



**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. generała broni K. Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPL I LOTNICTWA  
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

**ARCHIWUM**  
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ  
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Świerczewskiego  
**28859**

~~XXXXXXXXXX~~  
Egz. Nr **1**

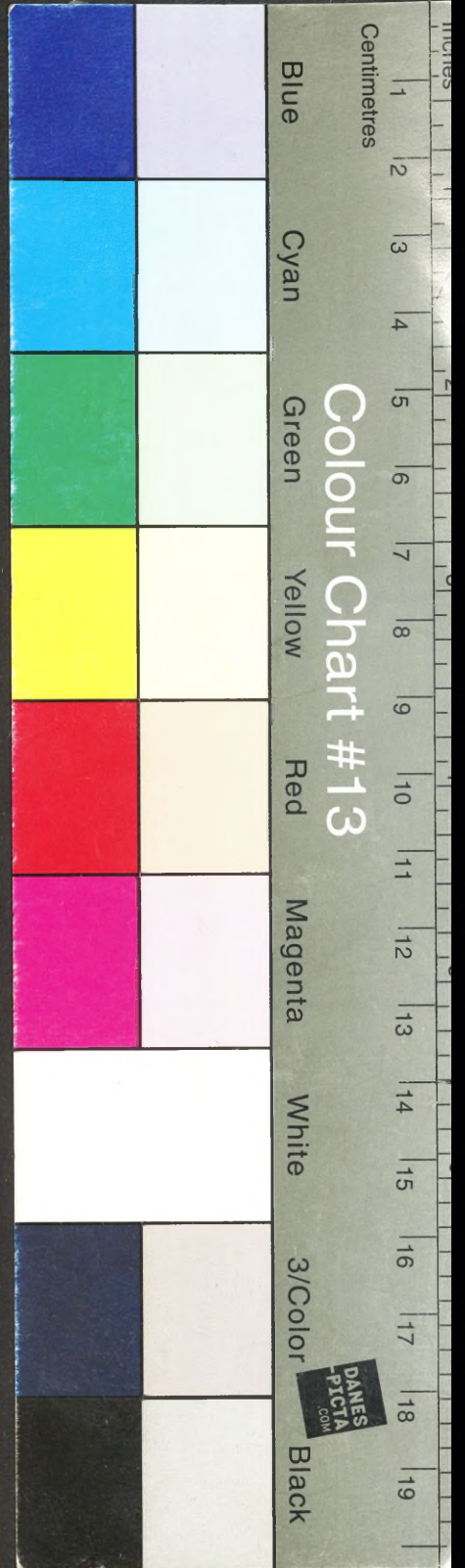
ppłk dr Eugeniusz GRYSIEWICZ

**Temat: ZASADY OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI  
PRZECHWYCENIA**

(Skrypt)




**28859**



**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. generała broni K. Świerczewskiego

---

ODDZIAŁ WOJSK OPL I LOTNICTWA  
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

  
Egz. Nr 1

**ARCHIWUM**  
**BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ**  
**AKADEMII SZTABU GENERALNEGO**  
im. gen. broni K. Świerczewskiego  
**28859**

ppłk dr Eugeniusz GRYSIEWICZ

**Temat: ZASADY OKREŚLANIA MOŻLIWOŚCI**  
**PRZECHWYCENIA**

(Skrypt)



**28859**

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
im. generała broni Karola Swierczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA  
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

"ZATWIERDZAM"  
SZEF KATEDRY  
PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

egz.nr... 1

ppłk dr Roman DWORAK  
Dnia 11.08.1964 r.

*Amelias. pnt 12557*

ARCHIWUM  
BIBLIOTEKI SZKOLENIOWEJ  
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO  
im. gen. broni K. Swierczewskiego  
Nr 128859

ppłk dr Eugeniusz GRYSIEWICZ

ZASADY OKRESLANIA MOŻLIWOŚCI PRZECHWYCENIA

/skrypt/



REMBERTOW

w r z e s i e ń

1964 r.

S P I S   T R E S C I

Str.

Wprowadzenie.

Rozdział I. Zasady określania możliwości  
przechwycenia z położenia dyżu-  
rowania na lotnisku.

Zasady ogólne.

Obliczanie rubieży wprowadzenia  
do walki przy pomocy linijek wyska-  
lowanych w minutowych odcinkach  
lotu.

Rubieże startu.

Rozdział II. Zasady określania możliwości przechwy-  
cenia z położenia dyżurowania w po-  
wietrzu.

Zasady ogólne.

Obliczanie maksymalnej rubieży wpo-  
wadzenia myśliwca dyżurującego w  
trefie do walki, zapewniającej po-  
wrót myśliwca na lotnisko lądowa-  
nia.

Z a k o ń c z e n i e .

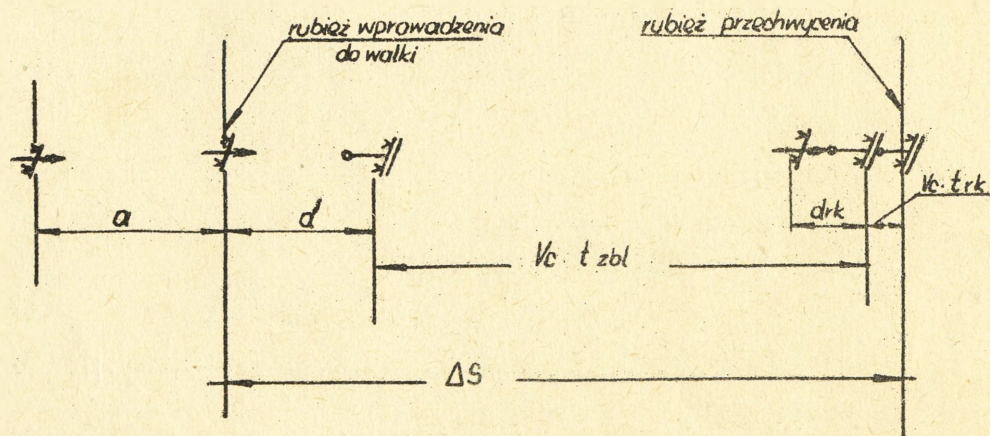
## W P R O W A D Z E N I E

Podstawowymi sposobami działań lotnictwa myśliwskiego osłony wojsk i obiektów, jak również obszaru kraju przed rozpoznaniem z powietrza i rażeniem przez środki napadu powietrznego /SNP/ jest przechwytywanie SNP z położenia dyżerowania na lotniskach lub w powietrzu.

Przechwycenie jest to zdarzenie, kiedy myśliwiec znajduje się w danym momencie w warunkach zezwalających na skuteczne użycie przez niego środków rażenia przeciwko środkowi napadu powietrznego. Linie zaś, na której znajduje się cel w momencie jego przechwycenia - nazywamy rubieżą przechwycenia. Rubież przechwycenia winna znajdować się w takiej odległości od osłanianych wojsk i obiektów, ażeby SNP znajdujące się na niej nie były w stanie rozpoznać lub razić tych obiektów.

Ażeby myśliwiec mógł przechwycić cel, musi on zostać uprzednio wprowadzony do walki, czyli wyprowadzony w potrzebną półsferę na potrzebną odległość względem celu i w taki punkt, z którego widzi on cel na ekranie samolotowego celownika lub wzrokowo i może rozpocząć samodzielne zbliżenie dla zaatakowania i zniszczenia celu.

Linie, na której znajduje się myśliwiec w momencie wprowadzenia go do walki, nazywamy rubieżą wprowadzenia do walki.



Rys.1. Rubież wprowadzenia do walki i rubież przechwycenia.

W momencie wprowadzenia myśliwca do walki, cel znajduje się przed nim w odległości samodzielnego zbliżenia "d", a w momencie przechwycenia w odległości otwarcia ognia z działek "do" lub odpalenia rakiet ~~rak~~.

W czasie samodzielnego zbliżenia myśliwiec musi zbliżyć się do celu o wielkość  $d - dr_k$ .

Na skutek wpływu czynników przypadkowych myśliwiec może zostać naprowadzony w stosunku do celu na odległość:  $d + a$ , gdzie:  $a$  - oznacza błąd naprowadzania.

Ponieważ rozpatrujemy przypadek najmniej pomyślny, dlatego w dalszych rozważaniach uwzględniamy wielkość  $d + a$ .

Z rysunku nr 1 wynika, że odległość od rubieży wprowadzenia do walki do rubieży przechwycenia /  $\Delta S$  / wynosi:

$$\Delta S = d + V_c / t_{zbl} + t_{rk}$$

ponieważ  $t_{zbl} = \frac{a + d - d_{rk}}{V_m - V_c}$ ; gdzie  $a$  - błąd naprowadzania, to

$$\begin{aligned} \Delta S &= d + V_c \left[ \frac{a + d - d_{rk}}{V_m - V_c} \right] + t_{rk} = \\ &= \frac{V_m - V_c}{V_m - V_c} d + a \frac{V_c}{V_m - V_c} + d \cdot \frac{V_c - V_c}{V_m - V_c} \frac{d_{rk}}{V_c} + V_c t_{rk} = \\ &= \frac{V_m d - V_c \cdot d + a \cdot V_c + d \cdot V_c - V_c d_{rk}}{V_m - V_c} + \\ &+ V_c t_{rk} = \frac{V_m d + a V_c - V_c d_{rk}}{V_m - V_c} + V_c t_{rk}; \end{aligned}$$

Po podzieleniu licznika i mianownika wyrażenia ułamkowego przez  $V_c$ , otrzymamy:

$$\Delta S = \frac{\frac{V_m d}{V_c} + a - \frac{d_{rk}}{V_c}}{\frac{V_m}{V_c} - 1} + V_c t_{rk} =$$

$$= \frac{m d + a - d_{rk}}{m - 1} + V_c t_{rk};$$

///

gdzie:  $m = \frac{V_m}{V_c}$ ;

Jeżeli licznik i mianownik podzielimy nie przez  $V_c$ , lecz przez  $V_m$ , to:

$$S = \frac{d + n/a - d_{rk}}{1 - n} + V_c t_{rk}$$

/1a/

gdzie:

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

Stosując wzór /1/ lub /a/ otrzymamy takie same wyniki. Tak więc położenie rubieży przechwycenia możemy obliczyć ze wzoru:

$$S_{poz} = S_w + \Delta S$$

gdzie:  $S_w$  - możliwa rubież wprowadzenia do walki.

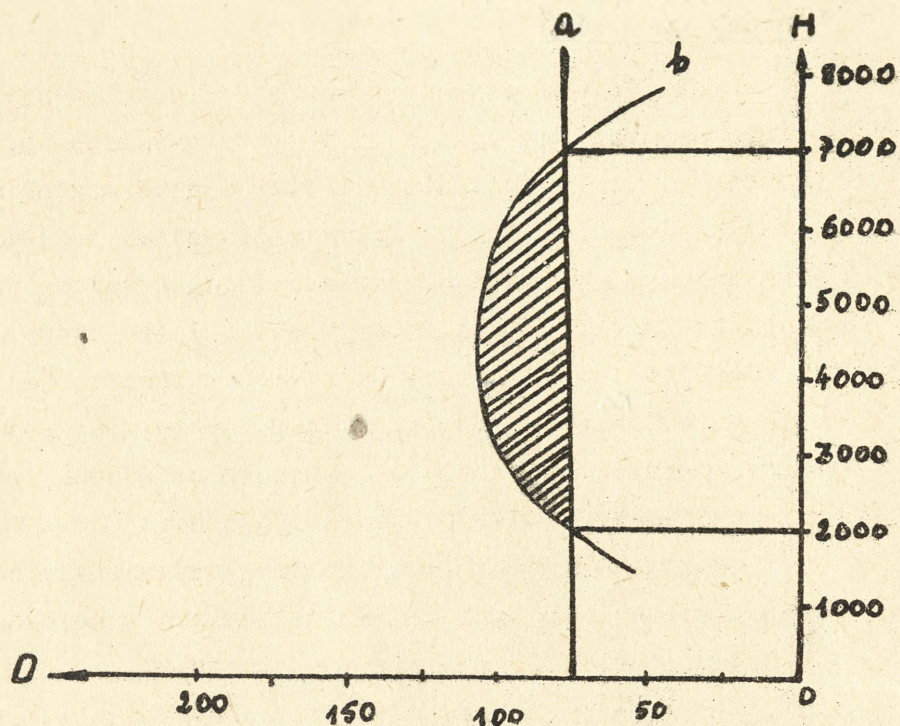
Celem określenia możliwości lotnictwa myśliwskiego w zakresie osłony w konkretnych warunkach należy określić potrzebne oraz możliwe do uzyskania rubieże przechwycenia i wprowadzenia do walki, a następnie porównać je i na tej podstawie ocenić możliwości osłony oraz określić sposoby działań osłaniających myśliwców.

W praktyce dla określenia możliwości osłony wystarczy obliczyć i porównać tylko potrzebną i możliwą rubież wprowadzenia myśliwców do walki.

Porównanie potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki z możliwą do uzyskania rubieżą wprowadzenia <sup>do walki</sup> z położenia dyżurowania na lotnisku pozwala wyciągnąć wnioski, które z SNP, w zależności od wysokości ich lotu, możemy przechwytywać z położenia dyżurowania na lotnisku, a które musimy zwalczać dyżurując w powietrzu. Zakres wysokości lotu SNP, umożliwiających ich przechwytywanie z położenia dyżurowania na lotnisku określa ta część możliwej rubieży wprowadzenia do walki, która znajduje się w stosunku do osłanianego obiektu na odległości równej, potrzebnej rubieży wprowadzenia lub większej od niej. Cele lecące poza tymi zakresami wysokości mogą być przechwyczone tylko z położenia dyżurowania w powietrzu.

Z sytuacji przedstawionej na rys.1a wynika, że cele lecące na wysokości od 2000 m do 7000 m jesteśmy

w stanie zwalczać z położenia dyżurowania na lotnisku,  
a wszystkie pozostałe cele - tylko z położenia dyżurowania  
w powietrzu.



*a - potrzebna rubież wprowadzenia do walki*  
*b - możliwa rubież wprowadzenia do walki*

Rys.1a. Porównanie potrzebnej i możliwej rubieży wprowadzenia do walki.

*f<sub>0</sub>*  
*rad*

Określenie możliwości przechwytywania SNP w położenia dyżurowania na lotnisku i w powietrzu należy do podstawowych zadań służby nawigatorskiej lotnictwa myśliwskiego.

Treść niniejszego skryptu stanowi określenie możliwych rubieży wprowadzenia do walki oraz określenie na tej podstawie możliwości przechwycenia SNP i wykonania zadania osłony.

ROZDZIAŁ I.

