



39

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK  
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

ASG weun. 3542/80



JAWNE

Egz. Nr 1

Płk Roman DWORAK

NAWIGATORSKIE ZABEZPIECZENIE  
PRZECHWYTYWANIA ŚRODKÓW  
NAPADU FOWIETRZNEGO  
Z PATROLOWANIA

Skrypt wykładu

BIBLIOTEKA NAUCZNA ASP WP  
Instytut Lotnictwa

44894

WARSZAWA

1989



39

**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP**

**WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK  
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH**

ASG wewn. 3542.80



**JAWNE**

Egz. Nr. 1

**Płk Roman DWORAK**

**NAWIGATORSKIE ZABEZPIECZENIE  
PRZECHWYTYWANIA ŚRODKÓW  
NAPADU POWIETRZNEGO  
Z PATROLOWANIA**

**Skrypt wykładu**

BIBLIOTEKA NAUCZONA WP  
Akademia Wojsk Lotniczych i OPK

44894

**WARSZAWA**

**1980**

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OPK  
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

PRZEKLASYFIKOWANO

Protokół Nr 12657

ASG wewn. 3542/80

PODSTAWA  
Ustawa z dnia 22 stycznia 1989 roku  
art. 86 ust. 2  
(Dz.U. RP Nr 11 poz. 96)  
.....  
podpis

Egz.Nr ....

1



Płk Roman DWORAK

NAWIGATORSKIE ZABEZPIECZENIE  
PRZECHWYTYWANIA ŚRODKÓW NAPADU POWIETRZNEGO  
Z PATROLOWANIA

Skrypt wykładu

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP  
Archiwum Działu Zbiorów Specjalnych

Nr ewid. ....

44894

W A R S Z A W A

1980

Spis treści

	Str.
1. Określenie warunków, w jakich potrzebne jest przechwytywanie środków napadu powietrznego z pa- trolowania .....	3
2. Zasady ogólne obliczenia odległości możliwej rubie- ży wyprowadzania patrolujących myśliwców do walki do rubieży /strefy/ patrolowania .....	5
3. Zasady wyboru warunków lotu, ugrupowania i manewru podczas patrolowania .....	10
4. Skuteczność przechwytywania z patrolowania .....	17

1. Określenie warunków, w jakich potrzebne jest przechwytywanie środków napadu powietrznego z patrolowania.

Jednym z podstawowych zadań lotnictwa myśliwskiego jest osłona własnych wojsk i obiektów przed rozpoznaniem i uderzeniami z powietrza. W miarę rozwoju i doskonalenia lotniczych środków rozpoznania i środków rażenia, realizacja skutecznej osłony jest coraz bardziej skomplikowana, ponieważ nawet pojedynczy samolot z ładunkiem jądrowym może - w wypadku przeniknięcia w głąb osłanianego rejonu - spowodować olbrzymie straty w wojskach. Ponadto współczesne lotnictwo uderzeniowe, rozpoznawcze i transportowe wyposażone w coraz lepsze środki i systemy pilotażowo - - nawigacyjne jest przygotowane do działań w każdych warunkach atmosferycznych, w dzień i w nocy. Zwiększa się więc konieczność osłony ciągłej, bez względu na porę doby i warunki atmosferyczne, oraz osłony przed środkami napadu powietrznego wykonującymi loty na wszystkich wysokościach, od lotu koszącego do wysokości stratosferycznych.

W zależności od aktualnej sytuacji taktyczno - nawigacyjnej oraz otrzymanego zadania, lotnictwo myśliwskie stosuje następujące podstawowe sposoby działań bojowych : przechwytywanie z dyżurowania na lotniskach i w powietrzu oraz samodzielne poszukiwanie i niszczenie celów powietrznych, czyli przechwytywanie z patrolowania.

Przechwytywanie z dyżurowania na lotniskach i w powietrzu może być realizowane tylko w warunkach sprawnie działającego systemu wykrywania, powiadamiania, naprowadzania i dowodzenia. Podstawowym zadaniem pilotów dyżurujących na lotnisku lub w powietrzu, w wyznaczonej strefie dyżurowania, jest wykonywanie lotu na przechwycenie zgodnie z przekazanymi z SD /PN/ warunkami.

W sytuacji, kiedy nie ma warunków do wykonania zadania osłony z dyżurowania na lotniskach lub w powietrzu, trzeba zadanie to realizować sposobem przechwytywania z patrolowania, to znaczy przechwytywania autonomicznego, bez otrzymywania z ziemi informacji o celach powietrznych lub otrzymywania tylko fragmentarycznych niepełnych informacji, bez komend naprowadzania, a często nawet bez łączności radiowej z ziemią.

Zarówno przechwytywanie celów powietrznych z dyżurowania na lotniskach i w powietrzu, jak i przechwytywanie z patrolowania związane jest z osłoną konkretnych kierunków operacyjno - powietrznych i obiektów. Dlatego piloci wykonujący to zadanie muszą dyżurować na wyznaczonych lotniskach lub przebywać w nakazanych strefach dyżurowania lub patrolowania, a przejście do innych stref może być dokonane tylko na rozkaz z ziemi lub po uzyskaniu zgody kompetentnego przełożonego.

Szczególnie trudne do przechwycenia będą środki napadu powietrznego lecące na bardzo małych i małych wysokościach, ponieważ mogą one nie zostać wykryte przez radiolokacyjny system wykrywania, Ponadto odległość wykrycia może być mała i nie zapewni możliwości wprowadzenia myśliwców, dyżurujących na lotniskach lub w powietrzu, do walki na potrzebnej rubieży, a więc nie stworzy warunków niezbędnych do niszczenia celu przed jego wyjściem na rubież wykonania zadania. Należy się również liczyć z systematycznym stosowaniem przez przeciwnika różnych, głównie radioelektronicznych zakłóceń systemu wykrywania, powiadamiania, naprowadzania i dowodzenia, co może poważnie utrudniać, a nawet unieemożliwiać przechwytywanie z dyżurowania na lotniskach i w powietrzu.

Ponadto konieczność osłony przedniego skraju własnych wojsk, względnie desantu powietrznego lub morskiego, może zmusić do wysłania samolotów osłony nad teren przeciwnika, poza zasięg własnego radio - lokacyjnego pola wykrywania.

Z analizy trudności w przechwytywaniu z dyżurowania na lotniskach i w powietrzu wpływa wniosek, że w przyszłości, przechwytywanie celów powietrznych z patrolowania stanie się przedsięwzięciem codziennym, tak jak zjawiskiem powszednim jest zakłócanie systemu dowodzenia.

