

Grey Scale #13



A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP  
im. gen. broni Karola Świerczewskiego

KATEDRA TAKTYKI WOJSK OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

ASG wewn. 3365/78



~~OD DZIAŁU  
SŁUŻBOWEGO~~

Egz. Nr. 1

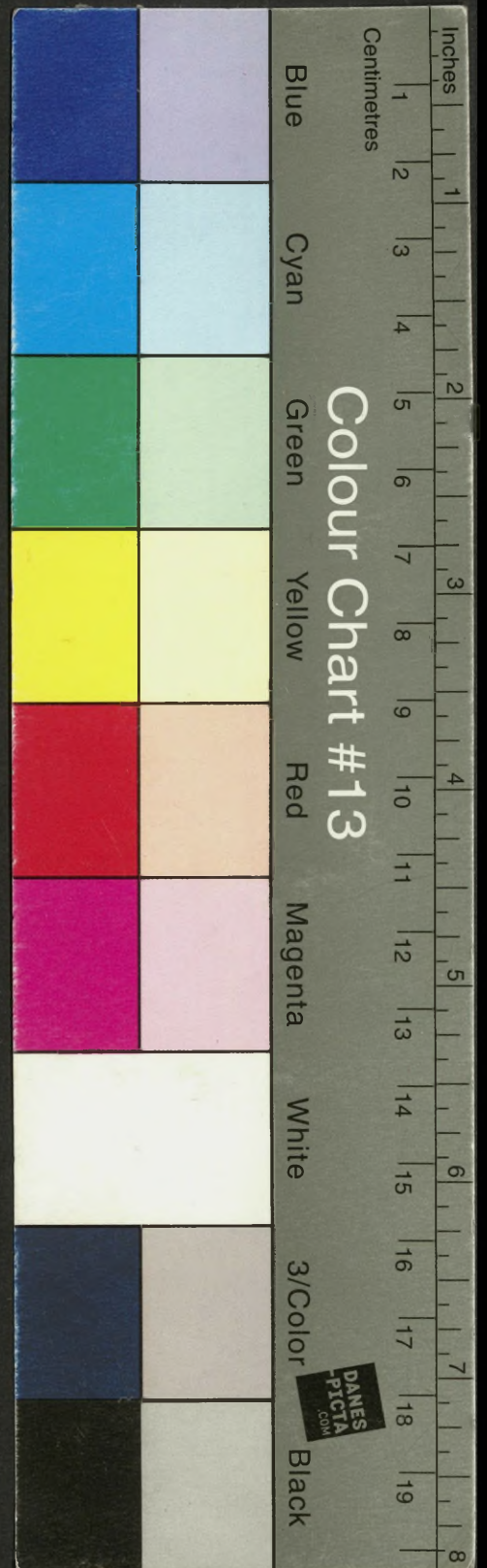
Możliwości bojowe środków  
obrony przeciwlotniczej

(przedruk materiału opracowanego przez  
Szefostwo Wojsk Obrony Przeciwlotniczej)

~~PL 41308~~  
BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP  
Archiwum Biuletynów Specjalnych  
Nr ewid. \_\_\_\_\_

WARSZAWA

1978



**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP**  
**im. gen. broni Karola Świerczewskiego**

**KATEDRA TAKTYKI WOJSK OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ**

ASG wewn. 3365/78



~~GO DZTYKU  
SŁUŻBOWEGO~~



Egz. Nr.....1

**Możliwości bojowe środków  
obrony przeciwlotniczej**

(przedruk materiału opracowanego przez  
Szefostwo Wojsk Obrony Przeciwlotniczej)

~~PL 41308~~  
BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP  
Archiwum Biuletynów Specjalnych  
Nr ewid. \_\_\_\_\_





## Możliwości bojowe pododdziałów, oddziałów i związków raket plot. i artylerii przeciwlotniczej

### Pojęcie możliwości bojowych naziemnych środków obrony przeciwlotniczej

Pod pojęciem "możliwości bojowe naziemnych środków obrony przeciwlotniczej" rozumiemy zbiór wskaźników określających ich zdolność do wykonywania zadań osłony wojsk i innych obiektów przed uderzeniami z powietrza.

Obiektywne uwzględnianie możliwości w konkretnych warunkach sytuacji jest podstawą do podejmowania decyzji odnośnie użycia bojowego posiadanych sił i środków, uzasadnionego określania zadań bojowych, najbardziej celowego tworzenia ugrupowań bojowych, budowy systemu ognia, organizacji współdziałania i rozwiązywania innych problemów związanych z organizacją i prowadzeniem obrony przeciwlotniczej.

Podstawowe wskaźniki możliwości bojowych można podzielić na następujące grupy:

- wskaźniki przestrzenne określające na jakiej przestrzeni mogą być wykonywane zadania bojowe;
- wskaźniki czasowe określające długotrwałość wykonywania zadań bojowych;
- wskaźniki efektywności bojowej określające możliwości niszczenia środków napadu powietrznego, jakość wykonywania zadań osłony wojsk i innych obiektów przed uderzeniami z powietrza.

Działania bojowe pododdziałów, oddziałów i związków wojsk OPL obejmują dwa główne elementy: prowadzenie ognia do celów powietrznych i manewr na polu walki. Z tego powodu możliwości bojowe charakteryzują się ogniowymi i manewrowymi możliwościami.