ZASADY OKRESLANIA MOŻLIWOSCI PRZECHWYCENIA Z POŁOŻENIA  
DYŻUROWANIA NA LOTNISKU

Zasady ogólne

Istota przechwytywania SNP z położenia dyżurowania na lotnisku polega na tym, że myśliwce dyżurują w gotowości nr 1 na lotnisku i startują na sygnał dopiero wtedy, kiedy cel został wykryty i została podjęta decyzja odnośnie przechwycenia i ewentualnie określone warunki lotu na przechwycenie. Ten sposób działań uważa się za najbardziej celowy i stosuje w zasadzie zawsze, jeśli zapewnienia on wykonanie zadania, z uwagi na to, że jest on bardzo ekonomiczny i umożliwia uzyskanie niezbędnych rezultatów przy minimalnym zużyciu sił i środków.

Sposób ten jednak charakteryzuje się długim czasem pasywnym, to jest czasem od momentu wykrycia lub przydzielenia celu, do rozpoczęcia startu.

W przypadku konieczności wykonania przez myśliwców przechytujących zbiórki, czas pasywny liczymy do momentu zakończenia zbiórki. Czas ten jest potrzebny na rozpoznanie celu, określenie warunków jego lotu, obieć informacji, określenie możliwości przechwycenia celu, powzięcie decyzji i przekazanie jej wykonawcom oraz start i ewentualną zbiórkę myśliwców.

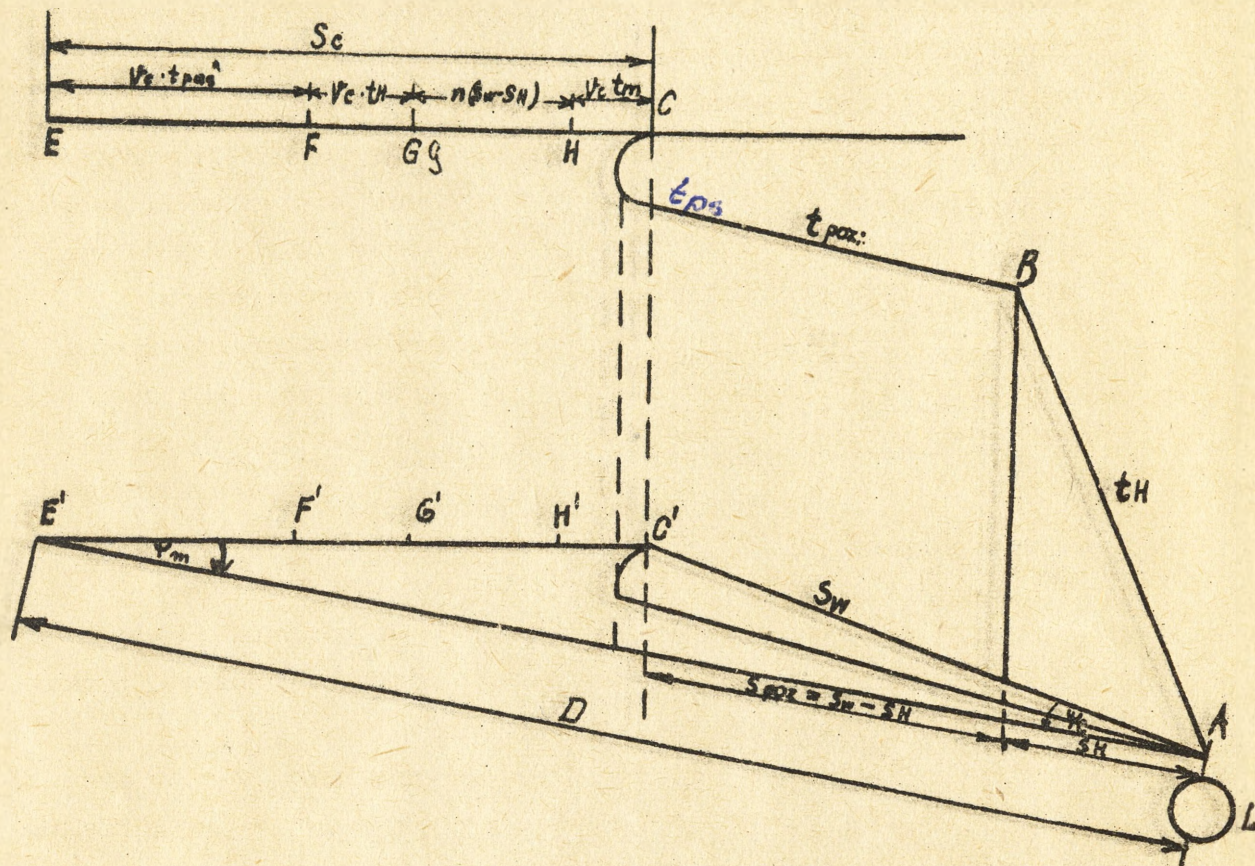
Ponadto przy locie celów na dużych wysokościach stosunkowo duży jest czas wznoszenia myśliwców na wysokość lotu celu.

Dla uzyskania lepszych możliwości przechwycenia, radiolokatory wykrywania wysuwa się jak najbliżej przedniego skraju, a więc na odległość 5-15 km od linii styczności z nieprzyjacielem. Ponieważ w warunkach OPL OK można wykorzystać dane wykrycia przez radiolokatory wojsk Frontu, dlatego możliwości stosowania przechwytywania z położenia dyżurowania na lotniskach są w LM OPK znacznie większe niż w LM osłony wojsk /LM frontowy/.

Dla określenia możliwości zwalczania środków napa-  
du powietrznego przez myśliwce dyżurujące na lotnisku,

to

należy obliczyć możliwą do uzyskania w takiej sytuacji rubież wprowadzenia do walki.



Rys.2. Obliczenie rubieży wprowadzenia do walki z położenia dyżurowania na lotnisku.

Założmy, że cel wykonujący lot po prostej i ze stałą prędkością został wykryty w punkcie E /rys.2/. Cel ten ma zostać przechwycony przez myśliwców dyżurujących na lotnisku L i mających rozpocząć lot na przechwycenie z punktu początku naprowadzania A.

Położenie celu względem PPN w momencie wykrycia określa odległość D i kąt kursowy celu  $\psi_c$ .

Przez czas pasywny cel przebędzie odległość  $V_c \cdot t_{pas}$  i znajdzie się w punkcie F. Za czas wejścia myśliwca na wysokość lotu celu, cel przebędzie następną odległość  $V_c \cdot t_H$  i znajdzie się w punkcie G i t.d. Rozwiązanie zadania naprowadzenia polega na tym, żeby znaleźć punkt spotkania myśliwca z celem i czas /moment/ tego spotkania oraz kurs lotu myśliwca tak w locie wznoszącym, jak również i w poziomym. Ponieważ elementy te należy określić jeszcze przed rozpoczęciem naprowadzania, na podstawie przyjętych do obliczeń warunków lotu celu i myśliwca, to wartość ich należy traktować jako przybliżone, które następnie udokładnia się w trakcie naprowadzania.

Zakładamy przy tym, że naprowadzanie w zależności od typu i uzbrojenia myśliwców przechwytyjących, jest realizowane metodą manewru względnie metodą równoległego zbliżenia. Zakładamy również, że przy naprowadzaniu na kursach zbliżonych do przeciwnych również i naprowadzanie metodą prostego zbliżenia lub metodą trzypunktową będzie do nich zbliżone.

Szukamy odległości wprowadzenia myśliwca do walki  $/S_w/$  od PPN do punktu spotkania  $/C/$ , które określa położenie punktu spotkania  $/C/$  na linii drogi celu.

Przyjmijmy, że odległość drogi poziomego lotu myśliwca do punktu początku skrzyżowania  $/PPS/$  równa się w przybliżeniu  $S_w - S_H$ . Droga celu od punktu wykrycia do punktu spotkania wynosi:

$$S_c = EC = V_c / t_{pas} + t_H + t_m / + n / S_w - S_H /,$$

a przy założeniu, że:

$$t_{pas} + t_H = t_{\Sigma} ,$$

$$S_c = V_c \cdot / t_{\Sigma} + t_m / + n / S_w - S_H /$$

gdzie:  $t_H$  - czas wznoszenia myśliwca od rozpoczęcia startu /zakończenia zbiórki/ do wysokości, na której rozpoczyna on manewr dla wyjścia w tylną półsferę celu;

$t_m$  - czas manewru myśliwca dla wyjścia w tylną półsferę celu;

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

$S_H$  - rzut na płaszczyznę poziomą drogi wznoszenia myśliwca;

$n / S_w - S_H /$  - odległość jaką przebędzie cel w czasie poziomego lotu myśliwca od punktu zakończenia wznoszenia do punktu początku manewru.

Po zrzutowaniu trasy lotu celu i myśliwca na płaszczyznę poziomą otrzymamy trójkąt przechwycenia  $A E^1 C^1$ , z którego z twierdzenia cosinusów:  $A^2 = b^2 + c^2 - 2 bc \cos \psi_m$  otrzymamy, że:

$$S_w^2 = D^2 + S_c^2 - 2 D S_c \cos \psi_m,$$

albo po podstawieniu wzoru na  $S_c$

$$S_w^2 = D^2 + \left[ v_c / t_z + t_m / + n / S_w - S_H / \right]^2 - 2 D \left[ v_c / t_z + t_m / + n / S_w - S_H / \right] \cos \psi_m; \quad /2/$$

Po dokonaniu we wzorze /2/ szeregu przekształceń, /podniesienie do kwadratu, redukcja wyrazów podobnych itp/ otrzymamy równanie kwadratowe szukanej wartości  $S_w$ , którego rozwiązanie będzie następujące:

$$S_w = \frac{n \left[ n D \cos \psi_m - v_c / t_z + t_m / + n S_H \right] \pm \sqrt{n^2 \left[ D \cos \psi_m - v_c / t_z + t_m / + n S_H \right]^2 + \left( D^2 + \left[ v_c / t_z + t_m / - n S_H \right]^2 - 2 D \cos \psi_m \left[ v_c / t_z + t_m / - n S_H \right] \right)}}{1 - n^2}; \quad /3/$$

W praktyce największe znaczenie ma rozwiązanie równania /3/ dla takiego przypadku, kiedy kierunek lotu celu przechodzi przez punkt początku naprowadzenia /lotnisko startu myśliwców/ lub w ich pobliżu to jest kiedy  $\psi_m = 0$ . Chodzi mianowicie o to, że najlepsze możliwości przechwycenia celu /przy wszystkich innych czynnikach jednakowych/ posiadają te myśliwce, których lotnisko bazowania leży na trasie lotu celu. Ten fakt należy uwzględnić podczas stawiania

myśliwcom zadań na przechwycenie. Podstawiając do równania/3/

$\psi_m = 0$ , otrzymamy dwa pierwiastki równania /2/.

$$S_w = \frac{D - V_c / t_z + t_m / + n S_H}{1 + n}$$

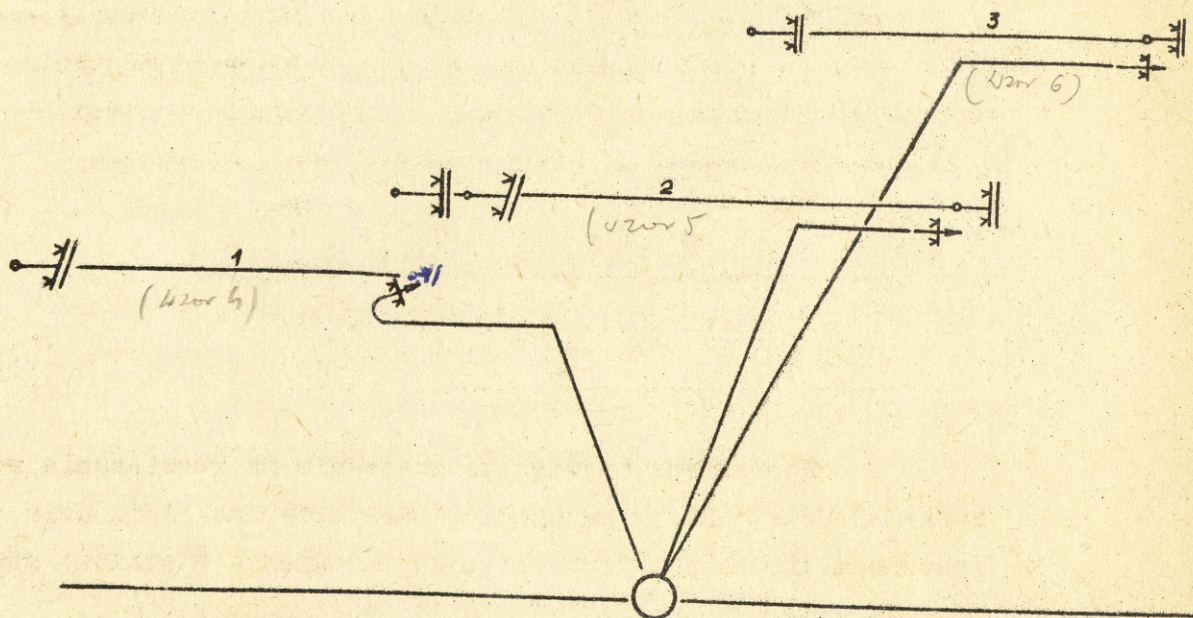
$$S_w = - \frac{D - V_c t_z + n S_H}{1 - n}$$

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:

$$S_w = \frac{D - V_c / t_z + t_m / + n S_H + d}{1 + n}; \quad \checkmark \quad /4/$$

oraz

$$S_w = - \frac{D - V_c t_z + n S_H + d}{1 - n}; \quad \checkmark \quad /5/$$



Rys. 3.

Wzór /4/ odnosi się do takiej sytuacji, kiedy myśliwce lecą na spotkanie celu, na kursach przeciwnych /przypadek 1, rys.3/.

Natomiast wzór /5/ 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.3/. Przechwycenie odbywa się na dopędzaniu. Dlatego we wzorze /5/ przyjęto  $t_m = 0$ .