Przechwytywanie z patrolowania może być zawczasu przewidziane w warunkach kiedy z oceny sytuacji taktyczno-nawigacyjnej wynika, że nie ma możliwości osłony danej rubieży /obiektu/ z dyżurowania na lotnisku i w powietrzu i trzeba osłaniać tę rubież z patrolowania, lub wymuszone sytuacją w okolicznościach nagłej zmiany sytuacji, która nie stwarza już warunków do osłony dyżurowania. Taką nagłą zmianę sytuacji mogą powodować najczęściej zakłócenia radioelektroniczne, obezwładnienie inną metodą,

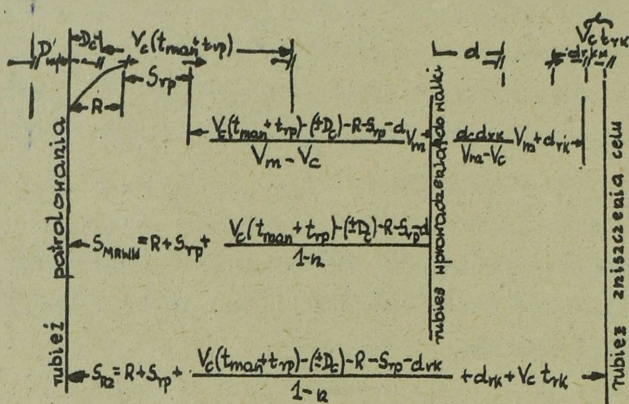
względnie zniszczenie ważnych elementów systemu wykrywania i naprowadzania. W związku z tym, że zakłócenia radioelektroniczne mogą być stosowane w przyszłości systematycznie, każda grupa myśliwców, mająca przechwytywać środki napadu powietrznego z dyżurowania w powietrzu, powinna być przygotowana do wymuszonego przejścia na przechwytywanie z patrolowania, głównie w wypadku pogorszenia się sytuacji nawigacyjno-taktycznej.

2. Zasady ogólne obliczenia odległości możliwej rubieży wprowadzania patrolujących myśliwców do walki od rubieży /strefy/ patrolowania.

Istota przechwytywania z patrolowania polega na tym, że patrolujący piloci myśliwców przeszukują przestrzeń powietrzną w wyznaczonej strefie patrolowania wzrokowo i przy pomocy samolotowych celowników radiolokacyjnych, wykrywają cele, podejmują decyzję o rodzaju manewru dla zaatakowania celu, wykonują ten manewr, a następnie atakują i niszczą cel. Podstawowym zatem zadaniem pilotów myśliwskich jest w tym wypadku uważna i stała obserwacja przestrzeni powietrznej, co nie zwalnia ich oczywiście z obowiązku radiowego nasłuchu ewentualnych informacji względnie komend z ziemi.

Wobec tego, że odległość wykrycia jest mała /rzędu 4 - 8 km/, zarówno rubież wprowadzenia do walki, jak i rubież przechwycenia będą przesunięte w stosunku do rubieży patrolowania w głąb osłanianego terenu. Żeby więc wprowadzić LM do walki lub przechwycić SNP na określonej rubieży, trzeba rubież patrolowania LM wysunąć przed tę rubież - a więc i przed rubież osłanianą - w kierunku z którego spodziewamy się nalotu SNP.

Trasa lotu patrolujących myśliwców winna być prostopadła do kierunku lotu SNP.



Rys. 2.1 Wsuniecie rubieży patrolowania LM przed potrzebną rubież wprowadzenia do walki i rubież zniszczenia celu

W sytuacji kiedy trasa celu jest prostopadła do kierunku lotu patrolujących myśliwców i kiedy myśliwce wykonują zakręt o  $90^\circ$  dla wyjścia w tylną półsferę celu, odległość możliwej rubieży wprowadzenia do walki od rubieży patrolowania możemy, jak to wynika z rys. 2.1., obliczyć ze wzoru :

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

Dzieląc licznik i mianownik przez  $V_m$  otrzymamy : 2.1

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

gdzie :

- R - promień zakrętu myśliwca ;
- $S_{rp}$  - droga zwiększania prędkości przez myśliwca po zakończeniu manewru dla wyjścia w tylną półsferę celu ;
- $t_{rp}$  - czas zwiększania prędkości przez myśliwca po zakończeniu manewru dla wyjścia w tylną półsferę celu ;
- $\pm D_c$  - odległość od punktu przecięcia trasy celu z rubieżą patrolowania myśliwców, w momencie rozpoczęcia przez myśliwca manewru dla wyjścia w tylną półsferę celu. Jeżeli w momencie rozpoczęcia manewru przez myśliwca cel nie przeleciał rubieży patrolowania, to odległość do celu ma znak plus, jeżeli przeleciał - znak minus.

Odległość zaś od rubieży patrolowania do rubieży zniszczenia SNP obliczamy według wzoru :

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

czyli :

$$S_{RZ} = R + S_{rp} + \frac{V_c / t_{man} + t_{rp} / - / \pm D_c / - R - S_{rp} - d_{rk}}{1 - n} + d_{rk} + V_c t_{rk} ; \quad /2.2/$$

W celu uniknięcia wyjścia patrolującego myśliwca po wykonaniu manewru przez cel i zapewnienia, żeby znalazł się on w tylnej półsferze celu /odległości nie mniejszej /niż pożądana odległość "d" od celu, w momencie rozpoczęcia przez myśliwca manewru musi być spełniony następujący warunek:

$$\pm D_c \gg V_c / t_{man} + t_{rp} / - / R - S_{rp} - d ; \quad /2.3/$$

Jeżeli myśliwca rozpocznie manewr dokładnie w tym momencie, kiedy powyższe wyrażenie będzie równaniem i nie ma potrzeby zwiększenia prędkości po wyjściu myśliwca w tylną półsferę celu, to - przy założeniu, że cel zachowuje stałe warunki lotu - po zakończeniu manewru myśliwca znajdzie się za celem w odległości "d", czyli na rubieży wprowadzenia do walki  $S_{MRWW} = R$ .



Powyższe możemy zapisać w postaci następującej zależności :

$$d_{\text{wykr}_{\text{min}}} = d_{\text{rk}_{\text{min}}} + V_{\text{zbl}} / t_{\text{man}} + t_{\text{cel}} /$$

gdzie:

- $d_{\text{wykr}_{\text{min}}}$  - minimalna odległość wykrycia ;
  - $d_{\text{rk}_{\text{min}}}$  - minimalna odległość odpalenia rakiety ;
  - $V_{\text{zbl}}$  - prędkość zbliżania ;
  - $t_{\text{man}}$  - czas manewrowania ;
  - $t_{\text{cel}}$  - czas celowania.
- Z kolei -

$$d_{\text{rk}_{\text{min}}} = D_{\text{r}_{\text{min}}} + V_{\text{zbl}} \cdot t_{\text{rk}_{\text{min}}}$$

gdzie :

- $D_{\text{r}_{\text{min}}}$  - minimalna odległość lotu rakiety ;
- $t_{\text{rk}_{\text{min}}}$  - minimalny czas lotu rakiety ;

$$t_{\text{rk}_{\text{min}}} = t_{\text{z}} + t_{\text{pr}}$$

- $t_{\text{z}}$  - czas zejścia rakiety z wyrzutni ;
- $t_{\text{pr}}$  - czas pracy silnika rakiety.

Pierwszy sposób patrolowania, to znaczy kiedy trasa lotu celów jest prostopadła do patrolujących samolotów myśliwskich, jest wskazany w wypadku, gdy samolot myśliwski posiada uzbrojenie zezwalające na atakowanie celów z tylnej półsfery.