#### Ocena ogniowych możliwości naziemnych środków OPL

Podstawowym przestrzennym wskaźnikiem ogniowych możliwości pododdziałów, oddziałów i związków wojsk OPL lub ich ugrupowania złożonego z pododdziałów, oddziałów i związków uzbrojonych w przeciwlotnicze zestawy różnych typów są rozmiary strefy rażenia /ostrzału/. Strefa rażenia /ostrzału/ określa odległości, wysokości i parametry kursowe, na których możliwe jest ostrzelanie celów powietrznych i ich niszczenie z prawdopodobieństwem nie mniejszym od założonego.

W czasie organizacji obrony przeciwlotniczej może zaistnieć potrzeba określenia rejonu /obszaru/ osłony lub frontu osłony wojsk przed uderzeniami z powietrza.

Rejon /obszar/ osłony - terytorium, na podejściach do którego przeciwlotniczy pododdział rakietowy lub ugrupowanie złożone z pododdziałów uzbrojonych w zestawy jednego lub różnych typów może niszczyć cele powietrzne do rozpoczęcia ich oddziaływania na wojska i obiekty znajdujące się w granicach tego terytorium /obszaru/.

Rozmiary rejonu /obszaru/ osłony zależą od odległości rażenia zestawów, ugrupowania bojowego oddziałów /związków/ rakiet przeciwlotniczych, od wysokości i prędkości lotu nieprzyjaciela powietrznego oraz od stosowanych przez niego środków rażenia.

Promień rejonu /obszaru/ osłony pododdziału rakiet przeciwlotniczych w czasie odpierania uderzeń lotnictwa przeciwnika przy stosowaniu broni jądrowej określa się według wzoru /1/ /rys. nr 1/.

$$R_0 = R_s - r_j + A_0 + A_c / \quad /1/$$

gdzie:  $R_0$  = promień rejonu /obszaru/ osłony pododdziału;

$R_s$  = promień płaskiej strefy rażenia zestawu na określonej /obliczeniowej/ wysokości;

$r_j$  = promień rażącego działania bomby jądrowej;

$A_0$  = odstęp bombardowania dla przyjętej w obliczeniach wysokości i prędkości celu powietrznego;

$A_c$  = droga celu w okresie jego ostrzeliwania serią rakiet:

$$A_c = v_c \tau_{or} / \gamma - 1/;$$

gdzie:  $v_c$  = prędkość celu powietrznego;

$\tau_{or}$  = odstęp czasu pomiędzy wybuchami rakiet plot.;

$\gamma$  = liczba rakiet w serii.

Oczywiste jest, że określanie rejonu /obszaru/ osłony ma sens jedynie w odniesieniu do pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych uzbrojonych w zestawy mogące, ze względu na zasięg, niszczyć cele na podejściach do osłanianych wojsk i innych obiektów /"Krug", "Kub"/.

Najlepiej określać rejon /obszar/ osłaniany przez określone ugrupowanie przeciwlotniczych pododdziałów raketowych na podstawie mapy. W tym celu, mając wrysowane na mapę ugrupowanie bojowe oddziału /związku/ rakiet przeciwlotniczych, z punktów znajdowania się ogniowych pododdziałów wykreśla się kręgi do przecięcia się z sobą o promieniu  $R_0$ ; w ten sposób otrzymamy ogólną granicę strefy osłony. Porównując położenie strefy osłony z położeniem osłanianych wojsk można ocenić na ile ugrupowanie bojowe oddziału /związku/ rakiet przeciwlotniczych odpowiada postawionemu zadaniu.

W czasie organizacji obrony przeciwlotniczej celowo jest ocenić także szerokość frontu, na którym osłaniane są wojska w czasie odpierania uderzeń nieprzyjaciela powietrznego z interesującego nas kierunku.

Front osłony - szerokość pasa udziału ugrupowania środków OPL w odparciu nieprzyjaciela powietrznego. Można go określić na podstawie wzoru /2/:

$$F_0 = F_u + 2 P_{\max} \quad /2/$$

gdzie:  $F_0$  - front osłony;

$F_u$  - front rozmieszczenia ugrupowania bojowego określany z mapy;

$P_{max}$  - graniczny parametr kursowy przeciw -  
lotniczego zestawu raketowego /arty-  
leryjskiego/.

Znając front osłony i rozmieszczenie osłania -  
nych wojsk można także ocenić czy ugrupowanie bo -  
jowe środków OPL odpowiada postawionemu zadaniu bo -  
jowemu.

Głównymi czasowymi wskaźnikami możliwości og -  
niowych przeciwlotniczych pododdziałów /zestawów/  
jest czas zużyty na strzelanie do jednego celu  $\tau_s$   
i czas przeniesienia ognia na kolejny cel  $\tau_p$ , za -  
leżny od czasu poszukiwania celu i przygotowania  
strzelania.

Suma tych czasów nazywa się długotrwałością cy -  
klu strzelania danego zestawu przeciwlotniczego  $\tau_c$   
i charakteryzuje jego zdolność do kolejnego ostrze -  
liwania celów w czasie odpierania zmasowanego na -  
lotu:

$$\tau_c = \tau_s + \tau_p \quad /3/$$

Ważnym wskaźnikiem czasowym możliwości ognio -  
wych pododdziałów przeciwlotniczych jest czas  
przejścia w gotowość do otwarcia ognia z różnych  
stopni gotowości. Zależy on od właściwości uzbroje -  
nia i poziomu wyszkolenia stanu osobowego.

Jednym ze wskaźników możliwości ogniowych pod -  
oddziałów, oddziałów i związków oraz ugrupowań  
środków OPL różnego typu jest liczba celów, które  
mogą być ostrzelane jednocześnie /w ciągu cyklu  
strzelania/ i w określonym czasie /nalot/ wydzielono-

ną ilością rakiet /amunicji/.