Jeśli cel w momencie wykrycia /lub przydzielenia/ znajduje się już za lotniskiem /przypadek 3, rys.3/, to przechwycenie odbywa się również na dopędzaniu / $\psi_m = 180^\circ$ /. Podstawiając do równania /3/ wartość  $\psi_m = 180^\circ$  otrzymamy tylko jeden pierwiastek spełniający warunki zadania, a mianowicie:

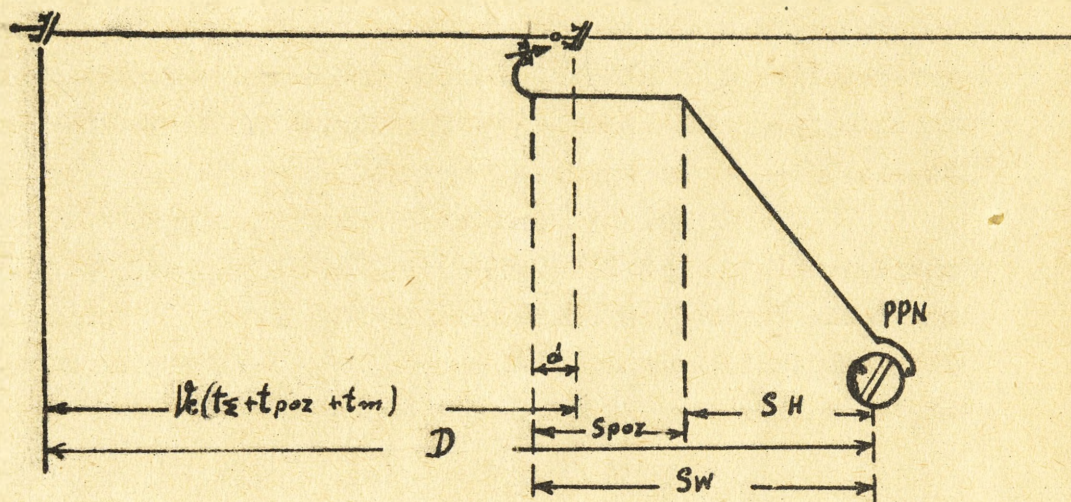
$$S_w = \frac{D + V_c t_z - n S_H}{1 - n};$$

Po uwzględnieniu zaś odległości "d" otrzymamy następujący wzór:

$$S_w = \frac{D + V_c t_z - n S_H - d}{1 - n}; \quad /6/ \checkmark$$

Każdy ze wzorów /4/, /5/ i /6/ można również wyprowadzić z rysunków przedstawiających odpowiadające im położenie wyjściowe celu i myśliwca oraz ich położenie w momencie wprowadzenia do walki, a mianowicie:

Wyprowadzenie wzoru /4/



Rys.4. Wprowadzenie do walki na kursach przeciwnych.

Z rysunku /4/ wynika, że:

$$S_w = D - V_c / t_z + t_m / - V_c + d; \quad /P/$$

Nieznana wielkością /prócz  $S_w$ / jest  $t_{poz}$ , które trzeba zastąpić wielkościami znanymi. Z rysunku 4. wynika, że:

$$t_{poz} = \frac{S_{poz}}{V_m} = \frac{S_w - S_H}{V_m},$$

Po podstawieniu do równania /P/ otrzymamy:

$$S_w = D - V_c / t_z + t_m / - V_c - \frac{S_w - S_H}{V_m} + d;$$

Uwzględniając, że  $\frac{V_c}{V_m} = n$ , możemy napisać, że:

$$S_w = D - V_c / t_z + t_m / - n S_w + n S_H + d;$$

czyli:

$$S_w + n S_w = D - V_c / t_z + t_m / + n S_H + d;$$

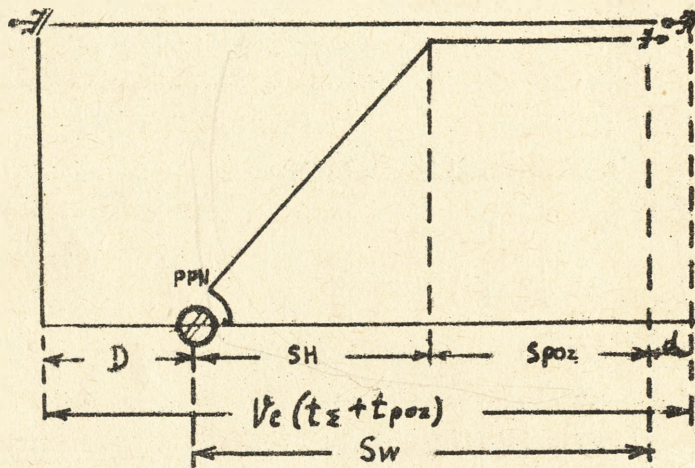
a stąd:

$$S_w / 1 + n = D - v_c / t_z + t_m / + n S_H + d;$$

i ostatecznie:

$$S_w = \left[ \frac{D - v_c / t_z + t_m / + n S_H + d}{1 + n} \right] \quad \times$$

Wyprowadzenie wzoru /5/.



Rys.5. Wprowadzenie do walki na dopędzeniu przy wykryciu celu przed lotniskiem.

Z rysunku 5. widać, że:

$$S_w = v_c / t_z + t_{poz} / - D - d;$$

oraz, że:

$$t_{poz} = \frac{S_{poz}}{v_m} = \frac{S_w - S_H}{v_m};$$

W związku z tym

$$S_w = v_c t_z + \frac{v_c}{v_m} / S_w - S_H / - D - d;$$

a ponieważ  $\frac{v_c}{v_m} = n$

to:

$$S_w = v_c t_z + n / S_w - S_H / - D - d;$$

stad

stąd:

$$S_w - n S_w = V_c t_{\Sigma} - n S_H - D - d;$$

Po wyciągnięciu  $S_w$  przed nawias otrzymany:

$$S_w / 1 - n/ = V_c t_{\Sigma} - n S_H - D - d;$$

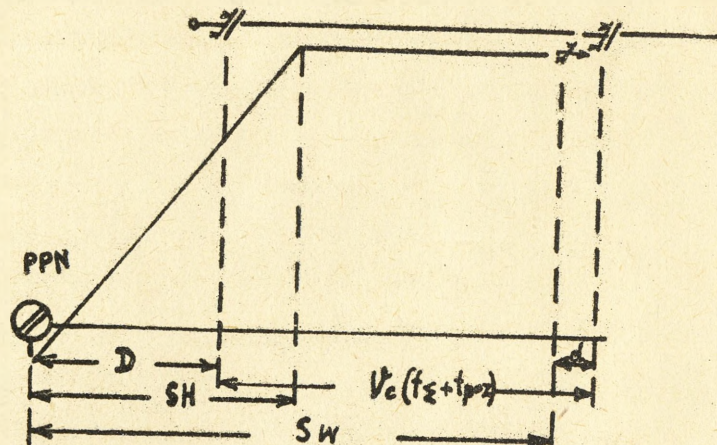
czyli:

$$S_w = \frac{V_c t_{\Sigma} - n S_H - D - d}{1 - n};$$

albo inaczej:

$$S_w = \frac{(D - V_c t_{\Sigma}) + (n S_H + d)}{1 - n}.$$

Wyprowadzenie wzoru /6/



Rys.6. Wprowadzenie do walki na dopędzaniu przy wykryciu celu za lotniskiem.

Z rysunku 6. wynika, że:

$$S_w = D + V_c / t_{\Sigma} + t_{poz} - d;$$

oraz, że:

$$t_{poz} = \frac{S_w - S_H}{V_m};$$

czyli:

$$S_w = D + V_c \cdot t_{\Sigma} + \frac{V_c}{V_m} / S_w - S_H / - d;$$

albo, że:

$$S_w = D + V_c \cdot t_{\Sigma} + n S_w - n S_H - d;$$

czyli:

$$S_w - n S_w = D + V_c t_{\Sigma} - n S_H - d;$$

Po wyniesieniu  $S_w$  przed nawias otrzymamy:

$$S_w / 1 - n / = D + V_c t_{\Sigma} - n S_H - d;$$

a więc:

$$S_w = \frac{D + V_c t_{\Sigma} - n S_H - d}{1 - n}.$$

W dotychczasowych rozważaniach rozpatrywaliśmy takie przypadki, w których myśliwiec, po wejściu na wysokość rozpoczęcia manewru lub na wysokość przechwycenia, leci jeszcze przez pewien czas poziomo do punktu początku manewru lub punktu wprowadzenia do walki. Wiemy jednak, że samolot nie może wznosić się pionowo i myśliwiec lecący ze stałym kursem przebędzie do momentu wejścia na wysokość rozpoczęcia manewru - określoną odległość nachyloną, której rzut na płaszczyznę poziomą oznaczamy przez  $S_H$ .

Ponieważ myśliwce mogą wznosić się od punktu początku naprowadzania /lotniska startu/ we wszystkich kierunkach, to możliwe tory ich wznoszenia utworzą powierzchnię podobną do odwróconego stożka, rozchylającego się przy podstawie, którego wierzchołkiem będzie PPN /lotnisko/, a podstawą koło o promieniu zwiększającym się ze wzrostem wysokości i równym  $S_H$ , odpowiadającej danej wysokości. Otóż odcinek poziomego lotu myśliwców będzie występował wtedy, kiedy w momencie zakończenia przez nich wznoszenia, cel będzie znajdował się albo jeszcze przed stożkiem /na odległości większej aniżeli  $V_c \cdot t_{\Sigma}$ , /przypadek 1, rys.7/, albo też już za stożkiem /przypadek 2, rys. 7/. Tak więc wzory /3/, /4/ i /5/ są słuszne w warunkach kiedy  $D - V_c t_{\Sigma} / > S_H$ , przy czym wzór /4/ odnosi się do sytuacji, w której ponadto

$$D - V_c t_{\Sigma} < 0.$$

Jeżeli założymy jednak, że:

$$\left| D - v_c / t_w + t_m / \right| < S_H; \quad /6a/$$

to w momencie zakończenia przez myśliwca wznoszenia - cel będzie znajdował się w granicach stożka wznoszenia /przypadek 3, rys.7/. Wówczas w sytuacji, kiedy jednocześnie

$$D - v_c / t_w + t_m / > 0$$

odległość rubieży wprowadzenia do walki obliczamy według wzoru:

$$S_w = D - v_c t_w + d; \quad /7/$$

Jeżeli zaś przy

$$\left| D - v_c / t_w + t_m / \right| < S_H$$

będzie spełniona nierówność:

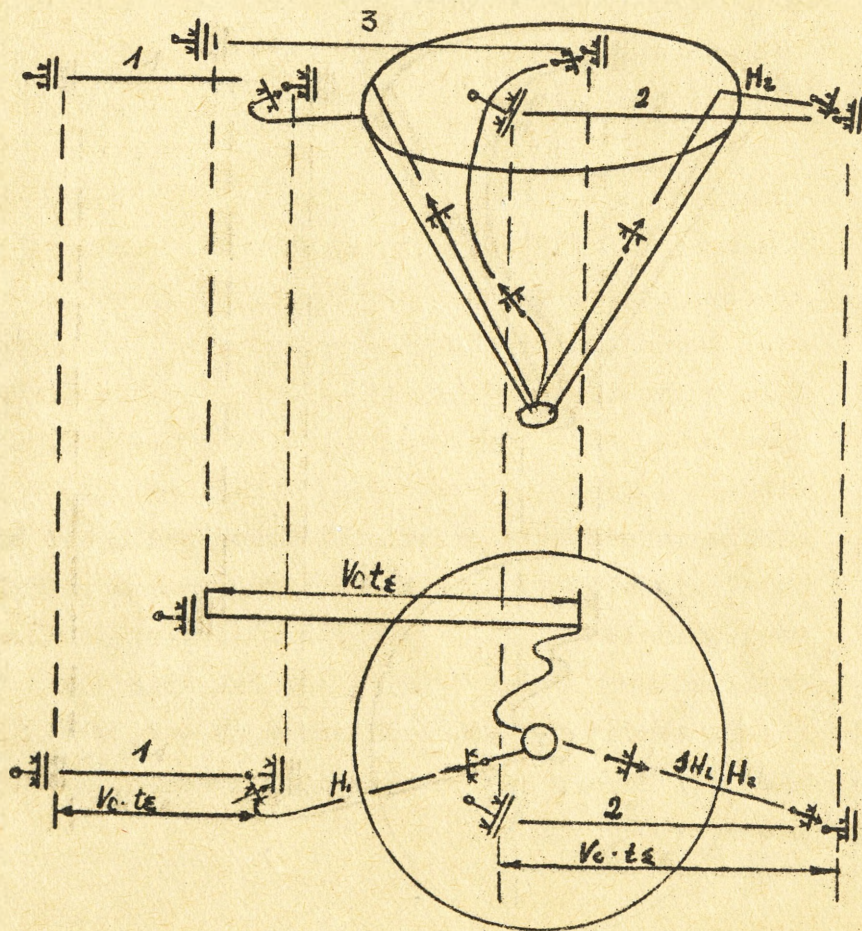
$$D - v_c / t_w + t_m / < 0 \leftarrow \text{nie wykonalne}$$

wówczas przy  $D > 0$

$$S_w = D - v_c t_w + d; \quad /7a/$$

a przy  $D < 0$

$$S_w = D + v_c t_w - d. \quad /8/$$



Rys.7.

W przypadkach, do których odnoszą się wzory /7/, /7a/ i /8/ myśliwiec nie może wznosić się ze stałym kursem /po linii prostej/, bo wtedy w końcowym momencie wznoszenia znalazłby się w przypadku /7/ za celem, a w przypadkach /7a/ i /8/ przed celem, co zmusiłoby myśliwca do dodatkowych manewrów i przesunęłoby rubież wprowadzenia do walki w głąb osłanianego rejonu.

Myśliwiec winien wznosić się po trasie łamanej tak, aby pozioma odległość punktu naboru wysokości od PPN była równa  $S_w$  obliczonemu ze wzorów /7/, /7a/ i /8/.

Najczęściej myśliwiec nabiera część wysokości na kręgu, nad lotniskiem lub nad punktem początku naprowadzenia, a następnie przechodzi do wznoszenia po linii prostej.

Wysokość, którą należy nabrać nad PPN, jest to taka wysokość, od której droga wznoszenia myśliwca do wysokości punktu początku manewru jest równa wartości rubieży wprowadzenia do walki  $S_w$ . Wartość tej wysokości odczytujemy z wykresu lub tabeli wznoszenia myśliwca.

