przedniej i tylnej półsfery celu powietrznego mając dane: $a = 5$ km, $d = 5$ km, $d_{rk.} = 5$ km, $t_{rk.} = 8$ s, $V_c = 900$ km/h, $V_m = 1100$ km/h, $A = 10$ km /d = 25 km, $d_{rk.} = 10$ km, $t_{rk.} = 10$ s, $V_c = 900$ km/h, $V_m = 900$ km/h atak z przedniej półsfery/, $t_{inf.} = 2$ min, $t_q = 4$ km, $t_{180^\circ} = 1$ min, odległość obiektu od lotniska 60 km, od strefy 10 km/.

| H_c /m/ | 300 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 10000 | 16000 |
|------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Dane | | | | | | | | | |
| $D_{wykr.}$ /km/ | 70 | 85 | 110 | 160 | 200 | 250 | 260 | 300 | 330 |
| $t_{wzn.}$ /min/ | 0,5 | 0,5 | 1 | 1,2 | 2,1 | 3 | 4 | 5,6 | - |
| $S_{wzn.}$ /km/ | 0 | 2 | 10 | 16 | 2,5 | 32 | 60 | 74 | - |

$D_{RLS_1} = 80$ km, $D_{RLS_2} = 30$ km, $H_c = 300-800$ m, oraz dokonaj oceny możliwości wykonania zadania osłony dla obliczonej D_{PRWW}

Przebieg czynności:

1. Włącz monitor mikrokomputera.
2. Włącz mikrokomputer - po prawidłowym włączeniu ukaże się na monitorze napis "BASIC".
3. Włącz dyskietkę nr 20/B.
4. Napisz "CAT" i "RETURN".
5. Napisz dyrektywę "RUN" i wybierz "SHIFT" i "Z" oraz napisz nazwę wybranego programu - w powyższym przykładzie - "RUBIEŻ".
6. Postępuj według instrukcji podanej na ekranie monitora.

Wyniki MRWW₁ dla ataku z tylnej półsfery celu

| H/m/ | D _{wykr.} RLS /km/ | D _{RLS} ₁ /km/ | t _{wzn.} /min/ | S _{wzn.} /km/ | t _r + t _m /min/ | n ^S _{wzn.} /km/ | d /km/ | D _{MRWW} ₁ /km/ | UWAGI |
|-------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------|--|--|-----------|--|--|
| 300 | 70 | 80 | 0,5 | 0 | 7,5 | 0 | 5 | 23 | t _{min} = 1 min t _{inf} = 2 min t _q = 4 min n = 0,82 |
| 500 | 85 | 80 | 0,5 | 2 | 7,5 | 1,6 | 5 | 32 | |
| 1000 | 110 | 80 | 1,0 | 10 | 8,0 | 8 | 5 | 46 | |
| 2000 | 180 | 80 | 1,2 | 16 | 8,2 | 12,8 | 5 | 74 | |
| 4000 | 200 | 80 | 2,1 | 25 | 9,1 | 20,0 | 5 | 94 | |
| 6000 | 250 | 80 | 3,0 | 32 | 10,0 | 25,6 | 5 | 116 | |
| 8000 | 260 | 80 | 4,0 | 50 | 11,0 | 40,0 | 5 | 122 | |
| 10000 | 300 | 80 | 5,6 | 74 | 12,6 | 59,2 | 5 | 141 | |

$$D_{PRWW_{1TPS}} = 100 \text{ km} < D_{MRWW_{16000}} = 116 \text{ km}$$

Wniosek:

Wprowadzając do walki myśliwce z gotowości bojowej nr 1 na PRWW odległą od lotniska o 100 km, istnieje możliwość zwalczania celów powietrznych lecących powyżej 5000 m, co wynika z interpolacji.

Wynik MRWW₁ dla ataku z przedniej półsfery

$$H_c = 2000 \text{ m}$$

$$D_{MRWW_{1PPS}} = \frac{180+80-25-15/2+4+1,2+0/+0,28.16}{1+1} \approx 70,5 \text{ km}$$

$$D_{PRWW_{1PPS}} = D_{ob.} + /- D_{PRWW_0} = 60 - 2,5 = 57,5 < D_{MRWW_{1PPS}} = 70,5 \text{ km}$$

Wniosek:

Wprowadzając do walki myśliwce z gotowości bojowej nr 1 na PRWW odległą od lotniska o 57,5 km, istnieje możliwość zwalczania celów powietrznych lecących powyżej 2000 m.