Drugi sposób może być stosowany tylko wtedy, kiedy samoloty myśliwskie będą wyposażone w uzbrojenie zezwalające na atakowanie celów z przedniej półsfery. Jest to sposób najbardziej perspektywiczny i ma tę zasadniczą zaletę, że odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki wydatnie się skraca. Na przykład w pierwszym wypadku odległość potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki waha się, zależnie od różnicy prędkości samolotu myśliwskiego i celu, w przedziale od 5 do 20 km od osłanianego obiektu, a w drugim zaś wypadku można wyprowadzać samoloty myśliwskie do walki przy ich położeniu nad osłanianym obiektem, a zatem dość często jeszcze w zasięgu pola radiolokacyjnego.

3. Zasady wyboru warunków lotu, ugrupowania i manewru podczas patrolowania.

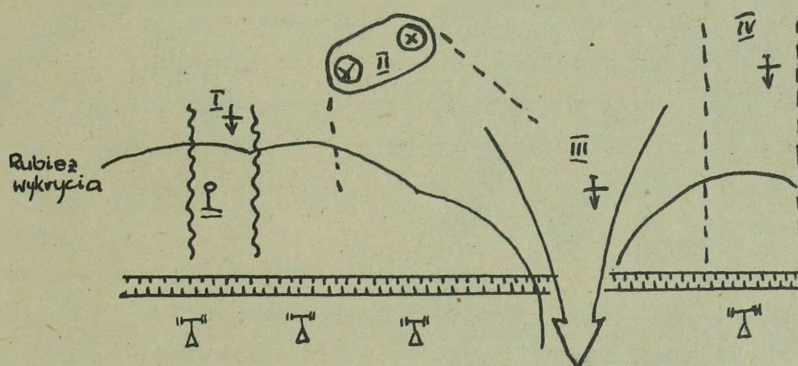
Przechwytywanie SNP przez samoloty myśliwskie z patrolowania nie jest łatwe. Główną trudność stanowią ograniczone możliwości wyjścia samolotu myśliwskiego /np. MiG - 21/ do ataku po samodzielnym wykryciu celu powietrznego. Samoloty MiG - 21, jak wiadomo, mogą atakować cele powietrzne tylko z tylnej półsfery. Jeżeli cel powietrzny będzie wykryty wzrokowo w przedniej półsferze, to na skutek małej odległości wykrycia samolot myśliwski nie zawsze będzie w stanie na czas wykonać manewr i atakować go. Fakt ten ilustruje następujący przykład. Założmy, że samolot myśliwski wykrył na kursach przeciwnych pojedynczy cel powietrzny lecący z prędkością 1000 km/h w odległości 6 km, a jego prędkość wynosiła odpowiednio 1100 km/h. W tym wypadku prędkość zbliżenia wynosi 2100 km/h /587m/s/. Z kolei założmy, że na identyfikację celu, ocenę sytuacji i podjęcie decyzji o ataku pilot potrzebuje 5 - 7 s. W chwili więc rozpoczęcia zakrętu odległość między samolotem myśliwskim i celem wyniesie 1520m. Po wykonaniu zakrętu o  $180^\circ$   $V_{zakr} = 1100$  km/h,  $\beta = 60^\circ$ ,  $t_{zakr} = 55$ s,  $S_c = 15400$ m/ cel znajdzie się przed samolotem myśliwskim w odległości 13480 m. Stąd też, jeżeli nawet cel nie zmieni kierunku lotu. to i tak znajdzie się poza strefą obserwacji samolotu myśliwskiego. Nie lepsza sytuacja będzie także w wypadku, kiedy samolot myśliwski znajdzie się pod kątem  $90^\circ$  w stosunku do trasy lotu celu.

Z powyższych rozważań wynika, że dla zwiększenia efektywności przechwytywania z patrolowania należy zapewnić pilotom odpowiednie warunki wykrycia celu i wykonania ataku.

Zwiększenie efektywności wykrywania można osiągnąć przez :

- prognozowanie lotów lotnictwa nieprzyjaciela zarówno pod względem gęstości, jak i kierunku ;
- poszukiwanie lotnictwa nieprzyjaciela na takich kierunkach, które zapewniają najbardziej sprzyjające warunki wyjścia do ataku ;
- wydzielenie do patrolowania samolotów o lepszych możliwościach wykrycia celu powietrznego.

Podczas przechwytywania w warunkach frontowych istnieją realne możliwości prognozowania lotów lotnictwa nieprzyjaciela /rys.3.1./



Rys. 3.1. Warianty prognozowania lotów SNP.

Prognozować można, biorąc za podstawę znajomość /por.rys.3.1/:

- dyslokacji lotnisk nieprzyjaciela i danych z nasłuchu radiowego o wykorzystywanych przez niego lotach z danego lotniska; /I/;
- tras intensywnych lotów; /IV/;
- rejonów naruszonego pola radiolokacyjnego; /III/;
- rejonów zakłóceń radioelektronicznych itp.; /II/.

Prognozowanie ogólnego kierunku lotu samolotów nieprzyjaciela stwarza warunki do prawidłowego wyboru kierunku poszukiwania, czyli wstępnego kierunku zbliżenia.

Ogromny wpływ na efektywność przechwytywania wywierają warunki lotu, ugrupowanie i rodzaj manewru stosowanego podczas patrolowania. Powinny one zapewnić dogodne warunki obserwacji powietrznej - z uwzględnieniem kierunku zagrożenia powietrznego i warunków atmosferycznych - wykrycie, zaatakowanie i zniszczenie jak największej ilości celów,

zmniejszenie niebezpieczeństwa zestrzelenia patrolujących samolotów przez naziemne środki OPL przeciwnika i przez jego lotnictwo, dogodne warunki pilotowania, wykluczenie wzajemnego zderzenia się patrolujących samolotów, a także wykluczenie ich zderzenia z ziemią lub obiektami naziemnymi.

Podstawowym czynnikiem wpływającym na rodzaj manewru patrolujących myśliwców jest położenie strefy patrolowania w stosunku do linii styczności i zasięgu ognia naziemnych środków OPL przeciwnika. Jeżeli strefa patrolowania znajduje się nad terenem własnym, poza zasięgiem ognia naziemnych środków OPL npla, wówczas wybieramy manewr zapewniający przede wszystkim dobre warunki wykrywania celów i pilotowania,

Mogą to być, na przykład, następujące manewry klucza samolotów:

- lot w kolumnie /schodach/ samolotów po prostokącie lub po "ósemce" z zakrętem kolejnym samolotów /w tym samym miejscu/ lub z zakrętem jednoczesnym /wszyscy razem/;
- lot po prostokącie z zachowaniem między samolotami odległości równych jednej czwartej obwodu trasy lotu.