A oto zestawienie omawianych wyżej wzorów na obliczenie rubieży wprowadzenia do walki z położenia dyżurowania na lotnisku:

Op.	Jeżeli	to przy	i jedno- cześnie	Rubież wprowadzenia do walki obli- czamy według wzoru
I	$D - V_c / t_z + t_m / > 0$ <i>(długość)</i>	$D - V_c / t_z + t_m / > S_H$	-	$D - V_c / t_z + t_m / + n S_H + d$
II	$D - V_c / t_z + t_m / < 0$ <i>D odd. s.t. do lotn.</i> <i>t<sub>z</sub> - od wypięcia do osi bocznej + do lotn. przolegu.</i>	$D - V_c / t_z + t_m / < S_H$ <i>cd. wew. stajnia naborn. Hmrgel</i> <i>Trzeba nabierać po drodze samoloty</i>	-	$D - V_c t_z + d$
III	$D - V_c / t_z + t_m / = 0$	$D - V_c / t_z + t_m / = S_H$	-	$S_H$
III	$D - V_c / t_z + t_m / < 0$	$D - V_c / t_z + t_m / > S_H$	$D > 0$	$D - V_c t_z + n S_H + d$
IV	$D - V_c / t_z + t_m / < 0$	$D - V_c / t_z + t_m / \leq S_H$	$D \leq 0$	$D - V_c t_z + n S_H + d$

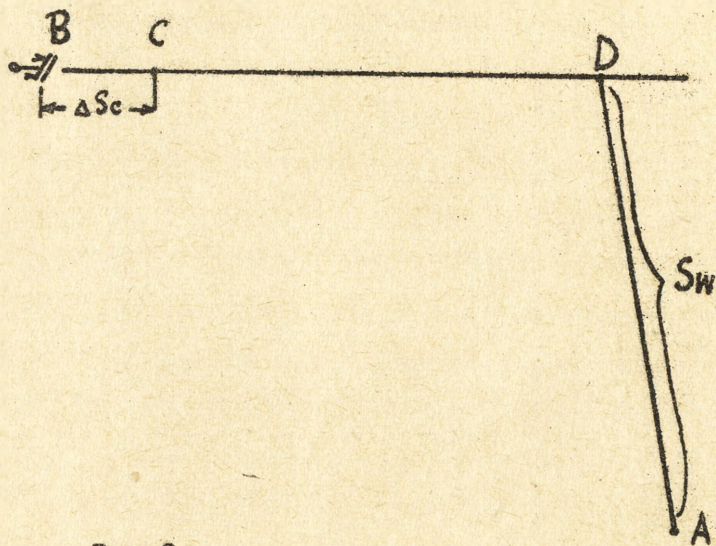
$D=0$  odpada  
 $D < 0$  to D zwróci +

Obliczanie rubieży wprowadzenia do walki przy pomocy linijek  
wyskalowanych w minutowych odcinkach lotu

Obliczanie możliwej rubieży wprowadzenia do walki przy pomocy wzorów wykonuje się najczęściej w okresie przygotowawczym do działań, dla porównania potrzebnych i możliwych do uzyskania rubieży prowadzenia do walki; ażeby na tej podstawie wyciągnąć wnioski, które środki napadu powietrznego można przechwytywać z położenia dyżurowania na lotniskach, a które należy zwaloczać z położenia dyżurowania w powietrzu.

Natomiast podczas działań bojowych przy naprowadzaniu myśliwca nawigator naprowadzenia znajduje punkt spotkania myśliwca i celu przy pomocy linijek wyskalowanych w minutowych odcinkach lotu, jeżeli naprowadzanie odbywa się metodą równoległego zbliżenia, a przy naprowadzaniu metodą manewru ponadto przy pomocy cyrkla przechwycania.

Określanie punktu spotkania opiera się na następującym rozumowaniu:



Rys.8.

Założmy, że mamy punkt spotkania D /rys.8/ oraz, że w momencie, kiedy myśliwiec rozpoczął lot od punktu początku naprowadzenia /lotniska/ do punktu D, cel znajdował się w punkcie B i leciał również do punktu D. Założmy dalej, że myśliwiec przez cały czas leci z pewną prędkością lotu poziomego  $V_m$ . Czas lotu myśliwca do punktu spotkania wyniesie:

$$t_{\text{myśl}} = \frac{S_H}{V_m} + t_{\text{poz}} + t_m;$$

Natomiast czas lotu celu do tego samego punktu będzie równy

$$t_c = t_{pas} + t_H + t_{poz} + t_m = t_{\leq} + t_{poz} + t_m;$$

Widzimy, że  $t_c > t_{myśl}$ , czyli, że cel przybędzie do punktu spotkania później aniżeli myśliwiec. Jednoczesne z myśliwcem przybycie 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 taki 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:

$$\begin{aligned} \Delta S_c &= v_c / t_c - t_{myśl} / = v_c \left[ t_{\leq} + t_{poz} + t_m - \left( \frac{S_H}{v_m} + t_{poz} + t_m \right) \right] = \\ &= v_c / t_{\leq} - \frac{S_H}{v_c} / = v_c t_{\leq} - \frac{v}{v_m} S_H = v_c t_{\leq} - n S_H; \end{aligned}$$

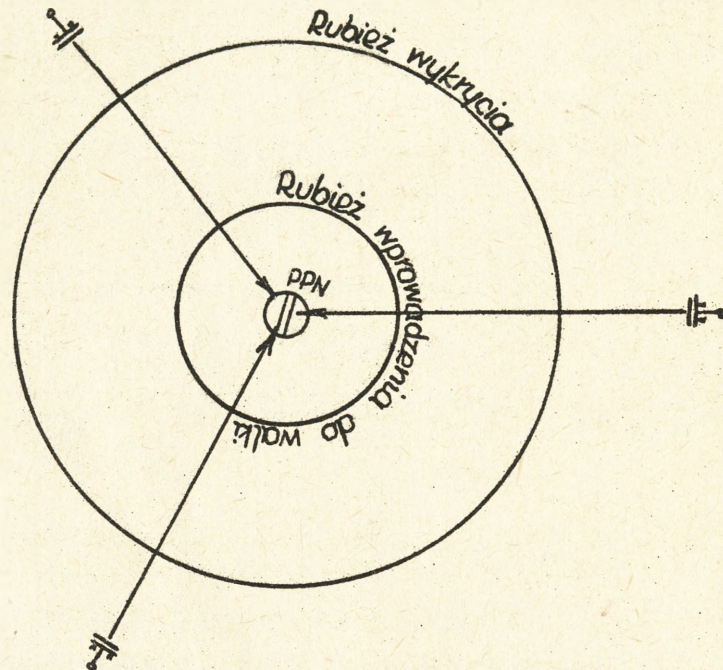
Tak więc przy obliczaniu punktu spotkania przy pomocy linijek wyskalowanych w proporcjonalnych /minutowych/ odcinkach lotu należy linijkę prędkości celu przyłożyć zerem nie w punkcie obliczonego miejsca znajdowania się celu, lecz w punkcie wysuniętym o odcinek  $\Delta S_c = v_c t_{\leq} - n S_H$  w kierunku lotu celu.

Linijkę zaś prędkości myśliwca należy przyłożyć zerem w początkowym punkcie naprowadzenia i obracając nią jak cyrklem ustawić tak, aby w punkcie przecięcia obu linijek była na każdej z nich jednakowa wartość czasu. A więc rozwiązujemy zadanie tak, jak gdyby myśliwiec i cel znajdowały się na tej samej wysokości.

#### Kształt rubieży wprowadzenia do walki

Rubież wprowadzenia do walki wykreśla się na mapie lub planszecie jako linię określonego kształtu. Najbardziej charakterystyczny i najczęściej spotykany kształt rubieży wprowadzenia do walki to okrąg, okrąg spotkań, hiperbola i linia prosta.

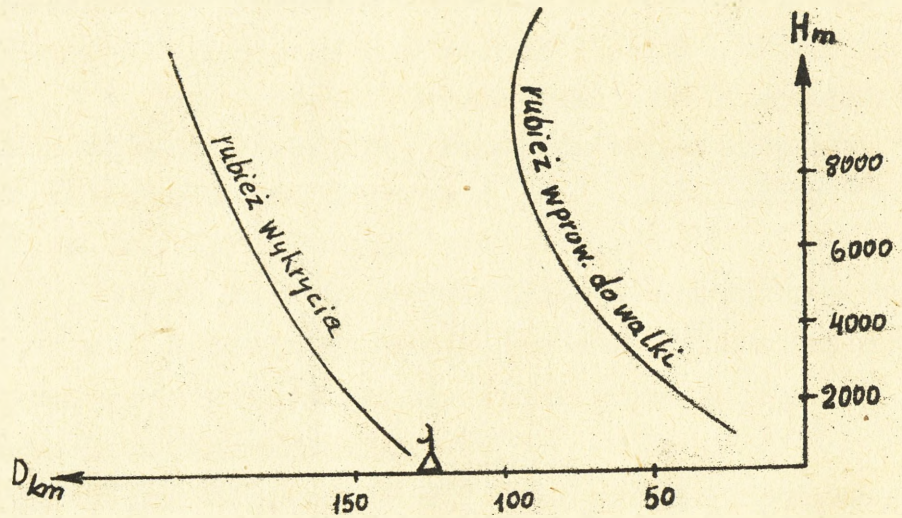
Rubież wprowadzenia do walki na kształt okręgu wówczas, kiedy środki wykrycia umożliwiają wykrycie środków napadu powietrznego /lejących na danej wysokości/ we wszystkich kierunkach od lotniska lub PPN na jednakowej odległości, a wszystkie kierunki lotu SNP przechodzą przez to lotnisko lub PPN. Wówczas rubież wykrycia i rubież wprowadzenia do walki będą kołami współśrodkowymi, których środek leży na lotnisku.



Rys.9. Rubież wykrycia i rubież wprowadzenia do walki w kształcie okręgu.

Ponieważ wielkość rubieży wprowadzenia do walki będzie zmieniała się ze zmianą wysokości lotu celów i dla przedstawienia możliwości wprowadzenia do walki w pewnym zakresie wysokości należałoby wykreślić na mapie szereg okręgów kół, co jest niewygodne i mało przejrzyste, dlatego najczęściej sporządza się wykres wartości rubieży wprowadzenia do walki na różnych wysokościach /rys.10/.

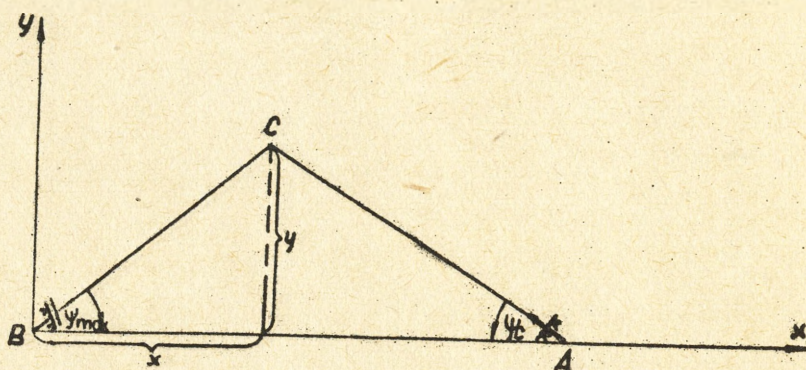
Rubież wprowadzenia do walki jest okręgiem spotkań w takiej sytuacji, kiedy naprowadzamy myśliwców na środki napadu powietrznego startujące ze znanego nam /np. z danych rozpoznania/ lotniska i lecące w dowolnym kierunku, przy czym start myśliwców następuje po otrzymaniu danych o odejściu celu od jego lotniska.



Rys.10. Wykres wartości rubieży wprowadzenia do walki w zależności od wysokości lotu celu.

Powyższy kształt rubieży wprowadzenia do walki można udowodnić oraz obliczyć jej wartość drogą następującego rozumowania:

Założmy, że w momencie odejścia celu z punktu B /rys.11/ w kierunku BC myśliwiec, znajdujący się na tej samej wysokości co cel rozpoczyna lot z punktu A i jest naprowadzany na cel metodą równoległego zbliżenia.



Rys.11.

Obierzmy system współrzędnych prostokątnych, którego początek znajduje się w punkcie B.

Z trójkąta ABC na podstawie twierdzenia cosinusów mamy, że

$$AC^2 = D^2 + BC^2 - 2 D \cdot BC \cos \psi_m, \quad /9/$$

gdzie  $D = AB$  - początkowa odległość między myśliwcem i celem;

ale  $BC^2 = X^2 + Y^2$ ;

gdzie  $X$  i  $Y$  - współrzędne punktu C;

zaś  $BC \cos \psi_m = X$ ;

$$\text{a } AC = n BC = n \sqrt{X^2 + Y^2},$$

ponieważ droga celu równa się drodze myśliwca pomnożonej przez

$$\frac{v_m}{v_c} = n;$$

Wobec tego z równania /9/ otrzymamy:

$$n^2 / X^2 + Y^2 / = D^2 + X^2 + Y^2 - 2 DX;$$

albo

$$x^2 / m^2 - 1/ + 2 D x + y^2 / m^2 - 1/ = D^2.$$

Dzieląc obie strony równania przez  $m^2 - 1$  i dodając do każdej z nich wartość

$$\frac{D^2}{m^2 - 1/2}$$

otrzymamy:

$$x^2 + \frac{2D}{m^2 - 1} x + \frac{D^2}{m^2 - 1/2} + y^2 = \frac{D^2}{m^2 - 1} + \frac{D^2}{m^2 - 1/2};$$

czyli

$$\left(x + \frac{D}{m^2 - 1}\right)^2 + y^2 = \left(\frac{m D}{m^2 - 1}\right)^2;$$

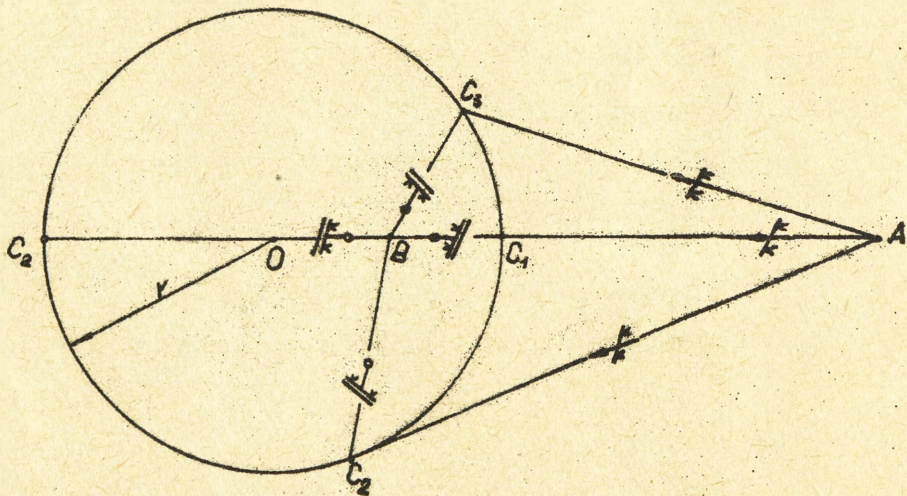
Otrzymaliśmy równanie okręgu, którego środek leży na przedłużeniu linii AB w punkcie o współrzędnych

$$x_0 = - \frac{D}{m^2 - 1}; \quad y_0 = 0;$$

i o promieniu

$$r = \frac{m D}{m^2 - 1}; \quad /10/$$

Przy dowolnym kierunku celu z punktu B spotkanie myśliwca z celem możliwe jest w punktach leżących na okręgu spotkań  $C_1, C_2, C_3$  /rys.12/.



Rys.12. Punkty spotkania myśliwca i celu leżące na okręgu spotkań.