Wyniki MRWW_s dla ataku z tylnej półsfery celu

| H /m/ | D _{wykr} ·RLS /km/ | D _{RLS} _s /km/ | t _{pas} ₁ + t _{man} ₁ /min/ | d /km/ | D _{MRWW} _s /km/ | UWAGI |
|-------|-----------------------------|------------------------------------|---|--------|-------------------------------------|--------------------------|
| 300 | 70 | 30 | 4 | 5 | 25 | t _{pas} = 2 min |
| 500 | 85 | 30 | 4 | 5 | 33 | t _{man} = 2 min |
| 1000 | 110 | 30 | 4 | 5 | 46 | n = 0,82 |
| 2000 | 160 | 30 | 4 | 5 | 74 | |

$$D_{PRWW_s} = D_{ob.s} + /_{\pm} D_{PRWW_o} / = 10 \text{ km} + 40 \text{ km} = 50 \text{ km}$$

$$D_{PRWW_s} = 50 \text{ km} < D_{MRWW_s 2000} = 74 \text{ km}$$

Wniosek:

Wprowadzając do walki myśliwce ze strefy dyżurowania na PRWW odległą o 10 km, istnieje możliwość zwalczania celów powietrznych lecących powyżej 1500 m /2000 m/.

Wynik MRWW_s dla ataku z przedniej półsfery

$$H_c = 2000 \text{ m}$$

$$D_{MRWW_{sPPS}} = \frac{160+30-25-15/2+2/}{1+1} \approx 52,5 \text{ km}$$

$$D_{MRWW_{sPPS 2000}} = 52,5 \text{ km} > D_{PRWW_{sPPS}} = D_{ob.s} + /_{\pm} D_{PRWW_o PPS} / =$$

$$= 10 \text{ km} - 2,5 \text{ km} = 7,5 \text{ km}$$

Wniosek:

Wprowadzając do walki myśliwce ze strefy dyżurowania na PRWW odległą o 7,5 km od strefy, istnieje możliwość zwalczania celów powietrznych lecących powyżej 2000 m i niżej 2000 m podczas ataku z przewyższeniem z przedniej półsfery celu.