Liczba celów, które mogą być ostrzelane jednocześnie jest uzależniona od liczby pododdziałów /jednostek ogniowych lub kanałów celowania/ mogących samodzielnie wykonywać zadania niszczenia celów powietrznych. Obecnie przyjmuje się jako jeden kanał celowania:

- baterię "Krug" /"Kub", S-60/;
- wóz bojowy "Osa" /"Strzała-1"/;
- armatę przeciwlotniczą ZSU-23-4 "Szyłka";
- pluton przeciwlotniczych karabinów maszynowych /armat ZU-23-2/;
- drużynę strzelców przeciwlotników "Strzała-2".

Liczba celów powietrznych, które mogą być ostrzelane w określonym czasie /nalot/ zależy od długotrwałości nalotu, cyklu strzelania, danych zestawów przeciwlotniczych oraz od ilości rakiet /amunicji/ będących w dyspozycji artylerii przeciwlotniczej, oprócz tego - od dopuszczalnego reżimu ognia, uzależnionego od przegrzewania się luf.

Porównując liczbę celów, które mogą uczestniczyć w nalocie w okresie cyklu strzelania zestawów przeciwlotniczych, z liczbą celów, które można ostrzelać jednocześnie lub ilość celów biorących udział w nalocie, z liczbą celów, które mogą być ostrzelane w czasie jego odpierania, jesteśmy w stanie ocenić jaka część atakującego lotnictwa będzie poddana oddziaływaniu naziemnych środków OPL i jakie są możliwości ześrodkowania ognia do naj -

ważniejszych celów. Należy jednak pamiętać, że stosując ten wskaźnik możliwości ogniowych środków OPL nie uwzględniamy wyników działania ogniowego, jego efektywności.

Najpełniej można określić ogniowe możliwości z uwzględnieniem licznych czynników złożonej walki z nieprzyjacielem powietrznym, w dostępnym stopniu dokładności, przez ocenę efektywności bojowej pododdziału, oddziału i związku lub zgrupowania środków OPL różnego typu.

Ocena efektywności bojowej zgrupowania środków OPL polega na obliczeniu wskaźników efektywności, dzięki którym dowódca organizując obronę przeciwlotniczą może otrzymać określony obraz o możliwościach bojowych rozpatrywanego zgrupowania w celu najbardziej korzystnego jego ugrupowania oraz organizacji walki z nieprzyjacielem powietrznym.

Wskaźnikiem najpełniej odzwierciedlającym sens wykonywanego zadania bojowego, jest prawdopodobieństwo wykonania tego zadania i osiągnięcia określonego wyniku. Obecnie jednak wskaźnik ten stosuje się tylko do oceny efektywności bojowej pododdziałów lub zestawów przeciwlotniczych /określa się prawdopodobieństwo zniszczenia celu w określonych warunkach strzelania/.

Jako wskaźnik efektywności bojowej zgrupowania środków OPL można wykorzystywać straty osłanianych wojsk od uderzeń z powietrza zażegnane na skutek działalności środków obrony przeciwlotniczej. Zażegnane straty oblicza się jako różnicę strat osła-

nianych wojsk spowodowanych uderzeniami z powietrza w razie braku systemu obrony przeciwlotniczej oraz strat powstałych w przypadku jego istnienia. Określenie jednak i tego wskaźnika nie wyszło poza ramy specjalnych badań naukowych.

Obecnie w charakterze głównego wskaźnika efektywności bojowej zgrupowania środków OPL wykorzystuje się nadzieję matematyczną ilości zestrzelonych samolotów /średnia oczekiwana ilość zestrzelonych samolotów/. Zakłada się przy tym, że między ilością zestrzelonych samolotów i zażegnanymi stratami osłanianych wojsk wskutek działalności środków OPL istnieje prosta proporcjonalność.

W celu obliczenia efektywności bojowej zgrupowania środków OPL należy uwzględniać szereg czynników związanych z sytuacją: ilość samolotów biorących udział w nalocie, kierunek nalotu, jego ugrupowanie, wysokości i prędkości lotu celów powietrznych, środki i sposoby przeciwdziałania w odniesieniu do systemu obrony przeciwlotniczej; obecność środków OPL, ich właściwości bojowe, stan rakiet /amunicji/; warunki terenowe, pogody, porę doby i inne. Wiele z wymienionych czynników dowódca musi prognozować na podstawie nabytego doświadczenia.

Zadanie to można rozwiązać dwiema metodami: analityczną i statystyczną /metoda modelowania statystycznego/.

Statystyczna metoda ma większe możliwości uwzględnienia różnych czynników działań bojowych środków OPL a w związku z tym, większą dokładność

obliczeń w porównaniu do metody analitycznej. Wykorzystanie jednak tej metody wymaga posiadania EMC, dlatego też stosowana ona jest w wyższych sztabach oraz w czasie przeprowadzania badań naukowych.

Analityczna metoda polega na obliczaniu wskaźników efektywności według specjalnego algorytmu, w którym w większym lub mniejszym stopniu uwzględnia się stałe i przypadkowe czynniki wpływające na efektywność ugrupowania. Przypadkowe czynniki przy tym uwzględnia się przez średnie znaczenie wyników ich oddziaływania w ciągu całego okresu działań bojowych.

Obecnie opracowano szereg metodyk analitycznych, uwzględniających w różnym stopniu czynniki sytuacji bojowej mające wpływ na efektywność ugrupowania środków OPL.