Dłuższy bok trasy patrolowania winien być prostopadły do kierunku zagrożenia powietrznego /przewidywanego kierunku lotu celów/. Długość trasy, a zatem wielkość strefy patrolowania, powinna umożliwić patrolującemu myśliwcom lot ze stałym kursem przez okres przynajmniej 2 min, szerokość natomiast strefy patrolowania nie powinna być większa aniżeli cztery odległości wykrycia celu. Wobec tego średnica zakrętu /odległość tras równoległych podczas lotu po prostokącie/ nie powinna być większa od dwóch odległości wykrycia celu. Jednocześnie szerokość strefy patrolowania powinna umożliwić patrolującym myśliwcom wykonanie zakrętu bez dużych przeciążeń. Prędkość lotu podczas patrolowania powinna zapewnić dogodne warunki obserwacji przestrzeni powietrznej i jednocześnie możliwość szybkiego zwiększania prędkości wykonania manewru i zaatakowania wykrytego celu.

Jeżeli natomiast strefa patrolowania znajduje się nad terenem przeciwnika w zasięgu ognia środków OPL, wówczas manewr myśliwców patrolujących musi uwzględniać konieczność zmiany warunków lotu, a także

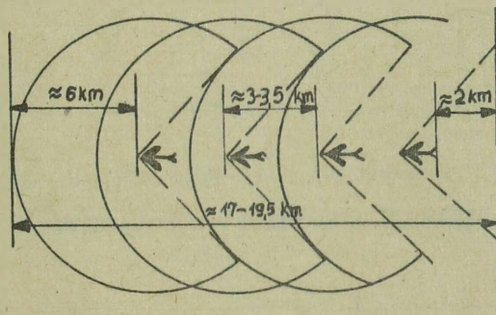
zmiany położenia strefy patrolowania, dla maksymalnego zmniejszenia skuteczności ognia środków OPL npla i ewentualnych strat.

Takim manewrem może być "wahadło", wykonywane podczas lotu po trasie prostokątnej lub po ósemce.

Manewr "wahadło" polega na tym, że pilot myśliwski /grupa patrolująca/ po wykonaniu zakrętu przechodzi do lotu z kątem nurkowania  $10^{\circ} - 20^{\circ}$  i po osiągnięciu założonej wysokości, przechodzi do lotu poziomego.

Manewr ten jest łatwy do wykonania, nie pogarsza warunków obserwacji przestrzeni powietrznej, a jednocześnie, dzięki częstej zmianie wysokości i prędkości, stwarza lepsze warunki zabezpieczenia patrolujących pilotów przed ogniem naziemnych środków OPL przeciwnika, oraz ułatwia wykonanie manewru dla zaatakowania wykrytych celów.

Omówione powyżej manewry są przedstawione na rys. od 3.2 do 3.7.



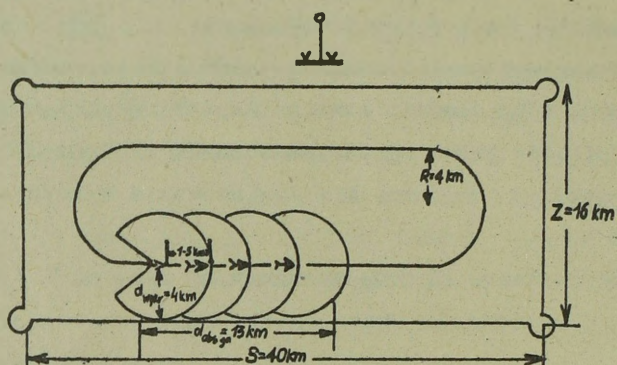
Rys. 3.2 Układ pola obserwacji klucza samolotów podczas patrolowania.

W sytuacji, w której dysponujemy dostateczną ilością myśliwców do przechwytywania SNP, możemy dla zwiększenia skuteczności osłony wydzielać osobne grupy wykrywania celów oraz osobne grupy niszczenia celów. Dla grup tych należy dobrać odpowiednio typy samolotów, odpowiednie warunki lotów oraz wyszkolenie pilotów.

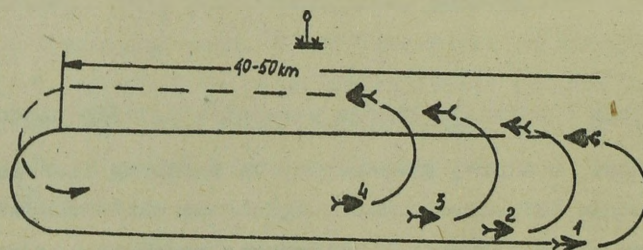
Grupy wykrywania celów wykonują lot z dogodną prędkością

na wysokości zbliżonej do przewidywanej wysokości lotu celów oraz stosują najbardziej wygodny dla wykrycia celów manewr.

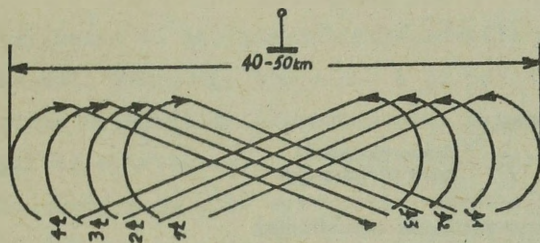
Grupy natomiast niszczenia wykonują lot na większej wysokości /w celu oszczędności paliwa i możliwości łatwego zwiększenia prędkości lotu oraz zastosowania odpowiedniego manewru/.



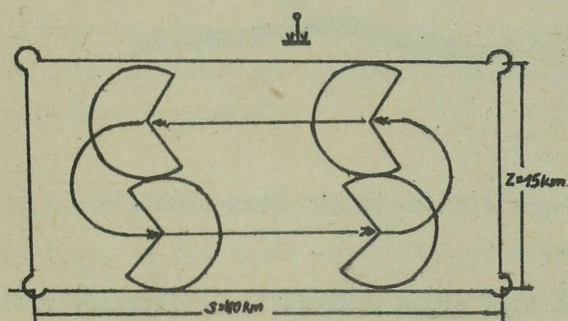
Rys. 3.3. Lot po prostokącie z zakretem kolejnym.



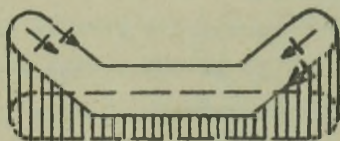
Rys. 3.4. Lot po prostokącie z zakretem jednoczesnym.



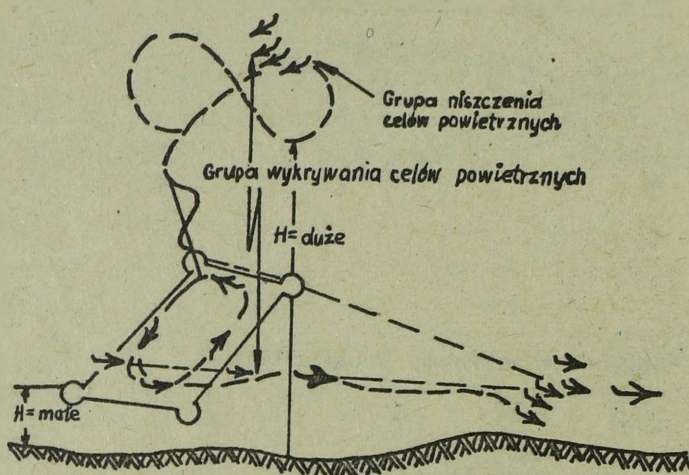
Rys. 3.5. Lot po "ósemce" z zakrętem jednoczesnym.