Załącznik 2

PROGRAMY DO OBLICZANIA ODLEGŁOŚCI / POTRZEBNEJ I MOŻLIWEJ RUBIEŻY
WPROWADZENIA DO WALKI MYŚLIWCA ZA POMOCĄ MIKROKOMPUTERA
"AMSTRAD CPS 6128"
/zapisane są w dyskietce 20/B/

```

10 CLS
20 MODE=2
30 LOCATE 14,6:PRINT"OBLICZANIE RUBIEZY WPROWADZENIA DO WALKI MYSLIWCOM"
40 LOCATE 18,22:PRINT "AUTOR PROJEKTU KONCEPCYJNEGO:"
50 LOCATE 17,24:PRINT "plk dypl.nawig. TADEUSZ PAWLAK"
60 LOCATE 2,12:INPUT"Obliczenia realizujesz dla potrzebnej rubiezy -1- ,czy mozliwej rubiezy -2-
      (wprowadz odpowiednio 1 lub 2)";j

70 CLS
80 IF j=1 GOTO 90 ELSE 380
90 LOCATE 6,6:PRINT"OBLICZANIE POTRZEBNEJ RUBIEZY WPROWADZENIA DO WALKI Dprwmo (od obiektu)"
100 LOCATE 2,12:INPUT"Obliczenia realizujesz dla przedniej polsfery -1- , czy tylnej polsfery -2-
      (wprowadz odpowiednio 1 lub 2)";ji

110 CLS
120 IF i=1 GOTO 130 ELSE 260
130 PRINT " POTRZEBNA RUBIEZ WPROWADZENIA DO WALKI Z PRZEDNIEJ POLSFERY Dprwmo
      Dprwmo=(a+d-drk)/((Vm)/(Vc)+1)-d+Vc*tlr+Ap "
      [km]=";a
140 LOCATE 1,6 :INPUT "a-blad w naprowadzaniu
150 INPUT "d-odleglosc wyprowadzenia mysliwca [km]=";d
160 INPUT "drk-odleglosc odpalenia rakiety [km]=";drk
170 INPUT "Vm-predkosc mysliwca [km/h]=";Vm
180 INPUT "Vc-predkosc celu [km/h]=";Vc
190 INPUT "tlr-czas lotu rakiety [s]=";tlr
200 INPUT "Ap-donoscnosn srodkow razenia [km]=";Ap
210 Dprwmo=(a+d-drk)/((Vm)/(Vc)+1)-d+((Vc)/3600)*tlr+Ap
220 LOCATE 25,15: PRINT "Dprwmo(km)="Dprwmo
230 LOCATE 25,16: PRINT "-----"
240 LOCATE 19,23:INPUT "Koniec obliczen ? tak-1 nie-2 ";b
250 IF b=1 GOTO 1070 ELSE 10
260 PRINT " POTRZEBNA RUBIEZ WPROWADZENIA DO WALKI Z TYLNEJ POLSFERY Dprwmo
      Dprwmo=(a+d-drk)/((Vm)/(Vc)+1)+d+Vc*tlr+Ap "
      [km]=";a
270 LOCATE 1,6 :INPUT "a-blad w naprowadzaniu
280 INPUT "d-odleglosc wyprowadzenia mysliwca [km]=";d
290 INPUT "drk-odleglosc odpalenia rakiety [km]=";drk
300 INPUT "Vm-predkosc mysliwca [km/h]=";Vm
310 INPUT "Vc-predkosc celu [km/h]=";Vc
320 INPUT "tlr-czas lotu rakiety [s]=";tlr
330 INPUT "Ap-donoscnosn srodkow razenia [km]=";Ap
340 Dprwmo=(a+d-drk)/((Vm)/(Vc)+1)+d+((Vc)/3600)*tlr+Ap
350 LOCATE 25,15: PRINT "Dprwmo(km)="Dprwmo
360 LOCATE 25,16: PRINT "-----"
370 CLS
380 LOCATE 9,6:PRINT"OBLICZANIE MOZLIWEJ RUBIEZY WPROWADZENIA DO WALKI "
390 LOCATE 1,12:INPUT"Obliczenia realizujesz dla dyzurowania na lotnisku-1-.czy w strefie-2-
      (wprowadz odpowiednio 1 lub 2)";jk

400 CLS
410 IF k=1 GOTO 420 ELSE 780
420 LOCATE 2,12:INPUT"Obliczenia realizujesz dla przedniej polsfery -1- , czy tylnej polsfery -2-
      (wprowadz odpowiednio 1 lub 2)";ji

430 CLS
440 IF i=1 GOTO 450 ELSE 620
450 PRINT "MOZLIWA RUBIEZ WPROWADZENIA DO WALKI Z LOTNISKA Z PRZEDNIEJ POLSFERY
      Dprwmo)=(Dwl-d-Vc*(ti+tg+tw+tn)+(Vc/Vm)*Sw)/(Vc/Vm+1)"
460 PRINT "
470 INPUT "Dwl -odleglosc wykrzycia celu od lotniska [km] =" ;Dwl
480 INPUT "d -odleglosc wyprowadzenia [km] =" ;d
490 INPUT "ti-czas obiegu informacji [min] =" ;ti
500 INPUT "tg-czas wystartowania mysliwca [min] =" ;tg
510 INPUT "tw-czas wznoszenia mysliwca na Hc [min] =" ;tw
520 INPUT "tn-czas manewru mysliwca [min] =" ;tn