Najprostszym wzorem /4/ do obliczenia wskaźnika możliwości ogniowych jest:

$$M = \frac{nC}{\gamma} R K_d K_s \quad /4/$$

- gdzie: M - średnia ilość zestrzelonych samolotów w okresie cyklu strzelania, w czasie odpierania interesującego nas nalotu lub do chwili zużycia posiadanego zapasu rakiet /amunicji/;
- n - liczba jednostek ogniowych danego typu;
- C - średnia liczba rakiet /amunicji/ w jednostce ogniowej, którą można zużyć w okresie cyklu strzelania, w czasie odpierania nalotu lub do chwili zużycia posiadanego zapasu rakiet /amunicji/;
- $\gamma$  - średnia liczba rakiet /amunicji/ zużywanych w czasie strzelania przez jednostkę ogniową;

- R - prawdopodobieństwo zniszczenia samolotu podczas strzelania z uwzględnieniem zakłóceń i manewru celów;
- $K_d$  - współczynnik dowodzenia uwzględniający ewentualne zwiększenie zużycia rakiet /amunicji/ ze względu na niedoskonałość zestawu kierowania ogniem /na podstawie doświadczeń  $K_d = 0,8$ /;
- $K_s$  - współczynnik uwzględniający straty środków OPL związane z działalnością nieprzyjaciela /w zależności od sposobu przeciwdziałania, szczególnie od stosowanych środków rażenia, przyjmujemy  $K_s = 0,75-0,8$ /.

Po nabyciu doświadczenia bojowego średnia oczekiwana liczba zniszczonych celów może być określona według wzoru /5/:

$$M = \frac{nC}{Q_z}, \quad /5/$$

gdzie:  $Q_z$  - średnie statystyczne zużycie rakiet /amunicji/ na zniszczenie jednego celu.

Przedstawione wzory pozwalają na określenie średniej oczekiwanej ilości zestrzelonych samolotów zakładając, że skład i ugrupowanie pozwalają na udział wszystkich pododdziałów OPL w jego odpięciu z maksymalnym wykorzystaniem możliwości ogniowych każdego z nich.

Na podstawie przedstawionych wzorów możemy otrzymać przybliżoną wartość maksymalnych możliwości ugrupowania środków OPL. Realne możliwości będą niższe od maksymalnych, przede wszystkim ze względu na dobór przez przeciwnika takiego sposobu działania, który by pozwolił na zmniejszenie

strat od ognia środków OPL /wybór niewygodnych dla systemu obrony przeciwlotniczej kierunków, wysokości i czasu uderzenia; pokonywanie obrony przeciwlotniczej w zacieśnionym w czasie i przestrzeni szyku itp./. Dlatego w praktyce otrzymane za pomocą opisaney metody wyniki mogą być wykorzystywane w ograniczonym zakresie, przede wszystkim dla porównawczej oceny efektywności zgrupowań środków OPL /na przykład na głównym i innych kierunkach działań wojsk/.

Jedną z analitycznych metodyk oceny efektywności bojowej zgrupowań środków OPL, pozwalających w większym stopniu uwzględniać warunki walki z nieprzyjacielem powietrznym, aniżeli przedstawione wyżej, jest mimo także przybliżonych danych, metodyka opracowana przez płk. Głuszanowskiego z Akademii Wojsk OPL Wojsk Lądowych AR w Kijowie.

Niech na grupę złożoną z  $N_1$  samolotów działa  $n$  jednostek ogniowych jednego typu, z których każda wybiera cel do ostrzału z jednakowym prawdopodobieństwem równym  $\frac{1}{N_1}$ . Jeżeli oznaczymy umowne prawdopodobieństwo rażenia samolotu przez  $R$ , to prawdopodobieństwo jego rażenia choćby jedną jednostką ogniową /liczbowo równe części zniszczonych samolotów/ znajdziemy z wyrażenia /6/:

$$\mu = 1 - \left(1 - \frac{R}{N_1}\right)^n \quad /6/$$

Przy większych wartościach  $N_1$  i małych  $R$ , co ma miejsce w praktyce, wzór ten może być zastąpiony wyrażeniem /7/:

$$\mu = 1 - e^{-\frac{nR}{N_1}} \quad /7/$$

gdzie:  $e = 2,72$  - podstawa logarytmu naturalnego.

W otrzymanym wzorze, obliczenia prowadzi się dla warunków nalotu, który nie jest dłuższy od cyklu strzelania  $\tau_c$ . Rozszerzmy otrzymany wzór na proces odpierania całego nalotu.

Wychodzimy z założenia, że nalot składa się z rzutów, gęstość których równa jest  $\frac{N_1}{\tau_c}$ ; między rzutami samolotów nie ma.

Dla tych warunków w mianowniku stopnia liczby  $e$  ilość samolotów w cyklu strzelania  $N_1$  zastępujemy liczbą samolotów w nalocie  $N$ . Odpowiednio licznik należy zwiększyć  $s$  razy / $s$  - ilość strzelań wykonywanych przez jednostkę ogniową za okres odpierania nalotu/.

Otrzymamy wyrażenie /8/:

$$\mu = 1 - e^{-\frac{nsR}{N}} \quad /8/$$

Iloczyn ilości strzelań, liczby jednostek ogniowych i prawdopodobieństwa rażenia nazwiemy liczbą strzelań rażeniowych  $m$ , wówczas:

$$\mu = 1 - e^{-\frac{m}{N}} \quad /9/$$

gdzie:  $m = usR$ .

Rozpatrzmy składowe otrzymanych wzorów.

Liczbę samolotów uczestniczących w nalocie  $N$  przyjmuje się na podstawie prognozowania.