Rys. 3.6. Lot po prostokącie z zachowaniem między samolotami odległości równych jednej czwartej obwodu trasy lotu.



Rys. 3.7. Manewr "wahadło" podczas lotu po prostokącie.



Rys. 3.8 Patrolowanie z wydzieleniem grupy wykrywania i grupy niszczenia.

Z chwilą wykrycia celu grupa wykrywania /wydzielony myśliwiec/ podaje grupie osłonowej informacje o miejscu wykrycia, warunkach lotu, składzie ilościowym ugrupowaniu celu itp., wchodzi w tylną półsferę celu i- najczęściej metodą liderowania naprowadza grupę uderzeniową na cel /rys.3.8./

Ponieważ grupa uderzeniowa jest naprowadzana na cel przez grupę wykrywania celów, powyższa metoda nazwana jest kombinowaną metodą patrolowania i dyżerowania w powietrzu.

W sytuacji kiedy samoloty dyżerujące w strefie mogą być wprowadzone do walki tylko pod warunkiem lotu celów na określonej wysokości, a z oceny sytuacji wynika, że część samolotów przeciwnika będzie leciała na wysokości mniejszej, należy stosować patrolowanie w strefie dyżerowania. Istota patrolowania w strefie dyżerowania polega na tym, że piloci myśliwcy dyżerują na wysokości umożliwiającej obserwację wzrokową samolotów lecących na małej wysokości oraz w ugrupowaniu ułatwiającym taką obserwację i wykonują lot jak w strefie patrolowania.

W wypadku otrzymania od nawigatora naprowadzania warunków lotu na przechwycenie celu wykrytego przez RLS - piloci wykonują lot na przechwycenie, zgodnie z komendami naprowadzania. Natomiast w sytuacji kiedy dyżurujący piloci wykryli wzrokowo cel powietrzny, lecący poniżej dolnej granicy radiolokacyjnego pola wykrywania, dowódca grupy melduje o tym na stanowisko dowodzenia i jeżeli nie otrzyma zakazu atakowania tego celu /bo może to być cel mający zadanie wyprowadzenia ze strefy dyżurowania myśliwców dla ułatwienia przelotu grupie zasadniczej/, atakuje cel.

Patrolowanie w strefie dyżurowania konieczne będzie najczęściej w wysuniętych strefach, gdzie zasięg pola wykrywania jest niewystarczający. Może być ono stosowane również w pozostałych strefach, jeżeli samoloty nieprzyjaciela mają możliwość wykonywania lotu poniżej dolnej granicy radiolokacyjnego pola wykrywania.

#### 4. Skuteczność przechwytywania z patrolowania.

Dość często za kryterium oceny skuteczności przechwytywania z patrolowania przyjmuje się prawdopodobieństwo wykrycia celu powietrznego

Prawdopodobieństwo wykrycia jest wskaźnikiem cząstkowym, który nie w pełni charakteryzuje możliwości bojowe samolotów myśliwskich. Wskaznik ten może być brany pod uwagę podczas organizacji lub oceny rezultatów rozpoznania celów powietrznych.

Dla zapewnienia należytej organizacji działań bojowych, określenia potrzebnej ilości sił i wyboru optymalnych warunków przechwytywania z patrolowania konieczne należy znać prawdopodobieństwo przechwytywania w rejonie patrolowania /poszukiwania/. Dlatego też, tak samo jak podczas naprowadzania z ziemi, należy przede wszystkim określić prawdopodobieństwo wyjścia do ataku, po to by korzystając z zawczasu obliczonych wartości prawdopodobieństwa rażenia  $W_{\text{raź}}$  można było określić prawdopodobieństwo przechwycenia.

Przechwytywanie z patrolowania można porównać z procesem przypadkowym, czyli poszukiwaniem przypadkowym.

Wiadomo, że w wypadku poszukiwania przypadkowego prawdopodobieństwo wykrycia nie mniej niż jednego celu określa się za pomocą wzoru :

$$P_{\text{wykr}} = 1 - e^{-\frac{S_1}{S_2} N_c} \quad /4.1/$$

gdzie:

$S_1$  - powierzchnia przeszukiwana przez samoloty myśliwskie w strefie patrolowania ;

$S_2$  - powierzchnia strefy patrolowania o długości  $L_a$  i szerokości  $L_b$  ;

$N_c$  - ilość celów w strefie patrolowania.

Powierzchnia przeszukiwana przez samoloty myśliwskie w rejonie poszukiwania /patrolowania/ jest równa :

$$S_1 = l_{\text{wykr}} V_{\text{zbl}} t_p \quad /4.2/$$

gdzie:

$l_{\text{wykr}}$  - rzut strefy poszukiwania na prostopadłą do wektora względnej prędkości zbliżania  $/V_{\text{zbl}}/$  ;

$t_p$  - efektywny czas poszukiwania, to znaczy czas, w ciągu którego cele znajdują się w rejonie poszukiwania.

Wspomniany czas jest równy:

$$t_p = \frac{L_a}{V_c} \quad /4.3/$$

$V_{\text{zbl}}$  - względna prędkość zbliżania samolotu myśliwskiego do celu  
Jej wartość jest równa :

$$V_{\text{zbl}} = \sqrt{V_m^2 + V_1^2 - 2 V_m V_c \cos \alpha} \quad /4.4/$$

gdzie :

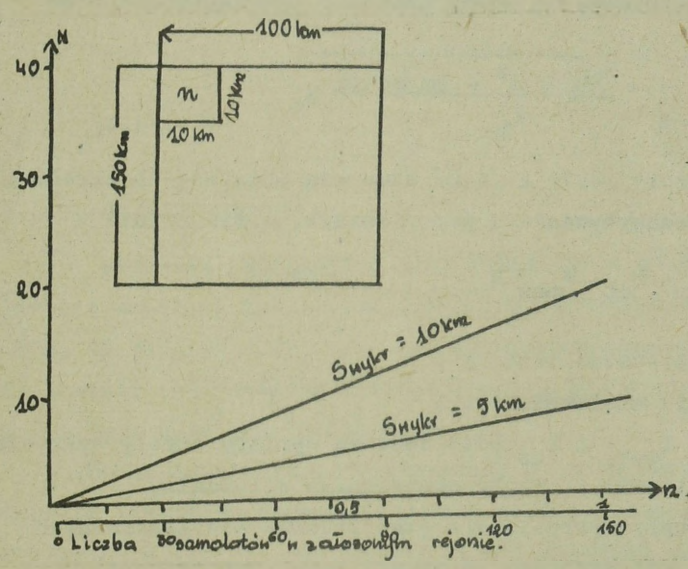
$\alpha$  - różnica kursów lotu samolotu myśliwskiego i celu. .