```

```

530 INPUT "Vc-predkosc celu          (km/h) =";Vc
540 INPUT "Va-predkosc mysliwca     (km/h) =";Va
550 INPUT "Sw-droga wznoszenia mysliwca na Hc (km) =";Sw
560 Darwmp1=(Dwl-d-(Vc/60)*(ti+tg+tw+tm)+(Vc/Va)*Sw)/(Vc/Va+1)
570 LOCATE 25,15: PRINT "Darwmp1(km)="+Darwmp1
580 LOCATE 25,16: PRINT "-----"
590 LOCATE 19,23:INPUT "Koniec obliczen ? tak-1 nie-2 ";b
600 CLS
610 IF b=1 GOTO 1070 ELSE 10
620 PRINT "MOZLIWA RUBIEZ WFROWADZENIA DO WALKI Z LOTNISKA Z TYLNEJ POLSFERY
          Darwmt1=(Dwl+d-Vc*(ti+tg+tw+tm)+(Vc/Va)*Sw)/(Vc/Va+1)"
630 PRINT "
640 INPUT "Dwl -odleglosc wykrycia celu od lotniska (km) =";Dwl
650 INPUT "d -odleglosc wyprowadzenia (km) =";d
660 INPUT "ti-czas obiegu informacji (min) =";ti
670 INPUT "tg-czas wystartowania mysliwca (min) =";tg
680 INPUT "tw-czas wznoszenia mysliwca na Hc (min) =";tw
690 INPUT "tm-czas manewru mysliwca (min) =";tm
700 INPUT "Vc-predkosc celu (km/h) =";Vc
710 INPUT "Va-predkosc mysliwca (km/h) =";Va
720 INPUT "Sw-droga wznoszenia mysliwca na Hc (km) =";Sw
730 Darwmt1=(Dwl+d-(Vc/60)*(ti+tg+tw+tm)+(Vc/Va)*Sw)/(Vc/Va+1)
740 LOCATE 25,15: PRINT "Darwmt1(km)="+Darwmt1
750 LOCATE 25,16: PRINT "-----"
760 LOCATE 19,23:INPUT "Koniec obliczen ? tak-1 nie-2 ";b
770 IF b=1 GOTO 1070 ELSE 10
780 LOCATE 2,12:INPUT"Obliczenia realizujesz dla przedniej polsfery -1-, czy tylnej polsfery -2-
          (wprowadz odpowiednio 1 lub 2)";j
790 CLS
800 IF i=1 GOTO 810 ELSE 940
810 PRINT "MOZLIWA RUBIEZ WFROWADZENIA DO WALKI ZE STREFY Z PRZEDNIEJ POLSFERY
          Darwmp2=(Dws-d-Vc*(ti+tm))/(Vc/Va+1)"
820 PRINT "
830 INPUT "Dws -odleglosc wykrycia celu od strefy (km) =";Dws
840 INPUT "d -odleglosc wyprowadzenia (km) =";d
850 INPUT "ti-czas obiegu informacji (min) =";ti
860 INPUT "tm-czas manewru mysliwca (min) =";tm
870 INPUT "Vc-predkosc celu (km/h) =";Vc
880 INPUT "Va-predkosc mysliwca (km/h) =";Va
890 Darwmp2=(Dws-d-(Vc/60)*(ti+tm))/(Vc/Va+1)
900 LOCATE 25,15: PRINT "Darwmp2(km)="+Darwmp2
910 LOCATE 25,16: PRINT "-----"
920 LOCATE 19,23:INPUT "Koniec obliczen ? tak-1 nie-2 ";b
930 IF b=1 GOTO 1070 ELSE 10
940 PRINT "MOZLIWA RUBIEZ WFROWADZENIA DO WALKI ZE STREFY Z TYLNEJ POLSFERY
          Darwmt2=(Dws+d-Vc*(ti+tm))/(Vc/Va+1)"
950 PRINT "
960 INPUT "Dws -odleglosc wykrycia celu od strefy (km) =";Dws
970 INPUT "d -odleglosc wyprowadzenia (km) =";d
980 INPUT "ti-czas obiegu informacji (min) =";ti
990 INPUT "tm-czas manewru mysliwca (min) =";tm
1000 INPUT "Vc-predkosc celu (km/h) =";Vc
1010 INPUT "Va-predkosc mysliwca (km/h) =";Va
1020 Darwmt2=(Dws+d-(Vc/60)*(ti+tm))/(Vc/Va+1)
1030 LOCATE 25,15: PRINT "Darwmt2(km)="+Darwmt2
1040 LOCATE 25,16: PRINT "-----"
1050 LOCATE 19,23:INPUT "Koniec obliczen ? tak-1 nie-2 ";b
1060 IF b=1 GOTO 1070 ELSE 10
1070 END