W celu określenia liczby jednostek ogniowych n zestawów każdego typu biorących udział w odparciu nalotu, nanosimy na mapę ugrupowanie oraz prawdopodobny pas nalotu. Wychodząc z położenia jednostek ogniowych, ich zakresu wysokości i granicznego parametru kursowego, określa się liczbę jednostek ogniowych mogących brać udział w odparciu nalotu. Uwzględnia się przy tym, że w toku nalotu część jednostek ogniowych nie będzie brała udziału w walce ze względu na oddziaływanie ogniowe nieprzyjaciela /prawdopodobne straty w zależności od warunków mogą sięgać 20-25%/.

Ilość strzelań wykonywanych przez jednostkę ogniową w okresie odpierania nalotu o czasokresie trwania  $T$  /czas ten równy jest czasowi trwania nalotu bez odstępów między rzutami/ będzie uzależniona od zapasu rakiet  $C$  i zużycia  $\delta$  rakiet w czasie strzelania lub od możliwości jednostki ogniowej co do kolejnego ostrzału celów, a mianowicie:

$$S = \min \left/ \frac{C}{\delta}; \frac{T}{T_c} \right/ , \quad /10/$$

gdzie:  $\min$  - oznacza, że przyjmuje się mniejszą z liczb ujętych w nawiasach;

$T_c$  - czas trwania cyklu strzelania.

Liczbę niszczących strzelań zgrupowania zestawów różnych typów określa się przez sumowanie liczb każdego typu:

$$m = m_1 + m_2 + \dots \quad /11/$$

Prawdopodobieństwo zniszczenia samolotu oblicza się na podstawie znanego wzoru:

$$R = 1 - /1 - K_z R_1/^\gamma, \quad /12/$$

gdzie:  $K_z$  - współczynnik zmniejszenia prawdopodobieństwa zniszczenia celu jedną raketą  $R_1$  wskutek zakłóceń i manewru celu./Według obliczeń dla średnich warunków  $K_z = 0,6/$ . Intensywne przeciwdziałanie nieprzyjaciela powietrznego może zmniejszyć /na podstawie doświadczeń wojny w Wietnamie/ współczynnik  $K_z$  do 0,25.

Jeżeli strzelanie już się odbyło, prawdopodobieństwo w mniejszym stopniu zależy od ugrupowania środków OPL oraz szyku nalotu, w obliczeniach możliwości bojowych stosuje się wówczas zawczasu obliczoną wartość.

W artylerii przeciwlotniczej wygodnie jest przyjmować wartość  $\gamma$  jako liczbę kanałów celowania prowadzących ogień do jednego samolotu, natomiast wartość  $C$  - jako liczbę strzelań, która może być wykonana przez jednostkę ogniową przy wykorzystaniu posiadanego zapasu amunicji.

Obliczenia efektywności środków OPL prowadzi się na specjalnym formularzu, w którym pokazano umowne oznaczenia poszczególnych wartości i sposób ich obliczenia /tabela 1/.

Cyfry w nawiasach odpowiadają numerowi wiersza. Na przykład oznaczenia /2/:/7/ znajdujące się w ósmym wierszu oznaczają, że wielkość zapisaną w drugim wierszu dzieli się na wielkość zapisaną w siód-

Tabela 1

Ozna- czenia	Numer wier- sza	Działania z wierszami	Z e s t a w y			
			S-60	"Strza- ła-1"	"Szyłka"	"Strza- ła-2"
N	1		50			
T	2		7			
n	3		3	3	2	1
C	4		8	4		6
$\gamma$	5		1	2	1	2
R	6		0,12	0,42	0,15	0,28
$\tau_c$	7		1,5	0,7	0,6	0,4
T: $\tau_c$	8	/2/:/7/	4,7	10,0	11,7	17,5
C: $\gamma$	9	/4/:/5/	8,0	2,0	10,0	3,0
S	10	min /8/. /9/	4,7	2,0	10,0	3,0
nsR	11	/3/./6/./10/	1,7	2,5	3,0	3,4
m	12	$\sum/11/k$			10,6	
$\mu$	13	/1/i/2/.nomogr.			19	
M	14	0,01./1/./13/			9,5	

mym, wynik natomiast wpisuje się do ósmego wiersza.

Do wyliczeń według wzoru  $1 - e^{-\frac{m}{N}}$  wykorzystuje się nomogram /rys. 2/. Jeżeli wartości  $m$  lub  $N$  wychodzą poza granice, dla których opracowano nomogram, wówczas należy pomnożyć  $m$  i  $N$  przez liczbę  $a$  / $a$  wybiera się o takiej wielkości, aby wartości  $am$  i  $aN$  mieściły się w granicach skali/.

W przedstawionej metodyce w celu uproszczenia obliczeń przyjęto szereg założeń: samoloty w naloocie lotnictwa przeciwnika rozmieszczone są równomiernie według frontu, głębokości i wysokości; wszystkie typy zestawów przeciwlotniczych mogą brać udział w odparciu nalotu; wszystkie cele są równoznaczne; wybór celu do ostrzału jest wykonywany na podstawie decyzji dowódców pododdziałów w miarę wchodzenia celu w strefę ostrzału /startu/ i inne.

Oprócz tego przedstawiona metodyka daje najbardziej zbliżone wyniki do obliczeń wykonywanych bardziej skomplikowanymi sposobami z wykorzystaniem EMC /błąd nie przewyższa 25-30%/.

Obliczenie możliwości bojowych powinno być zakończone dokładną analizą, odsiewem drugorzędnych danych i przemyślaną formą ich przedstawienia. Formą taką może być schemat, na którym możliwości ogniowe każdego typu środków OPL pokazuje się w zależności od głębokości przenikania środków nieprzyjaciela powietrznego. Głębokość może charakteryzować się na przykład, trzema rubieżami: linią frontu, rubieżą rozmieszczenia drugich rzutów i odwołów oraz rubieżą rozmieszczenia głównych obiektów tyłowych.