Podstawiając do wzoru /4.1/ wartości  $S_1$  i  $S_2$ , a także uwzględniając równanie /4.3/ , /4.4/ oraz zakładając, że  $\frac{m}{V_c} = m$ , ostatecznie otrzymany :

$$P_{wykr} = 1 - e^{-\frac{L_{wykr} \sqrt{1 + m^2 - 2 m \cos \alpha}}{L_b} N_c} \quad /4.5/$$

Za pomocą tego wzoru można, dla konkretnych warunków poszukiwania określić prawdopodobieństwo wykrycia przez samolot myśliwski nie mniej niż jednego celu.

Były również prowadzone doświadczenia w celu określenia efektywności wykrywania celów powietrznych przez samolot MiG - 21. W celu określenia efektywności wykrywania celów powietrznych założono rejon o wymiarach 100 x 150 km, a jako jednostkę obliczeniową gęstość lotu samolotów nieprzyjaciela przez rejon o wymiarach 10 x 10 km, to znaczy o powierzchni 100km<sup>2</sup>. Rejon ten oznaczono literą n /rys.4.1/



Rys.4.1 Możliwości wykrywania przez samolot MiG - 21 celów powietrznych.

Liczbę wykrytych samolotów oznaczono literą N. Założony czas poszukiwania 6 - 7 min.

Na wykresie /rys.4.1/ pokazane są możliwości wzrokowego i radiolokacyjnego wykrywania.

Z rys.4.1 wynika, że samolot myśliwski typu MiG - 21 może wykryć dość dużą ilość celów powietrznych. Na przykład przy gęstości lotu celów powietrznych rzędu 0,1 - 0,2 samoloty na 100 km<sup>2</sup> samolot MiG - 21 przy wzrokowym poszukiwaniu może wykryć 2 - 3 cele, a za pomocą pokładowej stacji radiolokacyjnej około 7 - 8 celów.

Jednak, jak już o tym wspomniano nie zawsze po wykryciu celu zaistnieją sprzyjające warunki do jego zaatakowania i zniszczenia.

Jeżeli do wyprowadzonego wzoru /4.5/ zamiast  $l_{wykr}$  podstawimy  $l_{at}$ , to znaczy rzut strefy skutecznego zbliżenia na prostopadłą do wektora względnej prędkości zbliżenia, to można określić prawdopodobieństwo wyjścia do ataku :

$$P_{at} = 1 - e^{-\frac{\sqrt{1 + m^2 - 2m \cos \alpha} N_c}{L_b}} \quad /4.6/$$

Wyprowadzone wzory /4.1/ i /4.6/ stanowią podstawę do określenia prawdopodobieństwa przechwytywania z patrolowania, a mianowicie :

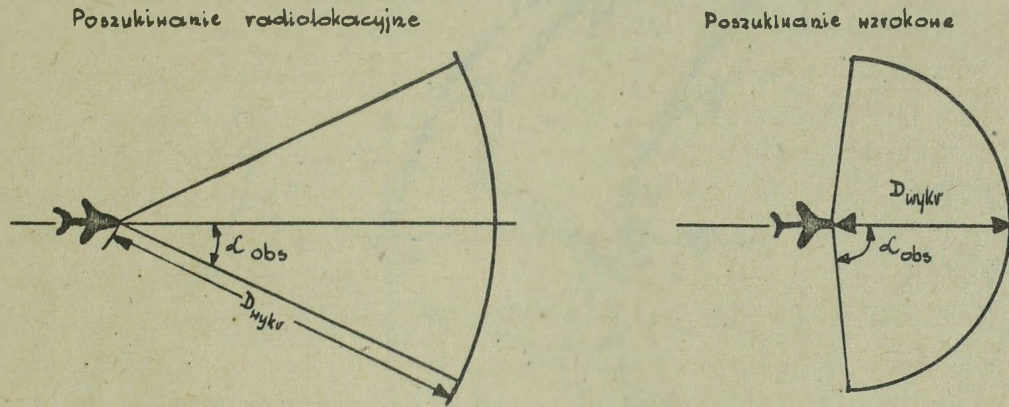
$$P_p = P_{wykr} \cdot P_{at} \cdot W_{ra\acute{z}} \cdot k \quad /4.7/$$

gdzie:

- $W_{ra\acute{z}}$  - prawdopodobieństwo rażenia ;
- $k$  - współczynnik niezawodności .

Do określenia  $l_{wykr}$  i  $l_{at}$  potrzebne są wymiary strefy wykrycia celu przez samolot myśliwski i strefy skutecznego zbliżenia.

Wykreślenie strefy wykrycia nie jest trudne. Dla konkretnych warunków patrolowania /typ samolotu, wysokość lotu, typ celu itp./ wykreśla się strefę względem samolotu myśliwskiego z uwzględnieniem odległości wykrycia i sektora obserwacji. Przykłady tego rodzaju stref pokazane są na rys.4.2.

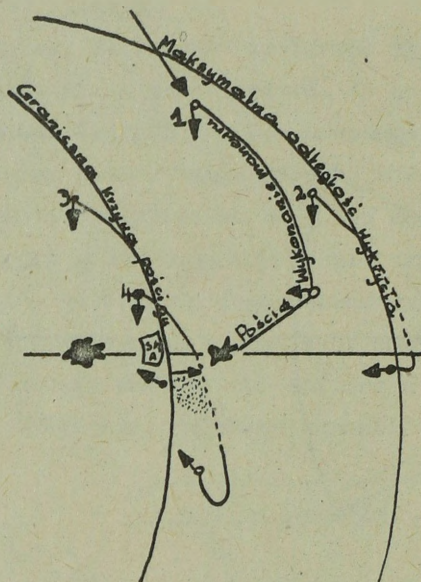


Rys.4.2. Strefy wykrycia

Znacznie trudniejsze jest wykreślenie strefy skutecznego zbliżenia samolotu myśliwskiego do celu. Zasadnicza trudność polega na tym, że samolot myśliwski - podczas patrolowania - po wykryciu celu może znaleźć się względem niego w różnych położeniach, przy czym położen tych może być bardzo dużo.

Pewne położenia będą stwarzały pilotom dogodne warunki do wykonania niezbędnego manewru w celu zajęcia pozycji do ataku /odpalenia rakiety/, inne położenia nie zapewnią wykonania ataku. Przyczyn wykluczających wykonanie ataku może być wiele, a oto niektóre z nich: wyjście samolotu myśliwskiego w punkcie zbliżania na zbyt małe lub zbyt duże odległości, utrata obserwacji celu podczas zbliżania itp..

Na rys.4.3 pokazane są możliwe fazy lotu samolotu myśliwskiego podczas zbliżenia do celu.



Rys.4.3. Możliwe warianty torów zbliżania /linie przerywane - zerwanie zbliżenia/.

Z rys.4.3. wynika, że zbliżenie do celu po torze 1 zapewnia wyjście do ataku. Podczas lotu po torze 2 samolot myśliwski po wykonaniu manewru wychodzi na odległość większą od maksymalnej odległości wykrycia i traci cel z obserwacji. Tor lotu 3 także nie zapewnia wyjścia do ataku, ponieważ przejście samolotu myśliwskiego na krzywą zbliżenia musi być wykonane ze zbyt małej odległości.