Przekształcając wzór /10/ otrzymamy

$$r = \frac{D}{2} \sqrt{\frac{2m+1-1}{m^2-1}} + D - D/,$$

czyli

$$r = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{mD}{m-1} - \frac{mD}{m+1}}; \quad /11/$$

Ze wzoru /11/ wynika, że promień okręgu spotkań jest równy połowie różnicy między odległością, którą przebyłby myśliwiec dopędzający cel na kursach zgodnych a odległością spotkania się tegoż myśliwca z celem na kursach przeciwnych.

A więc

$$r = \frac{1}{2} \sqrt{S_{w \text{ dop}} - S_{w \text{ spotk}}}; \quad /12/$$

gdzie

$$S_{w \text{ dop}} = \frac{mD}{m-1};$$

$$S_{w \text{ spotk}} = \frac{mD}{m+1};$$

Z pewnym przybliżeniem można przyjąć, że przy starcie myśliwca na przechwycenie tegoż celu z położenia dyżurowania na lotnisku i naprowadzania go metodą manewru możliwa rubież wprowadzenia do walki będzie również okręgiem spotkań, którego promień obliczamy ze wzoru /12/. Wartość  $S_{w \text{ dop}}$  i  $S_{w \text{ spotk}}$  należy obliczać według odpowiedniego wzoru /5/ lub /6/ i /4/.

Obliczenia dla realnych warunków przechwycenia z położenia dyżurowania na lotnisku wykazują, że wielkości promieni okręgów spotkań są stosunkowo duże.

Na przykład:

Obliczyć promień rubieży wprowadzenia do walki przy przechwytywaniu środków napadu powietrznego startujących ze znanego lotniska, mając dane:

$$\begin{aligned} D &= 250 \text{ km} \\ V_c &= 900 \text{ km/h} \\ V_m &= 1200 \text{ km/h} \\ S_H &= 70 \text{ km} \\ t_{\Sigma} &= 8 \text{ min.} \\ t_m &= 2 \text{ min} \\ d &= 4 \text{ km.} \end{aligned}$$

$$S_{w \text{ dop}} = \frac{D + V_c t_{\Sigma} - n S_H - d}{1 - n}$$

$$= \frac{250 + \frac{900}{60} \cdot 8 - 0,75 \cdot 70 - 4}{1 - 0,75}$$

$$= \frac{250 + 120 - 52,5 - 4}{0,25} = 313 \cdot 4 = 1252 \text{ km}$$

$$S_{w \text{ spotk}} = \frac{D - V_c / t_{\Sigma} + t_m / + n S_H + d}{1 + n}$$

$$= \frac{250 - \frac{900}{60} / 8 + 2 / + 0,75 \cdot 70 + 4}{1 + 0,75}$$

$$= \frac{250 - 150 + 52,5 + 4}{1,75} = \frac{157}{1,75} = 89,7 \text{ km};$$

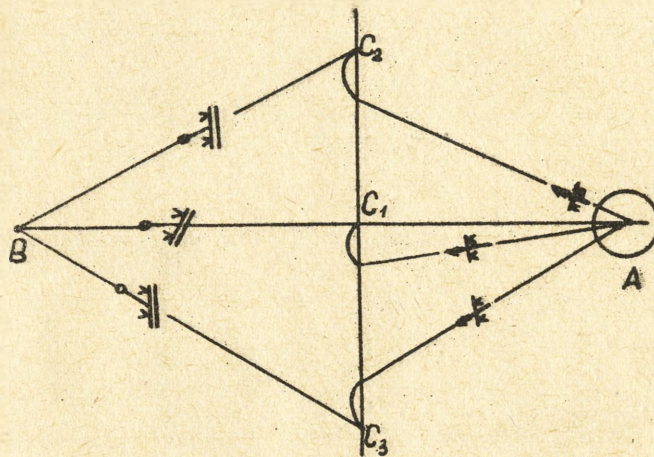
Według wzoru /12/

$$r = \frac{1}{2} / S_{w \text{ dop}} - S_{w \text{ spotk}} / = \frac{1}{2} / 1252 - 90 / = \frac{1}{2} \cdot 1162 =$$

$$= 581 \text{ km.}$$

W takich przypadkach, kiedy promień rubieży wprowadzenia do walki jest duży, a trzeba wykreślić odcinek rubieży o stosunkowo niewielkiej /50-200 km/ długości, można ten odcinek bez większych błędów przyjąć za linię prostą /za odcinek stycznej/. Wówczas należy tylko obliczyć punkt spotkania przy locie celu w kierunku na lotnisko ryśliwców i poprowadzić przez ten punkt odcinek prostopadły do linii łączącej wyjściowe położenie celu i lotnisko. Ta prostopadła będzie odcinkiem rubieży wprowadzenia do walki.

Taki przypadek jest przedstawiony na rysunku nr 12a.

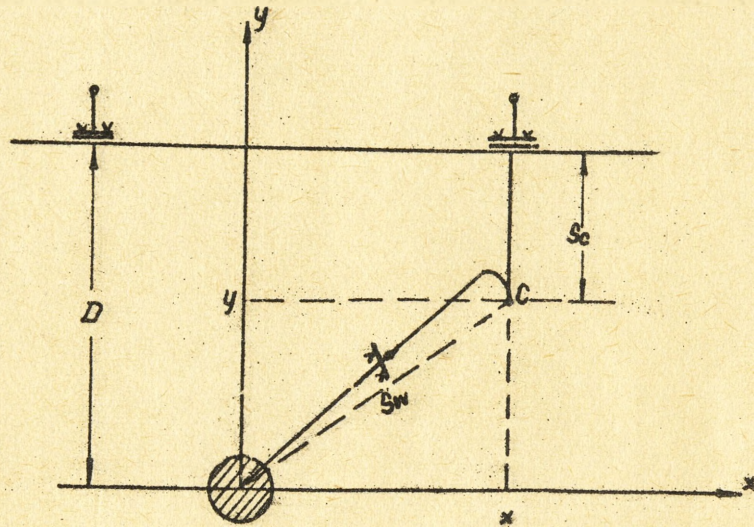


Rys.12.a.

Rubież wprowadzenia do walki posiada kształt hiperboli w przypadku, kiedy rozpatrujemy możliwości przechwycenia środków napadu powietrznego lecących po trasach równoległych w pewnym pasie, w którym znajduje się lotnisko bazowania myśliwców przechwytyjących i kiedy rubież wykrycia jest prostopadła do kierunku lotu celów.

A oto uzasadnienie:

Dla wyprowadzenia równania możliwej rubieży wprowadzenia do walki, jako miejsca geometrycznego punktów spotkań C /X, Y/ obieramy układ współrzędnych prostokątnych, którego początek pokrywa się z lotniskiem myśliwców, a oś Y posiada kierunek przeciwny do kierunku lotu celu /rys.13/.



Rys.13.

Droga celu do punktu spotkania C, przy naprowadzaniu metodą równoległego zbliżenia wynosi:

$$S_c = V_c t_z + n / S_w - S_H / ; \quad /13/$$

a przy naprowadzaniu metodą manewru

$$S_c = V_c / t_z + t_m / + n / S_w - S_H / ; \quad /14/$$

Ponadto z rysunku 13 wynika, że

$$Y = D - S_c ; \quad /15/$$

gdzie: D - odległość wykrycia celu od lotniska oraz, że

$$S_w = \sqrt{X^2 + Y^2} ; \quad /16/$$

Jeżeli do wzoru /15/ podstawimy równanie /13/ albo /14/ i oznaczymy przez  $S_o$  wartość  $D - V_c t_z + n S_H$  lub wartość  $D - V_c / t_z + t_m / + n S_H$ , to otrzymamy

$$Y = S_o - n \sqrt{X^2 + Y^2} ; \quad /17/$$

Równanie /17/ jest szukanym równaniem rubieży wprowadzenia do walki, która w rozpatrywanym przypadku ma kształt hiperboli.

Dla udowodnienia, że /17/ jest równaniem hiperboli sprowadzamy je do postaci kanonicznej. W tym celu zapisujemy je w

$$\text{postaci } /S_0 - Y/^2 = n^2 /X/^2 + Y^2/$$

Po opuszczeniu nawiasów i podzieleniu obydwu stron równania przez  $S_0^2$  oraz przy założeniu, że  $\frac{X}{S_0} = V$ , a  $\frac{Y}{S_0} = U$  otrzy-

$$\text{mamy } U^2 /n^2 - 1/ + 2U + n^2 V^2 = 1,$$

dzieląc następnie obydwie strony równania przez współczynnik przy U i dodając do każdej z nich wielkość  $-\frac{1}{1 - n^2/2}$

otrzymamy:

$$U^2 - \frac{2}{1 - n^2} U + \frac{1}{1 - n^2/2} - \frac{n^2}{1 - n^2} V^2 =$$

$$= \frac{1}{1 - n^2/2} - \frac{1}{1 - n^2},$$

albo

$$/U - \frac{1}{1 - n^2/2} /^2 - \frac{n^2}{1 - n^2} V^2 = /-\frac{n}{1 - n^2/2} /^2;$$

i ostatecznie

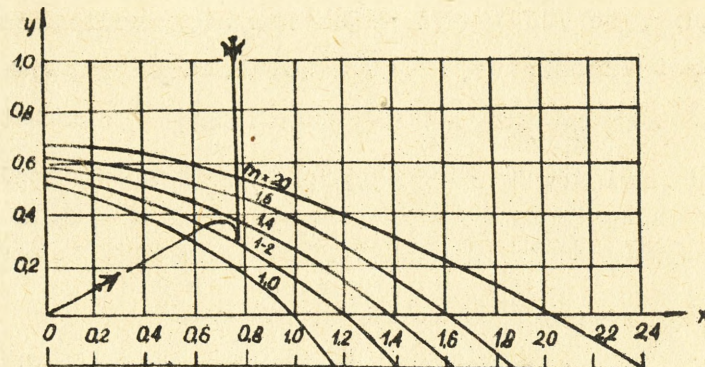
$$\frac{/U - \frac{1}{1 - n^2/2} /^2}{\left(\frac{n}{1 - n^2/2}\right)^2} - \frac{V^2}{\frac{1}{1 - n^2}} = 1; \quad /18/$$

Wzór /18/ jest równaniem hiperboli ze środkiem przesuniętym w punkt o współrzędnych:

$$U_0 = \frac{1}{1 - n^2/2}; \quad V_0 = 0;$$

Przy pomocy wzorów /17/ i /18/ można zbudować wykres możliwych rubieży wprowadzenia do walki dla różnych wartości stosunków prędkości n /lub m/. Wykres taki, który jest przedstawiony na rysunku 14 wygodnie jest zbudować we współrzędnych odniesionych do wartości  $S_0$

$$U = \frac{X}{S_0}; \quad V = \frac{Y}{S_0};$$



Rys.14.

Przykład posługiwania się wykresem.

Określić punkty spotkania z celem z położenia dyżurowania na lotnisku, dla wypadków przelotu celów z boku lotniska w odległościach:

$$x_1 = 0; \quad x_2 = 80 \text{ km}; \quad x_3 = 120 \text{ km, mając dane}$$

$$D = 220 \text{ km}$$

$$t_{\Sigma} = 5 \text{ min.}$$

$$t_m = 1 \text{ min.}$$

$$V_m = 1080 \text{ km/h}$$

$$V_c = 900 \text{ km/h}$$

$$S_H = 40 \text{ km/h}$$

$$m = \frac{1080}{900} = 1,2 ;$$

$$n = \frac{900}{1080} = 0,83;$$

Obliczamy  $S_0$

$$S_0 = D - \frac{V_c}{t_{\Sigma}} + t_m + n S_H;$$

$$S_0 = 220 - \frac{900}{60} / 5 + 1 + 0,83 \cdot 40 = 220 - 90 + 33 = 163 \text{ km}$$

Dla  $V_1 = 0$  znajdujemy z wykresu  $U_1 = 0,54$ , a więc

$$Y_1 = 0,54 \cdot 163 = 88 \text{ km};$$

Dla  $V_2 = \frac{80}{163} = 0,49$  znajdujemy z wykresu  $U_2 = 0,42$ , a więc

$$Y_2 = 0,42 \cdot 163 = 68 \text{ km}$$

Dla  $V_3 = \frac{120}{163} = 0,76$  znajdujemy z wykresu  $U_3 = 0,3$ , a więc

$$Y_3 = 0,3 \cdot 163 = 49 \text{ km.}$$

Na podstawie trzech punktów można wykreślić na mapie lub planszecie rubież wprowadzenia do walki, której odcinki są rozmieszczone z różnych stron lotniska myśliwców symetrycznie w stosunku do linii drogi celu przechodzącej przez lotnisko.

Przy pomocy wykresu przedstawionego na rys.14 można, ogólnie mówiąc, wyznaczyć punkty spotkania i według nich wykreślić możliwe rubieże wprowadzenia do walki dla dowolnych kierunków lotu celu w stosunku do lotniska.

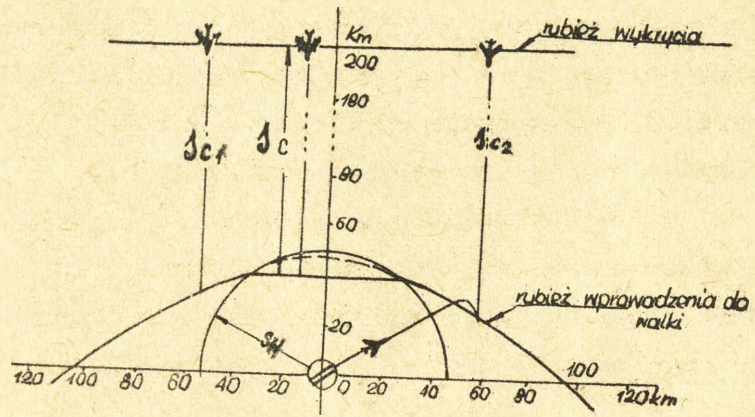
Przy wykreślaniu rubieży wprowadzenia do walki na mapie należy sprawdzić, czy punkty spotkania dla danej wysokości lotu celu nie znajdują się wewnątrz okręgu koła o promieniu  $S_H$ , a więc czy nie mają miejsca warunki, w których

$$\left| \frac{D - v_c}{t_z} + t_m \right| < S_H$$

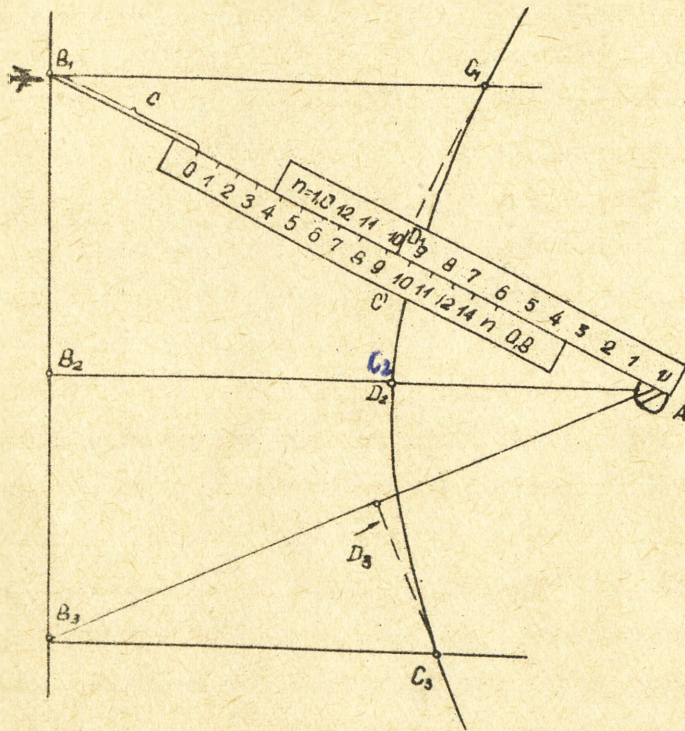
Dlatego zaleca się razem z rubieżą wprowadzenia do walki wrysować na mapę łuk okręgu zakończenia wznoszenia przez myśliwców /rys.15/.