#### Ocena manewrowych możliwości środków OPL

Możliwości manewrowe określają zdolność pododdziałów, oddziałów i związków rakiet i artylerii przeciwlotniczej do osłony wojsk w marszu i w czasie manewru w walce. Charakteryzują je: czas nie -

zbędny dla pododdziałów do zajęcia i opuszczenia stanowisk startowych i ogniowych, prędkość przegrupowania, zdolność pokonywania przeszkód i obciążenie dopuszczalne przepraw, zasięg wykonania marszu.

Współczesne przeciwlotnicze zestawy raketowe i artyleryjskie w zależności od możliwości manewrowych mogą być podzielone na dwie grupy.

Do pierwszej należy zaliczyć samobieżne /"Osa", "Strzała-1", ZSU-23-4, ZSU-57-2/, przenośne/"Strzała-2"/ i holowane /ZU-23-2, PKM-2 i S-60 w razie strzelania z celownikiem/ zestawy zdolne do prowadzenia ognia do celów powietrznych w ruchu i krótkich przystanków. Zdolność pokonywania przeszkód i prędkość przegrupowania się wymienionych zestawów są analogiczne do wskaźników osłanianych wojsk, co w połączeniu z możliwością prowadzenia ognia w marszu lub z krótkich przystanków pozwala zapewnić im ciągłą osłonę w marszu i w czasie manewru w walce przez przegrupowywanie się pododdziałów przeciwlotniczych w sztykach marszowych, przedbojowych i bojowych osłanianych wojsk.

Do drugiej grupy należą samobieżne /"Krug" i "Kub"/ i holowane /S-75 oraz S-60 przy strzelaniu z ZRP/ zestawy, które mogą prowadzić ogień do celów powietrznych tylko po ich rozwinięciu na stanowisku startowym /ogniowym/. Oddziały i związki uzbrojone w te zestawy mogą zapewniać ciągłą osłonę manewrujących wojsk tylko przez kolejne przegrupowywanie swych pododdziałów /oddziałów/. W celu osiągnięcia ciągłości osłony nacierających wojsk

przez te oddziały i związki muszą być spełnione dwa następujące warunki:

- osłaniane wojska, za czas przesuwania kolejnych baterii do przodu nie powinny wyjść poza granice rejonu osłanianego przez pozostałe na stanowiskach pododdziały rakiet przeciwlotniczych małego /średniego/ zasięgu lub poza granice strefy ostrzału pozostałych na stanowiskach pododdziałów artylerii plot. uzbrojonych w zestawy S-60;
- w momencie podejścia przesuwających się baterii w rejon nowych stanowisk startowych /ogniowych/ powinno być zapewnione bezpieczeństwo przed ogniem bezpośrednim artylerii przeciwnika.

Pierwszy warunek oznacza, że czas przesuwania baterii  $t_b$  ze starych stanowisk na nowe /odległość  $2_d$ / nie przewyższa czasu poruszania się wojsk  $t_w$  na odległość  $d$  /rys. 3/.

Na tym rysunku przedstawiono położenie przedniego skraju i przegrupowywanych baterii w momencie opuszczenia stanowisk przez pododdziały drugiej linii  $\tau_0$ , ich przybycia w rejon nowych stanowisk  $\tau_1$  oraz gotowości na nowych stanowiskach  $\tau_2$ .

Czas przegrupowania baterii jest równy:

$$t_b = t_0 + \frac{K_{dr} \cdot 2_d}{v_b} + t_z \quad /13/$$

gdzie:  $t_0$  i  $t_z$  - czas opuszczania i zajmowania stanowiska;

$v_b$  - prędkość poruszania się baterii /z uwzględnieniem zdolności pokonywania przeszkód terenowych, pory roku i doby i charakteru terenu/;

$K_{dr} = K_1 \cdot K_2$ ;

$K_1$  - współczynnik pofałdowania terenu i krętości drogi marszu wskazany w tabeli nr 2;

$K_2$  - współczynnik uwzględniający różnicę drogi w razie poruszania się po prostej i po najbliższej drodze /dla europejskiej sieci dróg równy 1,15 - 1,20/.

Tabela nr 2

Rodzaj terenu	Współczynnik pofałdowania i krętości $K_1$		
	1:200000	1:100000	1:50000
Górzysty /mocno pofałdowany/	1,25	1,20	1,15
Pagórkowaty /średnio pofałdowany/	1,15	1,10	1,05
Równinny /słabo pofałdowany/	1,05	1,00	1,00

Czas poruszania się wojsk  $t_w$  nacierających w tempie  $V_w$  na głębokość  $d$  jest równy:

$$t_w = \frac{d}{V_w} \quad /14/$$

Podstawiając wartości czasów do nierówności  $t_b \leq t_w$  i rozwiązawszy je w stosunku do  $d$  otrzymamy:

$$d_1 \geq \frac{V_b \cdot V_w / t_0 + t_z}{V_b - 2 V_w K_{dr}} \quad /15/$$

Indeks 1 wskazuje, że wielkość  $d$  odpowiada pierwszemu warunkowi ciągłości osłony.

Drugi warunek oznacza, że do momentu podejścia przegrupowujących się baterii do rejonu nowych stanowisk przedni skraj znajduje się w odległości nie mniejszej od dopuszczalnej  $l_b$  /rys. 4/.

W czasie rozwijania baterii przedni skraj przesuwa się o wielkość  $V_w t_z$ .