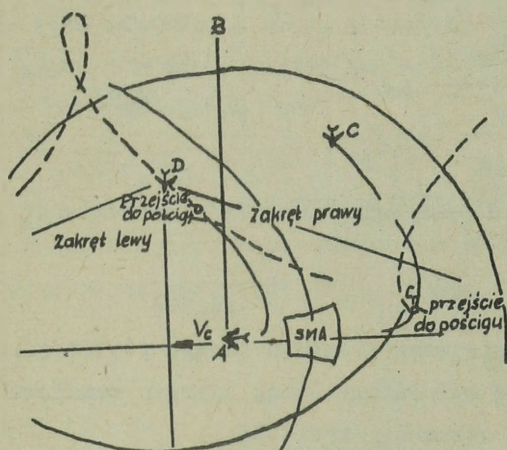
Podczas zbliżania po torze 4 cel wychodzi poza granice kąta obserwacji i pilot traci go z pola widzenia, a więc nie jest w stanie kontynuować zbliżenia.

A zatem dla określenia prawdopodobieństwa wyjścia do ataku należy w sektorze wykrycia celu wydzielić strefę, z której samolot myśliwski po wykryciu celu będzie w stanie wykonać atak.

Określenie wspomnianej strefy jest dość pracochłonne, ponieważ na razie istnieje tylko metoda graficzną obliczania jej parametrów.

Kolejność wykreślania strefy skutecznego zблиżenia jest następująca:

- a/ Na arkuszu papieru wykreśla się według znanych zasad odpowiedniej skali /np. 1cm = 2 km/ graniczne krzywe zблиżenia i maksymalną odległość wykrycia względem celu /rys.4.4/.



Rys. 4.4. Określanie strefy skutecznego zблиżenia.

Z kolei zakłada się odpowiednią różnicę kursów, dla której ocenia się skuteczność przechwytywania /np.  $\angle = 90^\circ$ /. Na tym samym rysunku wykreśla się też pod kątem  $90^\circ$  do wektora prędkości lotu celu linię pomocniczą AB. Z prawej strony od tej linii samolot myśliwski będzie musiał po wykryciu celu wykonać zakręt prawy, z lewej strony - lewy.

- b/ Wykreśla się tor zakrętu samolotu myśliwskiego w układzie względnym współrzędnych dla założonych warunków przechwytywania :

$V_c, V_m, n_m$  /cykloida/.

Kolejność wykreślenia cykloidy jest następująca :

- wykreślić okrąg zakrętu samolotu myśliwskiego w wybranej zawczasu skali:

$$R_m = \frac{V_m^2}{g \sqrt{n^2 - 1}} \quad /4.8/$$

- podzielić ten okrąg na równe części /np. co 5°/ ;
- obliczyć czas zakrętu samolotu myśliwskiego  $\Delta t$  dla założonej elementarnej części okręgu :

$$\Delta t = \frac{R_m}{V_m} \Delta \mathcal{L} \quad /4.9/$$

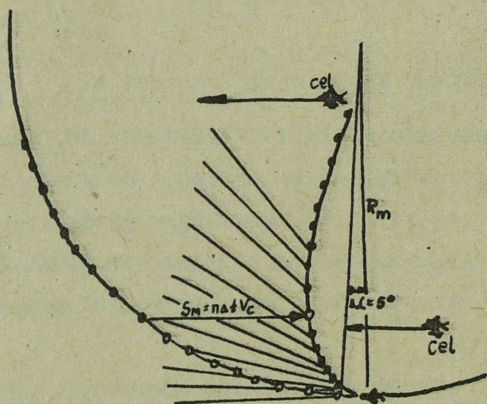
gdzie:  $\Delta \mathcal{L}$  w radianach

- obliczyć odległość jaką przebywa cel w czasie  $\Delta t_1$

$$S_{ci} = m_1 \cdot \Delta t \cdot V_c \quad /4.10/$$

gdzie:  $m_1$  - numer kolejnego elementu okręgu /1,2,3,4.../

- biorąc za podstawę wykreślony okrąg zakrętu samolotu myśliwskiego, wykreślić z kolei cykloidę /rys.4.5/



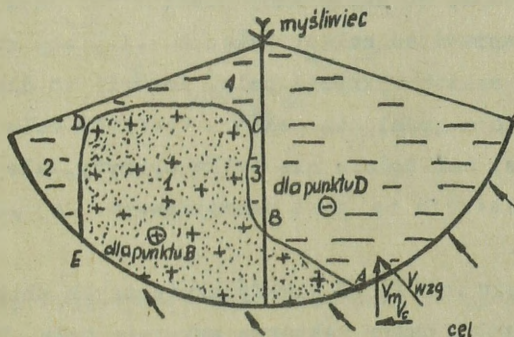
Rys. 4.5. Budowa cykloidy /zakręt prawy/.

W celu zajęcia dogodnej pozycji do ataku samolot myśliwski, zależnie od względnego położenia w chwili wykrycia, może wykonywać prawy lub lewy zakręt. Wystarczy jednak wykreślić cykloidę dla jednego zakrętu /prawego lub lewego/, ponieważ cykloida po odwrotnej drugiej stronie wykresu jest symetryczna.

Ponadto praktycznie stwierdzono, że nie ma potrzeby wykreślenia cykloidy dla pełnego zakrętu samolotu o  $360^\circ$ ; wystarczy uwzględnić zakręt w przedziale od zerowej różnicy kursów  $\Delta L = 0$  do pewnego kąta  $\Delta L$ , który można obliczyć za pomocą wzoru :

$$\Delta L = 3G_x + /10^\circ - 15^\circ/ \quad /4.11/$$

c/ W wybranej skali wykreśla się wektor wykrycia celu przez samolot myśliwski. Rys.4.6 przedstawia sektor dla warunków, gdy samolot myśliwski wykrywa cel wzrokowo  $/D_{wykr} = 5\text{km}, \Delta L_{wykr} = 70^\circ/$



Rys. 4.6 Sektor wykrycia celu i strefa skutecznego zbliżenia przy  $\Delta L = 90^\circ$ .

d/ Przesuwając sektor wykrycia w granicach odległości wykrycia celu /rys.4.6./, z założoną poprzednio różnicą kursów  $\Delta L = 90^\circ$ , sprawdzamy, czy pilot samolotu myśliwskiego będzie w stanie

wykonać atak, to znaczy wyjść na graniczną krzywą pościgu lub bezpośrednio w strefę odpalania rakiet.

Do sprawdzenia wykorzystujemy przygotowane już tory zakrętu samolotu myśliwskiego /prawy, lewy/ zależnie od położenia wyjściowego. Sposób dowiązania zakrętu do wybranego punktu dla prawego i lewego zakrętu pokazany jest na rys.4.5.

Z rys.4.5 wynika, że samolot myśliwski z położenia C będzie wykonywać zakręt prawy. W tym przypadku podczas wykonywania zakrętu cel nie wyjdzie poza granice sektora obserwacji i samolot myśliwski z punktu C wyjdzie na krzywą pościgu, a następnie w strefę możliwych ataków. Możemy zatem uważać, że zbliżenie będzie udane, co zaznacza się na rys.4.6. znakiem "+" /znak wysowuje się w punkcie znajdowania się celu na początku zbliżenia/

Rys. 4.6 przedstawia też inne położenie D, z którego samolot myśliwski wykonuje zbliżenie z lewym zakrętem i wchodzi w punkcie  $D_1$  na krzywą pościgu. Znajduje się ona jednak poza krzywą graniczną, co nie zapewnia samolotom myśliwskim wyjścia w strefę możliwych ataków. Zbliżenie to jest nieudane, co zaznaczamy znakiem "-" /Rys.4.6/.