```

```

10 CLS
20 MODE 2
30 LOCATE 29,1:PRINT "PROGRAM RUBIEZ"
40 LOCATE 14,3:PRINT "OBLICZANIE RUBIEZY WPROWADZENIA MYSLIWCOW DO WALKI "
50 LOCATE 10,5:PRINT "AUTOR PROJEKTU KONCEPCYJNEGO :plk dypl.nawig.TADEUSZ PAWLAK"
60 LOCATE 10,7:PRINT "AUTOR PROGRAMU: Jerzy Gorski"
70 LOCATE 17,10 :PRINT "PROGRAM UMOZLWIA OBLICZANIE"
80 LOCATE 2,12:PRINT "1 Dprwto -potrzebnej rubiezy od obiektu,atak z tylnej polsfery"
90 LOCATE 2,14:PRINT "2 Dprwpo -potrzebnej rubiezy od obiektu,atak z przedniej polsfery"
100 LOCATE 2,16:PRINT "3 Dgrwml -mozliwej rubiezy ataku z lotniska z tylnej polsfery"
110 LOCATE 2,18:PRINT "4 Dgrwpl -mozliwej rubiezy ataku z lotniska z przedniej polsfery"
120 LOCATE 2,20:PRINT "5 Dgrwts -mozliwej rubiezy ataku ze strefy z tylnej polsfery"
130 LOCATE 2,22:PRINT "6 Dgrwps -mozliwej rubiezy ataku ze strefy z przedniej polsfery"
140 LOCATE 2,24:INPUT "Jaka rubiez chcesz obliczac? - wprowadz 1,2,3,4,5 lub 6";jn
150 ON n GOTO 300,150,630,440,750,810
160 CLS
170 PRINT " POTRZEBNA RUBIEZ WPROWADZENIA DO WALKI Z PRZEDNIEJ POLSFERY Dprwpo
      Dprwpo=(a+d-drk)/((Vm)/(Vc)+1)-d+Vc*tlr+Ap *
      [km]=";ja
180 LOCATE 1,6 :INPUT "a-blad w naprowadzaniu
190 INPUT "d-odleglosc wyprowadzenia mysliwca      [km]=";d
200 INPUT "drk-odleglosc odpalenia rakiety          [km]=";drk
210 INPUT "Vc-predkosc celu                          [km/h]=";Vc
220 INPUT "Vm-predkosc mysliwca                     [km/h]=";Vm
230 INPUT "tlr-czas lotu rakiety                    [s]=";tlr
240 INPUT "Ap-donosnosc srodkow rezenia            [km]=";Ap
250 Dprwpo=(a+d-drk)/((Vm)/(Vc)+1)-d+Vc*tlr+Ap
260 LOCATE 25,15: PRINT "Dprwpo[km]="Dprwpo
270 LOCATE 25,16: PRINT "-----"
280 LOCATE 19,23:INPUT "Koniec obliczen ? nie-1   tak-2 ";b
290 IF b=2 GOTO 1090 ELSE 10
300 CLS
310 PRINT " POTRZEBNA RUBIEZ WPROWADZENIA DO WALKI Z TYLNEJ POLSFERY Dprwto
      Dprwto=(a+d-drk)/((Vm)/(Vc)-1)+d+Vc*tlr+Ap *
      [km]=";ja
320 LOCATE 1,6 :INPUT "a-blad w naprowadzaniu
330 INPUT "d-odleglosc wyprowadzenia mysliwca      [km]=";d
340 INPUT "drk-odleglosc odpalenia rakiety          [km]=";drk
350 INPUT "Vc-predkosc celu                          [km/h]=";Vc
360 INPUT "Vm-predkosc mysliwca                     [km/h]=";Vm
370 INPUT "tlr-czas lotu rakiety                    [s]=";tlr
380 INPUT "Ap-donosnosc srodkow rezenia            [km]=";Ap
390 Dprwto=(a+d-drk)/((Vm)/(Vc)-1)+d+Vc*tlr+Ap
400 LOCATE 25,15: PRINT "Dprwto[km]="Dprwto
410 LOCATE 25,16: PRINT "-----"
420 LOCATE 19,23:INPUT "Koniec obliczen ? nie-1   tak-2 ";b
430 IF b=2 GOTO 1090 ELSE 10
440 CLS
450 PRINT " MOZLIWA RUBIEZ WPROWADZENIA DO WALKI Z LOTNISKA Z PRZEDNIEJ POLSFERY
      Dgrwpl=(Dwl-d-Vc*(ti+tg+tw+tm)+(Vc/Vm)*Sm)/(Vc/Vm+1) *
460 PRINT "
470 INPUT "Dwl -odleglosc wykrycia celu od lotniska [km] =" ;Dwl
480 INPUT "d -odleglosc wyprowadzenia              [km] =" ;d
490 INPUT "Vc-predkosc celu                          [km/h] =" ;Vc
500 INPUT "Vm-predkosc mysliwca                     [km/h] =" ;Vm
510 INPUT "ti-czas obiegu informacji                [min] =" ;ti
520 INPUT "tg-czas wystartowania mysliwca          [min] =" ;tg
530 INPUT "tw-czas wznoszenia mysliwca na Hc       [min] =" ;tw
540 INPUT "tm-czas manewru mysliwca                [min] =" ;tm
550 INPUT "Vc-predkosc celu                          [km/h] =" ;Vc