Jeżeli do chwili osiągnięcia gotowości przez baterię obiekty osłony, oddalone od przedniego skraju o wielkość  $L$ , zapewniającą nieprzyjacielowi bezpieczeństwo podczas uderzeń z powietrza wykonywaną bronią jądrową, nie wyjdą ze strefy osłony baterii pierwszej linii znajdujących się na stanowiskach, wówczas warunek ciągłości osłony będzie zachowany. Tę zależność z. rys. 4 można zapisać w postaci:

$$d_2 \leq R_0 + L - \sqrt{V_w t_z} + l_b / \quad /16/$$

Promień osłony  $R_0$  /patrz rys. 1/ znajdujemy na podstawie wzoru /1/ przedstawionego na str. 5.

Wykonanie obu warunków ciągłości oznacza jednocześnie wykonanie obu nierówności tzn.

$$\frac{V_b V_w / t_o + t_z /}{V_b - 2 K_{dr} V_w} \leq d \leq R_0 + L - \sqrt{V_w t_z} + l_b / \quad /17/$$

W razie granicznego tempa natarcia wojsk, kiedy jeszcze zabezpieczona jest ciągłość ich osłony metodą kolejnego przegrupowywania baterii, nierówność przekształca się w równość.

Rozwiązawszy wyrażenie:

$$\frac{V_b V_w / t_o + t_z /}{V_b - 2 K_{dr} V_w} = R_o + L - /V_w t_z + l_b/ \quad /18/$$

odnośnie szukanej prędkości poruszania się wojsk otrzymamy równanie kwadratowe:

$$V_w^2 - \left\{ \frac{V_b}{K_{dr}} \left[ \frac{t_o}{t_z} + 2 \right] + \frac{R_o - l_b + L}{t_z} \right\} V_w + \frac{V_b}{2 K_{dr}} \cdot \frac{R_o - l_b + L}{t_z} = 0 \quad /19/$$

Orientacyjny charakter planowanego tempa na - tarcia pozwala na zastosowanie pewnych uproszczeń. Przyjawszy w przybliżeniu:

$$t_o \cong 0,75 t_z;$$

$$K_{dr} \cong 1,25$$

i wprowadziwszy oznaczenie

$$W = \frac{R_o - l_b + L}{t_z},$$

otrzymamy:

$$V_w^2 - /1,1 V_b + W/ V_w + 0,4 V_b W = 0 \quad /20/$$

Graniczne tempo natarcia wojsk, przy którym zabezpiecza się ich ciągłą osłonę przez oddział /związek/ przeciwlotniczy określa się na podstawie nomogramu /rys. nr 5/.

Wskaźniki możliwości manewrowych wykorzystuje

się w czasie planowania przegrupowania oddziałów /związków/ rakiet i artylerii przeciwlotniczej w natarciu. Najpierw znajdujemy graniczne tempo natarcia wojsk, przy którym zabezpieczona jest ciągłość osłony w danych warunkach sytuacji. Jeżeli okaże się, że planowane tempo natarcia jest wyższe od granicznego dążymy do zapewnienia ciągłej osłony wojsk przez racjonalny wybór dróg marszu dla przegrupowania, zwiększenia prędkości marszu, skrócenia czasu opuszczania i zajmowania stanowisk, jeżeli jest to możliwe. W przypadku, gdy nie uda się zabezpieczyć ciągłości osłony wojsk przy planowanych tempach, podejmuje się decyzję, na jakich najważniejszych rubieżach powinny być one osłaniane całością lub większą częścią pododdziałów OPL.

Przed planowaniem przesunięć precyzuje się dane wyjściowe: ugrupowanie bojowe oddziału w rejonie wyjściowym, wymagane położenie stanowisk na ważniejszych rubieżach oraz wielkości:

- $R_0$  - promień osłony;
- $L$  - oddalenie głównych obiektów osłony od przedniego skraju;
- $l_b$  - minimalne dopuszczalne oddalenie stanowisk startowych /ogniowych/ od przedniego skraju;
- $t_0$  i  $t_z$  - czas opuszczania i zajmowania stanowisk przez baterie;
- $V_b$  i  $V_w$  - możliwa prędkość poruszania się baterii i tempo natarcia wojsk;
- $K_1$  - współczynnik pofałdowania terenu i krętości dróg marszu.

Następnie planuje się pierwszą zmianę stanowiska startowego pierwszej baterii /stanowisk grupy baterii/:

1. Po odłożeniu od najbliższej baterii pierwszej linii wielkości  $R_0 + L$ , znajdujemy rubież gotowości tzn. linię terenową, po osiągnięciu której przez wojska przegrupowywana bateria powinna być gotowa na nowym stanowisku /rys. 6/.

2. Po odłożeniu od rubieży gotowości w stronę własnych wojsk

$$l_s = l_b + v_w t_z, \quad /21/$$

otrzymujemy rubież, na której powinno być wybierane nowe stanowisko /rys. 7/.

3. Po wyborze stanowiska, określamy drogę marszu baterii ze starego stanowiska na nowe i mierzymy jej długość  $S_b$ .

4. Po odliczeniu czasu marszu baterii

$$t_m = \frac{K_1 \cdot S_b}{v_b}, \quad /22/$$

znajdujemy czas gotowości baterii na nowym stanowisku

$$t_b = t_0 + t_m + t_z, \quad /23/$$

5. Odłożywszy od nowego stanowiska wielkość

$$l_0 = v_w \cdot (t_0 + t_m) - l_b, \quad /24/$$

otrzymujemy rubież opuszczenia stanowiska, po osiągnięciu której przez wojska podaje się komendę baterii /grupie baterii/ do opuszczenia stanowiska /rys. 8/.