W przypadku kiedy rubież wprowadzenia do walki przecina się z okręgiem  $S_H$  należy te punkty przecięcia połączyć prostą, która będzie stanowiła odcinek rubieży wprowadzenia do walki, charakteryzującej spotkanie myśliwców z celem w końcowym momencie wznoszenia. Droga celu od rubieży wykrycia do rubieży wprowadzenia do walki na tym odcinku wynosi:  $S_0 = V_0 \cdot t_z$ , a więc rubież wprowadzenia do walki będzie na tym odcinku równoległa do rubieży wykrycia. W praktyce dla wykreślenia możliwej rubieży wprowadzenia do walki na planszecie można wykorzystać specjalny przyrząd lub linijki proporcjonalnych /minutowych/ odcinków. Istota wykreślenia rubieży wprowadzenia do walki za pomocą linijek proporcjonalnych odcinków jest następująca:

Na mapę wrysowujemy rubież wykrycia i oznaczamy na niej kilka punktów  $B_1, B_2, B_3$  itd. rys.16/. Przez te punkty wykreślamy proste  $BC_1, BC_2, BC_3$  itd./ odpowiednio do założonego lotu celu, przy czym kierunek lotu celu dla środkowego punktu  $B_2$  winien przechodzić przez lotnisko myśliwców /A/.



Rys.15.



Rys.16.

Następnie każdy z obranych punktów łączymy linią prostą z lotniskiem myśliwców i od każdego punktu odkładamy na prostej łączącej odcinek:

$$\Delta S_c = v_c t_{\Sigma} - n S_H$$

lub

$$\Delta S_c = v_c \left( \frac{t_{\Sigma}}{n} + t_m \right) - n S_H$$

zależnie od przewidywanej metody naprowadzania myśliwców. Na każdej prostej łączącej znajdujemy przy pomocy linijek proporcjonalnych odcinków punkt spotkania / $D_1, D_2, D_3$ / przy locie celu myśliwców na kursach przeciwnych.

W celu znalezienia punktów spotkania na trasach celów nie przechodzących przez lotnisko- wykorzystujemy własność okręgu 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  $C_1$ . Wobec tego po wykreśleniu z punktów  $D_1$  i  $D_3$  prostopadłych i znalezieniu punktów ich przecięcia z interesującymi nas trasami celów /punkty  $C_1, C_2, C_3$ / oraz połączeniu tych punktów linią ciągłą otrzymamy możliwą rubież wprowadzenia do walki dla założonych warunków.

Na mapie wpisuje się obok rubieży wprowadzenia do walki wysokości i prędkości lotu celu oraz wielkość grupy myśliwców, dla której rubież została obliczona.

#### Rubież startu

W sytuacji, kiedy stanowisko dowodzenia otrzymuje dane o celach na tyle wcześnie, że nie zachodzi konieczność natychmiastowego startu myśliwców, należy obliczyć rubież startu.

Rubieżą startu nazywamy linię położenia celu, w momencie zaistnienia których winni rozpoczynać start myśliwce dla wejścia do walki na nakazanej rubieży. Niekiedy zamiast rubieży startu ustala się rubież podania komendy na start.

Czas lotu myśliwca od momentu rozpoczęcia startu /lub wydania komendy na start/ do punktu wprowadzenia do walki obliczamy ze wzoru

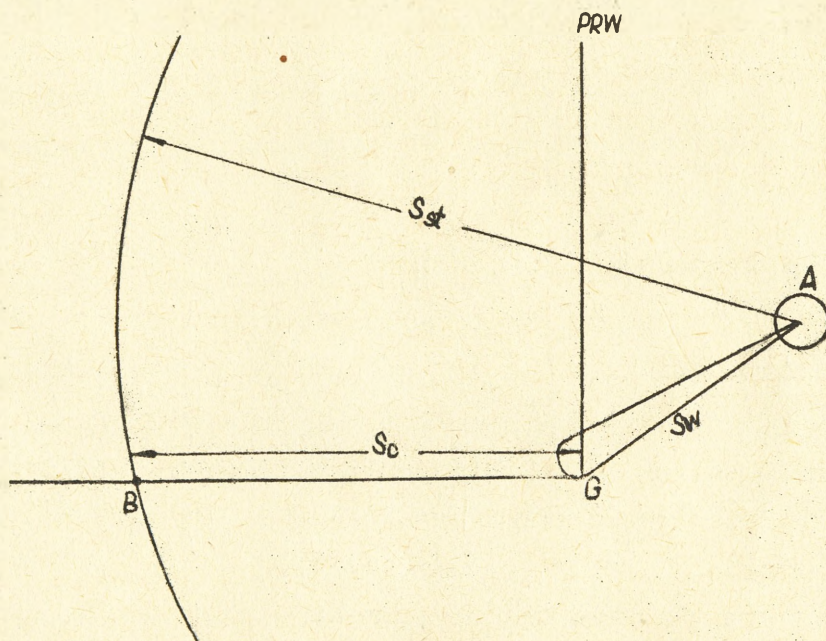
$$t_{\text{myśl}} = t_{\text{pas}} + t_{\text{H}} + t_{\text{poz}} + t_{\text{n}}; \quad /19/$$

gdzie:  $t_{\text{pas}}$  - czas od momentu rozpoczęcia startu /wydania komendy/ do wyjścia myśliwca w punkt początku naprowadzenia.

Start myśliwca winien więc nastąpić w momencie, kiedy cel znajduje się przed nakazaną rubieżą wprowadzenia do walki na odległości

$$S_c = V_c \cdot t_{\text{myśl}} - d; \quad /20/$$

Ogólna zasada określania rubieży startu jest przedstawiona na rysunku 17.



Rys.17.

$$S = V_c \cdot t \quad \cdot \quad t = \frac{S}{V_c}$$

Przy pomocy wzorów /19/ i /20/ można obliczyć, z uwzględnieniem określonych warunków sytuacji, czasy startu myśliwców i odpowiadające im położenia celu, czyli rubieże startu, dla dowolnego kierunku lotu celu i dowolnego punktu wyjścia celu na rubież wprowadzenia do walki.

Rubieże startu oblicza się w okresie przygotowania do działań dla najbardziej prawdopodobnych warunków i wrysowuje się na mapę lub planszet. W trakcie działań bojowych ułatwia to nawigatorowi określenie momentów startu myśliwców dla przechwycenia konkretnych celów.

Uwzględniając fakt, że w warunkach stałej prędkości i wysokości lotu celu - droga celu do punktu przechwycenia nie zależy od kierunku jego lotu, rubież startu obliczamy przyjmując, że kierunek lotu celu przechodzi przez lotnisko myśliwców.

Rubież startu  $S_{st}$  obliczamy jako wielkość równą potrzebnej początkowej odległości od celu do danej rubieży wprowadzenia do walki, w zależności od tego, czy  $S_w > S_H$ , czy też  $S_w < S_H$ .

Jeżeli  $S_w > S_H$ , to rubież startu obliczamy przekształcając wzór /4/ i podstawiając  $S_{st}$  na miejsce D.

Otrzymujemy:

$$S_{st} = S_w / 1 + n/ + V_c / t_{\#} + t_m/ - n S_H - d; \quad /21/$$

Jeżeli zaś  $S_w < S_H$ , to rubież startu obliczamy przekształcając wzór /7a/ w rezultacie czego mamy, że:

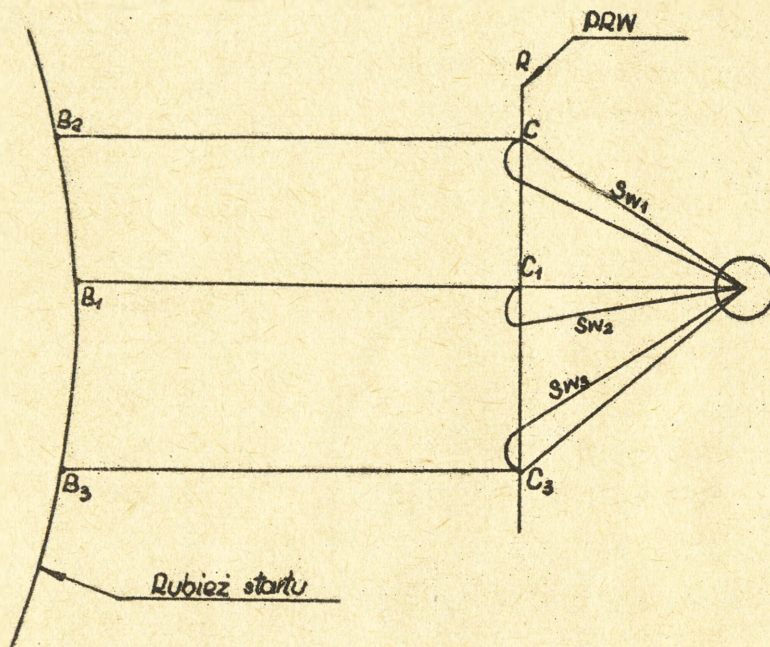
$$S_{st} = S_w + V_c t_{\leq} - d; \quad /22/$$

Po obliczeniu rubieży startu, drogę celu za czas od startu myśliwców do wyjścia celu na odległość d za rubież wprowadzenia do walki możemy obliczyć ze wzoru:

$$S_c = S_{st} - S_w;$$

Obliczoną wartość  $S_c$  odkładamy na kierunku lotu celu przechodzącym przez lotnisko myśliwców, poczynając od punktu wysuniętego o odległość d za rubież wprowadzenia do walki, w kierunku z którego leci cel.

Koniec tego odcinka /punkt  $B_1$  na rys.18/ wyznaczy punkt rubieży startu.



Rys.18.

Następnie obliczamy  $S_{st}$  i  $S_o$  dla kilku punktów przecięcia równoległych tras celów z rubieżą wprowadzenia do walki. Łącząc uzyskane punkty rubieży startu otrzymujemy rubież startu.

Na mapie obok rubieży startu wpisuje się warunki /wysokość i prędkość lotu celu, wielkość grupy myśliwców/, dla których zostały one obliczone.

Wartość zarówno rubieży wprowadzenia do walki, jak też i rubieży startu może być obliczana nie tylko matematycznie, ale również przy pomocy wykresów, które są zbudowane na podstawie podanej uprzednio analizy matematycznej, i które skracają czas wykonywania obliczeń, nie zmieniając ich zasady.

## ROZDZIAŁ II.

### ZASADY OKRESIANIA MOŻLIWOSCI PRZECHWYCENIA Z POŁOŻENIA DYŻURO- WANIA W POWIETRZU

#### Zasady ogólne

W sytuacji, kiedy nie ma możliwości wykonania <sup>a</sup>zadania osłony własnych wojsk i obiektów przez lotnictwo myśliwskie działając z położenia dyżurowania na lotniskach, zachodzi konieczność przechwytywania środków napadu powietrznego z położenia dyżurowania w powietrzu w określonych strefach zwanych strefami dyżurowania.

Określenie możliwości lotnictwa myśliwskiego w zakresie zwalczania środków napadu powietrznego z położenia dyżurowania w powietrzu i zaproponowanie właściwego rozmieszczenia stref dyżurowania jest jednym z najważniejszych elementów nawigatorskiego zabezpieczenia działań bojowych lotnictwa myśliwskiego.

Strefy dyżurowania winny być, ogólnie biorąc, rozmieszczone na podejściach do osłanianych wojsk i obiektów na przewidywanych kierunkach nalotów środków napadu powietrznego w takiej odległości, ażeby zapewniały wprowadzenie myśliwców do walki na potrzebnych rubieżach. Ponadto położenie stref dyżurowania winno uwzględniać konieczność obserwowania dyżurujących w strefie samolotów na wskaźniku RLS naprowadzania, konieczność utrzymania z nimi dwustronnej łączności radiowej, bezpieczeństwo dyżurujących myśliwców przed ogniem naziemnych środków obrony przeciwlotniczej nieprzyjaciela oraz łatwość utrzymania się w nakazanej strefie dyżurowania /np. przez wykorzystanie charakterystycznych obiektów orientacyjnych lub środków ubezpieczenia lotów/.

Należy również dążyć do tego, aby strefy dyżurowania obejmowały całą szerokość osłanianego obszaru tak, ażeby środek napadu powietrznego lecący po trasie przechodzącej między sąsiednimi strefami dyżurowania mógł zostać przechwycony przez myśliwców dyżurujących w jednej z tych stref.

Odległość możliwej rubieży wprowadzenia do walki myśliwców dyżurujących w strefie obliczamy ze wzoru

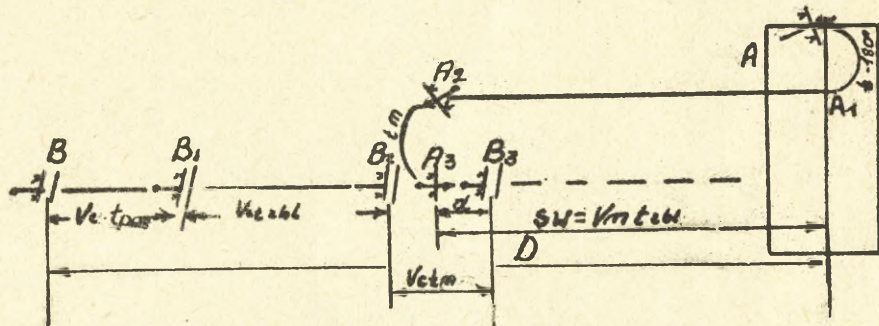
$$S_w = \frac{D - V_c / t_{pas} + t_{180} + t_m / + d}{1 + n}; \quad /23/$$

gdzie:  $t_{pas}$  - czas od wykrycia celu do rozpoczęcia przez myśliwca lotu na przechwycenie;

*t<sub>m</sub> - Tworzy czas minimum dla wyjścia myśliwego  
+ 180° - czas startu myśliwca o 180° dla wyjścia na  
na kurs przeciwny do kursu celu oraz ztyłog polowy celu  
kurs przeciwny do kursu celu.*

We wzorze /23/  $S_w$  liczona jest od środka strefy dyżurowania.