```

```

560 INPUT "Vc-predkosc mysliwca           (km/h) =";Vc
570 INPUT "Sw-droga wznoszenia mysliwca na Hc   (km) =";Sw
580 Dmrwpl=(Dwl-d-(Vc/60)*(ti+tg+tw+tm)+(Vc/Va)*Sw)/(Vc/Va+1)
590 LOCATE 25,17: PRINT "Dmrwpl(km)="Dmrwpl
600 LOCATE 25,18: PRINT "-----"
610 LOCATE 19,23:INPUT "Koniec obliczen ? nie-1 tak-2 ";b
620 IF b=2 GOTO 1090 ELSE 10
630 CLS
640 PRINT "MOZLIWA RUBEZ WPROWADZENIA DO WALKI Z LOTNISKA Z TYLNEJ POLSFERY
                                Dmrwtl=(Dwl+d-Vc*(ti+tg+tw+tm)+(Vc/Va)*Sw)/(Vc/Va+1)"
650 PRINT "
660 INPUT "Dwl -odleglosc wykrycia celu od lotniska   (km) =";Dwl
670 INPUT "d -odleglosc wyprowadzenia                 (km) =";d
680 INPUT "Vc-predkosc celu                             (km/h) =";Vc
690 INPUT "Va-predkosc mysliwca                       (km/h) =";Va
700 INPUT "ti-czas obiegu informacji                  (min) =";ti
710 INPUT "tg-czas wystartowania mysliwca             (min) =";tg
720 INPUT "tw-czas wznoszenia mysliwca na Hc          (min) =";tw
730 INPUT "tm-czas manewru mysliwca                   (min) =";tm
740 INPUT "Sw-droga wznoszenia mysliwca na Hc         (km) =";Sw
750 Dmrwtl=(Dwl+d-(Vc/60)*(ti+tg+tw+tm)+(Vc/Va)*Sw)/(Vc/Va+1)
760 LOCATE 25,17: PRINT "Dmrwtl(km)="Dmrwtl
770 LOCATE 25,18: PRINT "-----"
780 LOCATE 19,23:INPUT "Koniec obliczen ? nie-1 tak-2 ";b
790 IF b=2 GOTO 1090 ELSE 10
800 CLS
810 CLS
820 PRINT "MOZLIWA RUBEZ WPROWADZENIA DO WALKI ZE STREFY Z PRZEDNIEJ POLSFERY
                                Dmrwps=(Dws-d-Vc*(ti+tm))/(Vc/Va+1)"
830 PRINT "
840 INPUT "Dws -odleglosc wykrycia celu od strazy    (km) =";Dws
850 INPUT "d -odleglosc wyprowadzenia                 (km) =";d
860 INPUT "Vc-predkosc celu                             (km/h) =";Vc
870 INPUT "Va-predkosc mysliwca                       (km/h) =";Va
880 INPUT "ti-czas obiegu informacji                  (min) =";ti
890 INPUT "tm-czas manewru mysliwca                   (min) =";tm
900 Dmrwps=(Dws-d-(Vc/60)*(ti+tm))/(Vc/Va+1)
910 LOCATE 25,15: PRINT "Dmrwps(km)="Dmrwps
920 LOCATE 25,16: PRINT "-----"
930 LOCATE 19,23:INPUT "Koniec obliczen ? nie-1 tak-2 ";b
940 IF b=2 GOTO 1090 ELSE 10
950 CLS
960 PRINT "MOZLIWA RUBEZ WPROWADZENIA DO WALKI ZE STREFY Z TYLNEJ POLSFERY
                                Dmrwts=(Dws+d-Vc*(ti+tm))/(Vc/Va+1)"
970 PRINT "
980 INPUT "Dws -odleglosc wykrycia celu od strazy    (km) =";Dws
990 INPUT "d -odleglosc wyprowadzenia                 (km) =";d
1000 INPUT "Vc-predkosc celu                             (km/h) =";Vc
1010 INPUT "Va-predkosc mysliwca                       (km/h) =";Va
1020 INPUT "ti-czas obiegu informacji                  (min) =";ti
1030 INPUT "tm-czas manewru mysliwca                   (min) =";tm
1040 Dmrwts=(Dws+d-(Vc/60)*(ti+tm))/(Vc/Va+1)
1050 LOCATE 25,15: PRINT "Dmrwts(km)="Dmrwts
1060 LOCATE 25,16: PRINT "-----"
1070 LOCATE 19,23:INPUT "Koniec obliczen ? nie-1 tak-2 ";b
1080 IF b=2 GOTO 1090 ELSE 10
1090 END

```

ASG WP nr 843/WW