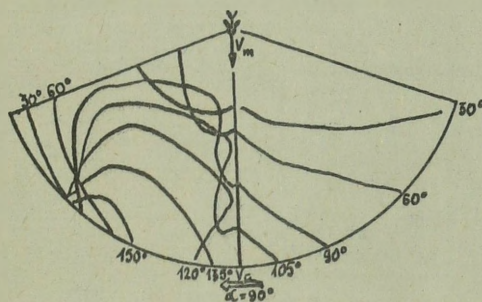
Tego rodzaju sprawdzeń należy wykonać tyle, aby zapełnić znakami "+" i "-" cały sektor wykrycia celu. Pozwoli to dla danej różnicy kursów wydzielić w granicach sektora wykrycia celu strefę, przy trafieniu do której cel będzie nie tylko wykryty, ale również zaatakowany. Na rys.4.6strefa ta jest zakropkowana. Jej granice określa krzywa ABCDE.

Tak samo należy wykreślać strefy skutecznych zbliżeń metodą udanych i nieudanych prób w całym sektorze wykrycia celu. Następnie, kiedy strefa skutecznych zbliżeń jest orientacyjnie określona, celowo jest próby realizować w pobliżu jej granicy, co znacznie zmniejszy ich liczbę i zwiększy dokładność otrzymywanych wyników.

Jeżeli strefa skutecznych zbliżeń określana jest dla różnych różnic kursów, to wykreślenie jednej ze stref ułatwi przeprowadzenie prób dla określenia stref następnych, ponieważ zawsze można orientacyjnie przewidzieć rozmieszczenie stref sąsiednich.

Należy zaznaczyć, że po zdobyciu odpowiedniego doświadczenia można od razu określić granice strefy skutecznego zbliżenia. Chodzi o to, że część tej strefy ograniczona krzywą ABC /rys.4.6/ charakteryzuje wyjście samolotu myśliwskiego na krzywą pościgu na małych odległościach /po krzywą pościgu/. Krzywa CD ogranicza tę strefę ze względu na wyjście celu poza kąt obserwacji, a krzywa DE - ze względu na utratę celu z pola widzenia pilota, co oznacza wyjście samolotu myśliwskiego w procesie zbliżania na zbyt duże odległości.

Ogólną postać stref skutecznego zbliżenia dla różnych warunków patrolowania przedstawia rys.4.7.

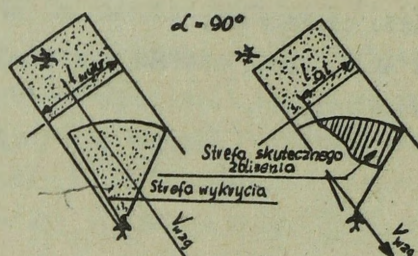


Rys. 4.7 Strefa skutecznego zbliżenia przy różnych różnicach kursów myśliwca i celu.

Jak już wspomniano, strefy wykrycia i skutecznego zbliżenia są podstawą do określania  $l_{wykr}$  i  $l_{at}$ . W tym celu należy najpierw wykreślić rzuty strefy wykrywania lub strefy skutecznego zbliżenia na prostopadłą do wektora względnej prędkości celu. Wykreślenie rzutów wykonuje się w sposób następujący: strefę wykrycia lub strefę skutecznego zbliżenia orientuje się względem wektora prędkości samolotu myśliwskiego, a następnie rzutuje się je na prostopadłe do

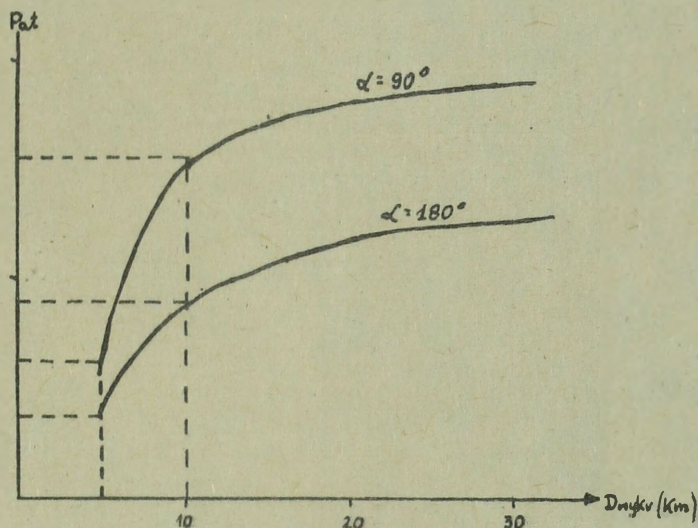
wektora prędkości względnej /Rys.4.8/.

Wielkość tego rzutu jest jednocześnie szerokością skutecznego poszukiwania lub  $l_{at}$ .



Rys. 4.8. Metodyka określania  $l_{at}$  i  $l_{wykr.}$

Na wykresie /rys.4.9/ przytoczone są wartości przechwytywania z patrolowania celów powietrznych przez samolot MiG-21 dla następujących warunków :  $\alpha = 90^\circ - 180^\circ$ , wykrywanie wzrokowe i za pomocą pokładowej stacji radiolokacyjnej.



Rys. 4.9 Prawdopodobieństwo wyjścia do ataku samolotu MiG - 21.

Z rys.4.9 wynika, że przy wzrokowym wykrywaniu celów powietrznych na kursach przeciwnych prawdopodobieństwo wyjścia do ataku jest równe 0,1 - 0,2, a przy radiolokacyjnym 0,4 - 0,5.

Jeżeli uwzględnimy pozostałe prawdopodobieństwo cząstkowe charakteryzujące skuteczność i niezawodność uzbrojenia i wpływające na efektywność wykonania zadania osłony oczywiste jest, że taki wariant patrolowania jest mało skuteczny. Stąd też najbardziej celowo jest patrolować pod kątem  $90^\circ$  do przypuszczalnej trasy lotu celów powietrznych. W tym wypadku prawdopodobieństwo wyjścia do ataku przy wzrokowym wykrywaniu wzrasta do 0,3, a przy radiolokacyjnym do 0,7.

W ten sposób za pomocą przytoczonych wzorów można ocenić skuteczność przechwytywania z patrolowania, dokonać wyboru optymalnych warunków poszukiwania, określić ilość sił potrzebnych do poszukiwania w ustalonym rejonie oraz ocenić przewidywany wynik działań.

Wydrukowano w 30 egz.

Egz.Nr 1-30 Bibl.Nauk OZS

Wyk.plk Dworak

Druk ASG WP nr pf 415/pf 1637/WW

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP  
Archiwum Dział Zbiorów Specjalnych

~~948~~  
64894