Wzór /23/ możemy wyprowadzić drogą następującego rozumowania:



Rys.19.

Z rysunku 19 wynika, że:

$$S_w = V_m \cdot t_{zbl};$$

ale

$$t_{zbl} = \frac{D - V_c / t_{pas} + t_m / + d}{V_m + V_c};$$

Wobec tego

$$S_w = \frac{V_m [D - V_c / t_{pas} + t_m / + d]}{V_m + V_c};$$

Po podzieleniu licznika i mianownika przez  $V_m$ ,

otrzymamy:

$$S_w = \frac{D - V_c / t_{pas} + t_m / + d}{1 + n};$$

Jeżeli różnica wysokości jest tak duża, że dla jej zniwelowania nie wystarczy manewr pionowy myśliwca wykonywany dla wyjścia w tylną półsferę celu i zachodzi konieczność uprzedniego wznoszenia myśliwca po linii prostej oraz jeżeli lot na przechwycenie jest wykonywany na innej prędkości aniżeli dyżurowanie w strefie, wówczas możliwą rubież wprowadzenia do walki obliczamy ze wzoru:

$$S_w = \frac{D - V_c / t_{pas} + \Delta t_H + t_r \sqrt{1+n} + n \Delta S_H + S_r / \sqrt{1+n} + d}{1+n}; \quad /24/$$

gdzie:  $S_r$  - droga rozpędzania od prędkości dyżurowania do prędkości przechwycenia,

$t_r$  - czas rozpędzania.

Jeżeli natomiast w konkretnej sytuacji taktyczno-nawigacyjnej, znamy położenie potrzebnej lub nakazanej rubieży wprowadzenia do walki oraz położenia radiolokacyjnej stacji wykrycia, wówczas maksymalną odległość strefy dyżurowania od tej rubieży obliczamy ze wzoru:

$$S_{str \text{ maks}} = m \left[ S_{wykr} + /_{\pm} S_{RLS} / - /_{\pm} S_{PRW} / + d - V_c / t_{pas} + t_m / \right]; \quad /25/$$

$S_{str \text{ maks}}$  - maksymalna odległość strefy dyżurowania od potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki.

Każda strefa położona bliżej nieprzyjaciela umożliwi wprowadzenie na rubieży dalej wysuniętej. Każda zaś strefa położona dalej od nieprzyjaciela spowoduje wprowadzenie do walki na odległości mniejszej niż odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia.

$S_{wykr}$  - odległość wykrycia celu mierzona od stacji radiolokacyjnej,

$S_{RLS}$  - odległość stacji radiolokacyjnej od linii styczności lub granicy strefy działań bojowych.

Jeżeli stacja stoi na terenie własnym, to do wzoru podstawiamy minus  $S_{RLS}$ , a jeżeli na terenie sąsiadów, to plus  $RLS$ .

$S_{PRW}$  - odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia od linii styczności lub granicy strefy działań bojowych.

Jeżeli  $S_{PRW}$  znajduje się nad terenem własnym, znak minus, nad terenem nieprzyjaciela lub sąsiada - znak plus.



$$S_{str \text{ maks}} = m \left[ S_{wykr}^{+/-} S_{RLS}^{/-} S_{PRW}^{/-} + d - V_c / t_{pas} + t_m \right];$$

Uwzględniając to, że  $S_{RLS}$  oraz  $S_{PRW}$  mogą, zależnie od ich położenia, mieć znak dodatni lub ujemny, otrzymamy:

$$S_{str \text{ maks}} = m \left[ S_{wykr}^{+/-} S_{RLS}^{+/-} S_{PRW}^{+/-} + d - V_c / t_{pas} + t_m \right];$$

Wzór /25/ jest słuszny tylko wtedy, kiedy

$$S_{wykr} \geq S_{wykr \text{ min}}$$

gdzie

$$S_{wykr \text{ min}} = V_c / t_{pas} + t_m / + / S_{PRW}^{+/-} / - / S_{RLS}^{+/-} / - d; \quad /26/$$

Potrzebną odległość wykrycia /D/ w odniesieniu do strefy dyżurowania zapewniającą wprowadzenie myśliwców do walki na określonej rubieży obliczamy ze wzoru:

$$D = S_w / 1 + n / + V_c / t_{pas} + t_m / - d; \quad /27/$$

otrzymanego w rezultacie przekształcenia wzoru /23/, albo też w przypadkach, do których odnosi się wzór /24/ ze wzoru:

$$D = S_w / 1 + n / + V_c / t_{pas} + t_H + t_r / - n / S_H + S_r / - d; \quad /27a/$$

Potrzebną zaś odległość wykrycia w odniesieniu do miejsca stania radiolokatora w konkretnej sytuacji taktyczno-nawigacyjnej obliczamy ze wzoru:

$$S_{wykr} = n S_{str \text{ maks}} + V_c / t_{pas} + t_m / + / S_{PRW}^{+/-} / - / S_{RLS}^{+/-} / - d; \quad /28/$$

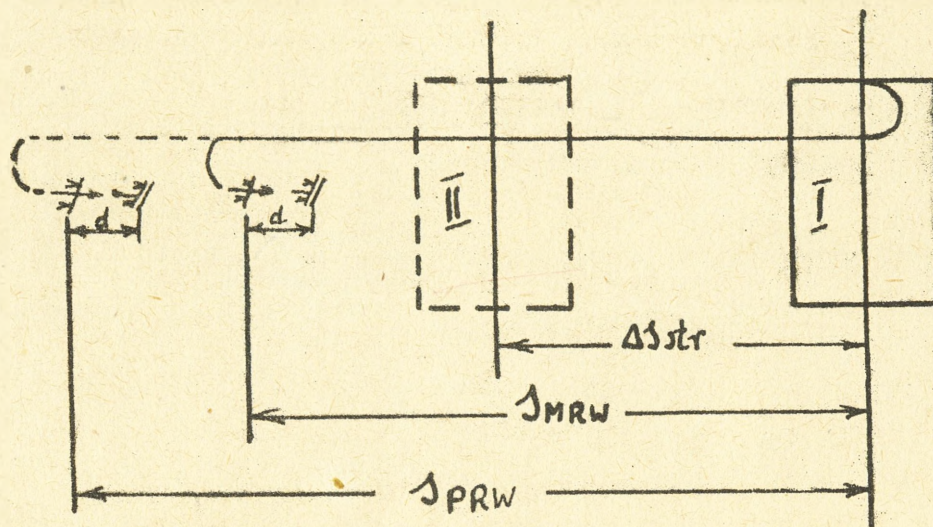
Wzór ten otrzymaliśmy obliczając  $S_{wykr}$  przez przekształcenie wzoru /25/.

Jeżeli rubież wprowadzenia do walki, możliwa do uzyskania przy dyżurowaniu myśliwców w danej strefie okaże się niewystarczająca, względnie jeżeli zostanie nakazana inna rubież wprowadzenia do walki, wówczas należy przesunąć strefę dyżurowania.

Potrzebną wielkość przesunięcia strefy dyżurowania /rys.21/ możemy obliczać ze wzoru:

$$\Delta S_{str} = S_{PRW} - S_{MRW} / 1 + m; \quad /29/$$

- gdzie:  $\Delta S_{str}$  - wielkość przesunięcia strefy dyżurowania;  
 $S_{PRW}$  - odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki od dotychczasowej strefy dyżurowania;  
 $S_{MRW}$  - odległość możliwej rubieży wprowadzenia do walki od dotychczasowej strefy dyżurowania.



Rys.21.

Nie można jednak strefy dyżurowania przesuwać do przodu na dowolną odległość. Odległość tę ogranicza rubież wykrycia celu na danej wysokości. Strefa dyżurowania musi mianowicie znajdować się co najmniej w takiej odległości od rubieży wykrycia, ażeby przez czas, jaki jest potrzebny na obieg informacji i przekazanie myśliwcowi danych lotu na przechwycenie oraz przez czas wykonania manewru przez myśliwca, cel nie przebył odległości większej, aniżeli odległość od rubieży wykrycia do rubieży przechodzącej przez środek strefy dyżurowania, plus odległość, z jakiej myśliwiec rozpoczyna samonaprowadzanie się na cel /rys.22/.

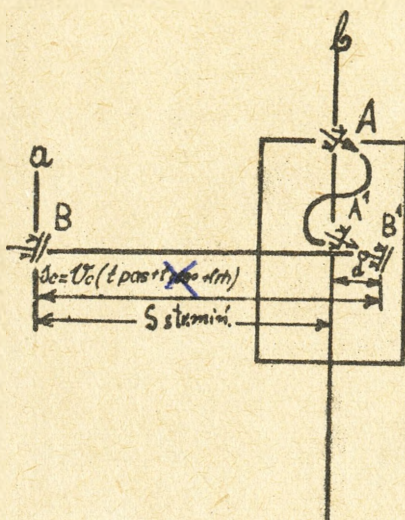
Z rysunku 22 wynika, że:

$$S_{str\ min} = v_c / t_{pas} \times \frac{180}{\alpha} + t_m / - d;$$

/30/

gdzie:

$S_{str\ min}$  - najmniejsza odległość strefy dyżurowania do rubieży wykrycia, zapewniająca wprowadzenie myśliwców do walki na rubieży wysuniętej najdalej w kierunku celu, a mianowicie na rubieży przechodzącej przez środek strefy dyżurowania.



Rys. 22.

- a - rubież wykrycia celu,
- b - rubież wprowadzenia do walki,
- A, B - położenie myśliwca i celu w momencie wykrycia celu,
- A', B' - położenie myśliwca i celu w momencie wprowadzenia myśliwca do walki.

Jeżeli strefę dyżerowania przesunęlibyśmy bliżej rubieży wykrycia, niż  $S_{str\ min}$ , to byłoby  $A'B' > d$  i myśliwiec musiałby dopędzać cel, co przesunęłoby jego rubież wprowadzenia do walki w głąb osłanianego rejonu.

Jeżeli zaś byłoby  $S_{str} > S_{str\ min}$ , to myśliwiec musiałby przez pewien czas lecieć na spotkanie celu i wobec tego do momentu wyjścia myśliwca w tylną półsferę celu na odległość "d" cel przebyłby odległość większą aniżeli  $BB'$ . Rubież wprowadzenia myśliwca do walki przesunęłaby się również w głąb osłanianego rejonu.

Z rysunku 22 wynika również, że jeżeli  $S_{str} = S_{str\ min}$  to czas jaki upłynie od wykrycia celu do wprowadzenia myśliwca do walki jest najkrótszy, ponieważ czas lotu myśliwca po prostej na spotkanie celu  $t_{poz}$  jest równy zeru.

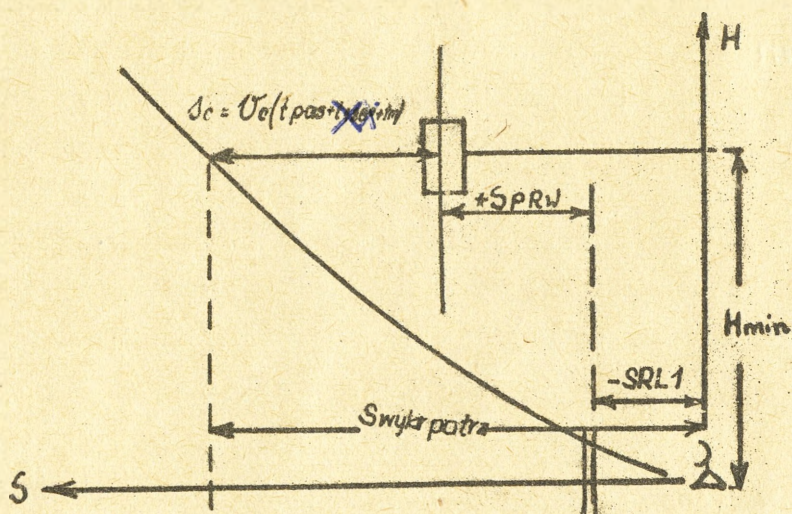
Z powyższych rozważań wypływa wniosek, że jeżeli chcemy wprowadzić myśliwca do walki na rubieży wysuniętej najdalej w kierunku celu i jednocześnie w najkrótszym czasie od

momentu wykrycia celu, wówczas winniśmy tak wybrać strefę dyżuruowania, ażeby było spełnione równanie:

$$S_{str} = S_{str \min}$$

W dotychczasowych rozważaniach zakładaliśmy określoną wysokość lotu celu oraz odległość wykrycia i w zależności od nich rozmieszczaliśmy rubież wprowadzenia do walki i strefę dyżuruowania.

Możemy jednak spotkać się również z taką sytuacją, że mamy nakazaną /lub potrzebną/ rubież wprowadzenia do walki oraz stację wykrywania stojącą w określonym punkcie /rys.23/. Zadaniem naszym jest natomiast określenie minimalnej wysokości lotu celu, która umożliwi wprowadzenie myśliwca do walki na tej rubieży.



Rys.23.

Wówczas należy obliczyć  $S_{str \min}$  oraz potrzebną dla jej uzyskania odległość wykrycia celu przez radiolokator, a następnie na podstawie charakterystyki wykrywania odczytać minimalną wysokość lotu celu.

Z rysunku 23 wynika, że:

$$S_{wykr \ potrz} = + S_{PRW} - /+ S_{RLS}/ + V_c /t_{pas} + t_{g0} + t_m/ - d; \quad /31/$$

Ponieważ możliwości przechwycenia zależą między innymi od możliwości wykrywania celów przez naziemne stacje

radiolokacyjne, to przy określeniu możliwości wykonania zadania osłony ważnym zagadnieniem jest określenie maksymalnej odległości radiolokatorów wykrywania od linii frontu; przy której odległość wykrywania celów będzie jeszcze zapewniać wprowadzenie dyżurujących w określonej strefie myśliwców do walki na potrzebnej rubieży.

Problem ten jest szczególnie ważny przy określaniu możliwości przechwytywania środków napadu powietrznego w toku operacji zaczepnej, kiedy może występować zjawisko pozostawiania radiolokacyjnych posterunków wykrywania w tyle w stosunku do osłanianych oddziałów nacierających wojsk.

Ponieważ wzór /25/ umożliwia nam obliczenie maksymalnej odległości strefy dyżurowania od potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki, przy znanym rozmieszczeniu stacji radiolokacyjnej i jej możliwościach wykrycia, to zakładając, że znamy położenie strefy dyżurowania oraz możliwości wykrywania, możemy przekształcając wzór /25/ obliczyć maksymalną odległość stacji radiolokacyjnej od linii frontu /granicy rejonu działań bojowych/ umożliwiającą wprowadzenie dyżurujących w tej strefie myśliwców do walki na potrzebnej rubieży.

W wyniku przekształcenia wzoru /25/ otrzymamy, że:

$$S_{RLS \text{ maks}} = n \cdot S_{str} + S_{PRW} + V_c / t_{pas} + t_m / - S_{wykr} - d; \quad /32/$$

gdzie: wszystkie oznaczenia jak w /25/.

Jeżeli strefa dyżurowania będzie położona na potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki, czyli kiedy  $S_{str} = 0$ , wówczas

$$S_{RLS \text{ maks}} = S_{PRW} + V_c / t_{pas} + t_m / - S_{wykr} - d; \quad /33/$$

Obliczanie maksymalnej rubieży wprowadzenia myśliwca dyżurującego w strefie do walki, zapewniającej powrót myśliwca na lotnisko lądowania

Czas przebywania myśliwca w powietrzu jest ograniczony, jak wiadomo, maksymalną odległością lotu przy danym zapasie paliwa w określonych warunkach lotu. W zależności od możliwej ogólnej długotrwałości lotu i odległości strefy dyżurowania wyznacza się czas dyżurowania myśliwców w strefie z takim

wyliczeniem, ażeby myśliwiec w ciągu całego czasu dyżurowania, a więc również i w jego końcowym momencie, mógł rozpocząć lot na spotkanie celu i wejść do walki na potrzebnej rubieży, a następnie wyjść na wyznaczone lotnisko lądowania.

Jeżeli chodzi o maksymalną odległość, na jaką myśliwiec może oddalić się od strefy, w zależności od faktycznego czasu dyżurowania, na przechwycenie celu z uwzględnieniem powrotu myśliwca do strefy a następnie na lotnisko lądowania, to odległość tą możemy obliczyć ze wzoru:

$$S_{\text{maks}} = V_{\text{rz dyż}} \cdot \frac{\Delta t}{2}; \quad /34$$

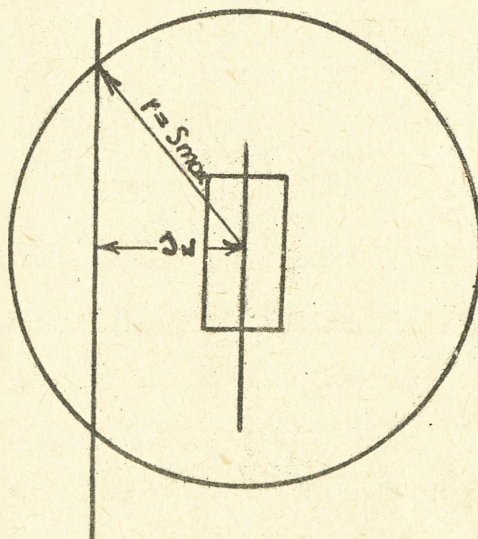
gdzie:  $V_{\text{rz dyż}}$  - rzeczywista prędkość dyżurowania,  
 $\Delta t$  - pozostały czas dyżurowania.

W przypadku zaś kiedy lot na przechwycenie ma być wykonany z  $V_{\text{rz}}^1 \neq V_{\text{rz dyż}}$ ,  $S_{\text{maks}}$  obliczamy ze wzoru:

$$S_{\text{maks}} = V_{\text{rz}}^* \cdot \frac{\Delta t}{2} \cdot \frac{C_K V_{\text{dyż}}}{C_K V_{\text{rz}}^1}; \quad /35$$

gdzie:  $C_K V_{\text{rz}}^1$  - kilometrowe zużycie paliwa przy  $V_{\text{rz}}^1$ ;  
 $C_K V_{\text{dyż}}$  - kilometrowe zużycie paliwa przy  $V_{\text{dyż}}$ .

W obu przypadkach: /34/ i /35/ rubież maksymalnej odległości będzie kołem o promieniu  $S_{\text{maks}}$ , zakreślonym ze środka strefy dyżurowania /rys.24/.

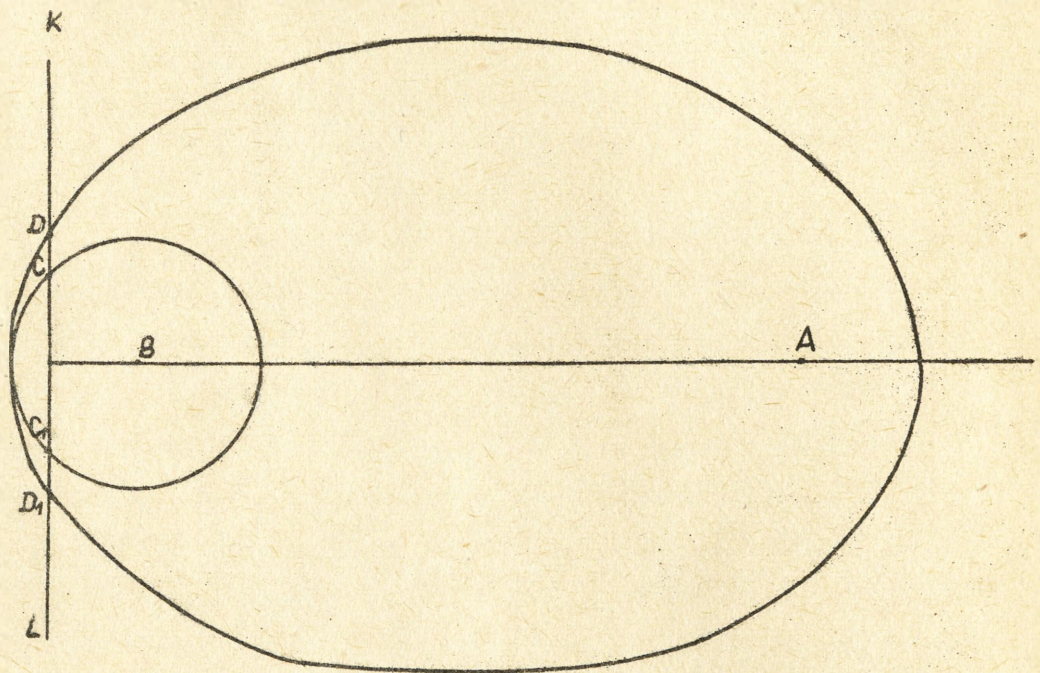


Rys. 24.

Tak jednak obliczone  $S_{maks}$  zakłada powrót myśliwca po wykonaniu zadania do strefy dyżurowania i dopiero ze strefy dyżurowania na lotnisko lądowania, co ogranicza rejon, w którym myśliwiec może zwalczać cel w zależności od czasu dyżurowania w strefie.

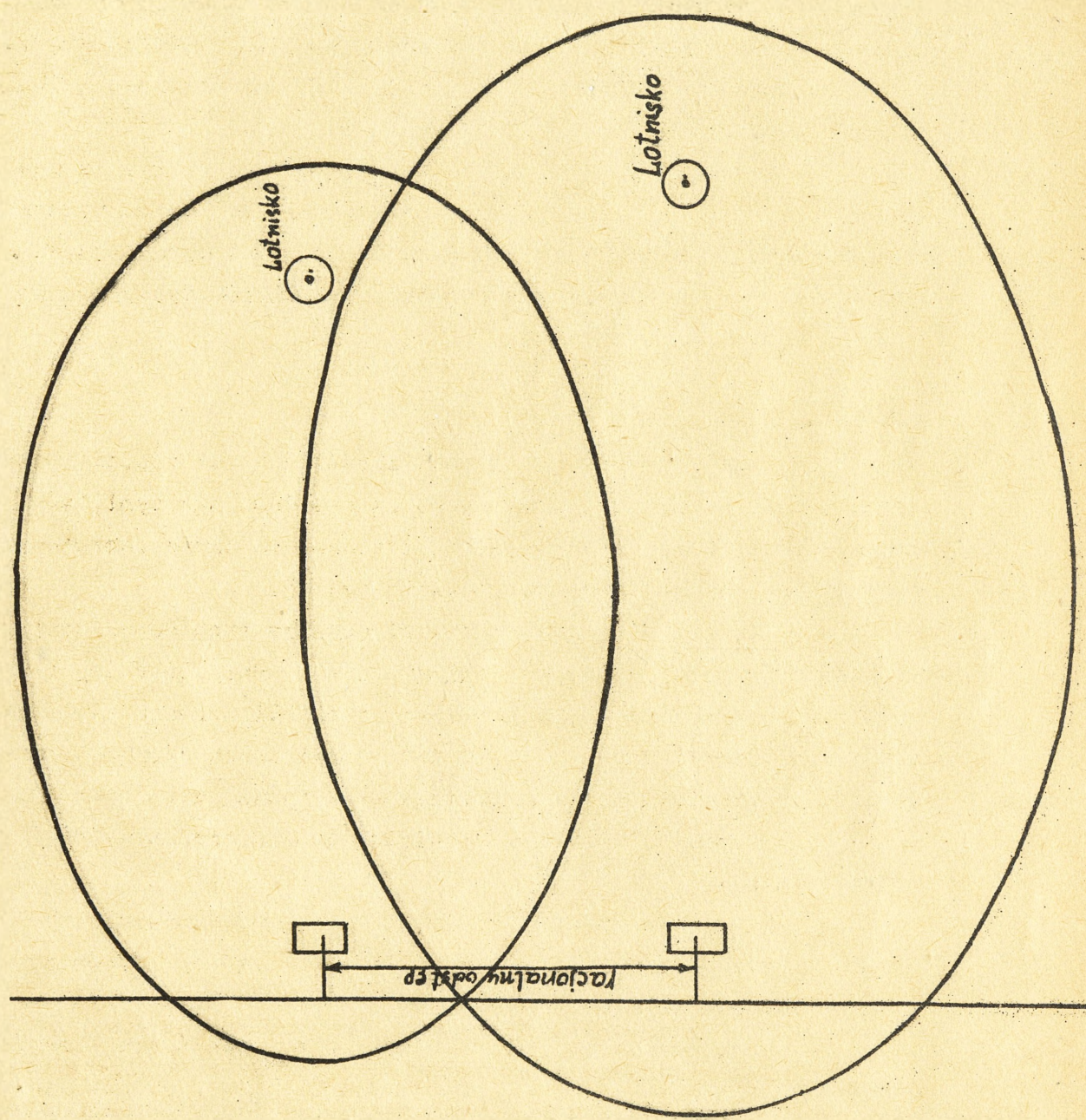
Dowódca będzie zazwyczaj żądał od nawigatora określenia rubieży, do której, uwzględniając faktyczny czas dyżurowania w strefie, myśliwiec może dolecieć, zniszczyć cel, a następnie wyjść najkrótszą drogą na nakazane lotnisko lądowania.

Taką rubieżą będzie elipsa /rys.25/, której ogniskami będą lotnisko lądowania /A/ i środek strefy dyżurowania /B/. Długość dużej osi elipsy będzie równa odległości od lotniska lądowania do środka strefy dyżurowania plus podwójna odległość  $S_{maks}$ .



Rys.25

Ponieważ elipsa jest, jak wiadomo, miejscem geometrycznym punktów, których suma odległości od ognisk elipsy jest wielkością stałą, to łączna odległość od środka strefy dyżurowania do dowolnego punktu na obwodzie wykreślonej przez nas elipsy oraz od tego punktu do lotniska lądowania będzie równa podwójnej wartości  $S_{maks}$  plus odległość od środka strefy do lotniska lądowania.



Rys .26.

Prócz odpowiedniego rozmieszczenia stref dyżurowania względem potrzebnych rubieży wykrycia, a więc rozmieszczenia stref dyżurowania pod względem głębokości, ważnym problemem jest właściwe rozmieszczenie tych stref po szerokości tak, aby przeciwko każdemu środkowi napadu powietrznego przelatującemu między domami strefami dyżurowania można było wprowadzić do walki na nakazanej rubieży myśliwców przynajmniej z jednej strefy.

Ten racjonalny odstęp między strefami dyżurowania najłatwiej jest określić drogą graficzną /rys.26/.

Z rysunku 26 wynika, że racjonalny odstęp między sąsiednimi strefami dyżurowania jest równy średniej arytmetycznej odcinków nakazanej rubieży wprowadzenia do walki wyznaczonych na niej przez maksymalne rubieże działania myśliwców dyżurujących w dwóch sąsiednich strefach.

#### Z A K O N C Z E N I E

Podane teoretyczne zasady określania możliwości przechwytywania środków napadu powietrznego są zasadami ogólnymi, które dadzą wtedy należyte efekty, kiedy zostaną właściwie zastosowane w konkretnej sytuacji taktyczno-nawigacyjnej.

Właściwe uwzględnianie i stosowanie tych zasad jest problemem trudnym i wymaga ze strony służby nawigatorskiej i dowódców lotnictwa myśliwskiego różnych szczebli zarówno głębokiej znajomości samych zasad, jak również odpowiednich nawyków praktycznych, a przede wszystkim umiejętności wyciągania logicznych wniosków z sytuacji, w jakiej lotnictwo myśliwskie ma wykonać zadanie osłony.

Rozważania zawarte w niniejszym opracowaniu nie wyczerpują całości problematyki określania możliwości przechwytywania środków napadu powietrznego.

Takie problemy, jak chociażby efektywność przechwytywania oraz określanie możliwości przechwytywania z uwzględnieniem zużycia paliwa przez samoloty myśliwskie na różnych reżimach lotu zasługują niewątpliwie na poświęcenie im osobnych opracowań.

Opracował:

ppłk dr E. GRYSIEWICZ

Bibliografia

1. Docent, kandydat nauk wojskowych ppłk W.N. Kamienski "Teoria nawiedzenia istriebitelej na wozdusznyje celi", wyd. Akademii Lotniczej, Monino 1961 r.
2. ppłk R.D. Dworak "Szturmanskoje obespjeczenie bojowych diejstwij istriebitelnoj awiacji po prikritiu suchoputnych wojsk w nastupatelnoj operacji", praca doktorska, wyd. Monino 1962 r.
3. ppłk dypl. Roman Dworak, ppłk dypl. Eugeniusz Grysiewicz "Przechwytywanie celów powietrznych oraz metody naprowadzania samolotów na cele powietrzne" /skrypt/, wyd. ASG -1963 r.
4. "Nawigatorskie zabezpieczenie działań bojowych lotnictwa" - podręcznik, wyd. MON - Inspektorat Lotnictwa 1963 r.
5. "Informator taktyczno-techniczny" - wyd. ASG 1959 r.
6. "Podręcznik nawigatora naprowadzania" - wyd. DWL i OPL OK-1961 r.

Wykonano 50 egz.

egz.nr 1-50 bibl.tajna

wyk. ppłk Grysiewicz

druk.I.B. 3.09.1964 r.

nr ks.masz.01925/WW