6. Po określeniu umownego sygnału do rozpoczęcia przegrupowania wpisujemy go oraz czas gotowości baterii na nowym stanowisku obok rubieży opuszczenia stanowiska.

Następnie w takiej samej kolejności planuje się przegrupowanie pozostałych baterii w toku dalszego natarcia.

Z chwilą, gdy planowanie kolejnego przegrupowania osiągnie stanowisko, które nakazano zająć na odpowiedzialnej rubieży, dokonuje się korekty kolejności przegrupowania /patrz rys. 9/.

W przypadkach, gdy podjęto decyzję zajęcia określonego ugrupowania pododdziałów przeciwlotniczych na ważnych rubieżach, planowanie przegrupowania może się odbywać w odwrotnym porządku: dla wyznaczonych stanowisk określa się rubież opuszczenia stanowiska z wcześniej zajmowanych stanowisk.

Wskaźnikiem manewrowych możliwości w obronie jest czas od chwili gotowości na jednym stanowisku /w jednym rejonie pozycyjnym/ do gotowości na drugim stanowisku /w nowym rejonie pozycyjnym/. Czas ten określa się zależnością:

$$t = t_0 + \frac{K_1 S_b}{v_b} + t_z, \quad /25/$$

gdzie:  $S_b$  - zmierzona droga marszu baterii.

Jeżeli droga marszu składa się z odcinków o różnicowanej dostępności, to ogólny czas marszu znajdujemy jako sumę oddzielnych czasów

$$t_m = K_1 \sum_i \frac{S_{bi}}{v_{bi}}, \quad /26/$$

gdzie:  $i = 1, 2, \dots$  - numer odcinka.

Otrzymaną wartość czasu wykonania manewru /marszu/ porównuje się z wyznaczoną; w razie potrzeby podejmuje się kroki w celu jego skrócenia /rozpoznanie i przygotowanie dróg marszu, zwiększenie prędkości marszu itp./.

Jednym ze wskaźników możliwości oddziału wojsk OPL odnośnie ciągłej osłony wojsk w toku walki jest współczynnik jego gotowości bojowej.

Jako współczynnik gotowości bojowej oddziału rakiet lub artylerii przeciwlotniczej  $K_{gb}$  rozumie my stosunek sumarycznego czasu przebywania wszystkich baterii na stanowisku startowym /ogniowym, w gotowości do prowadzenia ognia, do sumarycznego czasu działań bojowych wszystkich baterii oddziału. Współczynnik gotowości bojowej oddziału rakiet lub artylerii przeciwlotniczej celowo określać na każdą dobę walki. Określamy go według wzoru:

$$K_{gb} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{gb_i}}{T_{db} \cdot n}, \quad /27,$$

gdzie:  $T_{gb_i}$  - czas znajdowania się pierwszej, drugiej itd. baterii w gotowości do prowadzenia ognia;

$T_{db}$  - czas trwania działań bojowych;

$n$  - liczba baterii w oddziale.

Tak więc, ocena możliwości bojowych pododdziałów, oddziałów i związków rakiet /artylerii przeciwlotniczej/ polega na liczbowym wyrażeniu ich

właściwości - ogniowych i manewrowych możliwości. Ta ocena pozwala na prognozowanie rezultatów działań bojowych i otrzymywanie wyjściowych danych do podejmowania decyzji i planowania walki. Objętość i dokładność wyliczeń, ich treść i forma przedstawienia powinny być podporządkowane głównemu celowi - okazaniu pomocy dowódcy w wypracowaniu decyzji.

Ocena możliwości bojowych obejmuje trzy obowiązkowe etapy: przygotowanie danych wyjściowych, właściwe wyliczenia, analiza i przedstawienie wyników.

#### Możliwości bojowe samolotów myśliwskich

Możliwości bojowe samolotów myśliwskich w osłonie wojsk i innych obiektów przed uderzeniami z powietrza, tak jak w odniesieniu do środków OPL, jest to zbiór wskaźników określających ich zdolność wykonywania postawionych zadań bojowych. Charakteryzują się one przestrzennymi i czasowymi możliwościami oraz efektywnością bojową.

#### Ocena przestrzennych możliwości

Przestrzenne możliwości wykonania zadań przez samoloty myśliwskie charakteryzują się tą dziedziną użycia bojowego, której głównymi wskaźnikami są: rubieże wejścia /wyjścia/ myśliwców do walki, rubieże przechwycenia celów powietrznych, głębokość odcinków potrzebnych samolotom myśliwskim do prowadzenia walki, promienie działania taktycznego i inne.

Najmniejsza odległość potrzebnej rubieży przechwycenia od osłanianych wojsk /obiektów/ powinna wynosić:

$$S_{rp} = A_0 + r_j, \quad /28/$$

gdzie:  $A_0$  - odstęp bombardowania, odległość startu niekierowanego pocisku raketowego lub długość autonomicznego odcinka lotu pocisku raketowego klasy "powie - trze - ziemia" po jego starcie /km/;

$r_j$  - promień rażenia bomby jądrowej /km/.

W czasie organizacji współdziałania lotnictwa myśliwskiego z wojskami OPL w oddzielnych strefach działań bojowych, kiedy istnieje możliwość kończenia ataków samolotów myśliwskich do wejścia ich w strefę rażenia przeciwlotniczych zestawów raketowych, odległość rubieży wyjścia myśliwców z walki  $S_{wyj}$ . od granicy strefy rażenia przeciwlotniczych zestawów raketowych określa się na podstawie wzoru:

$$S_{wyj} = r_m + V_m / t_k + t_s / + \Delta_{RLS}, \quad /29/$$

gdzie:  $r_m$  - promień skrętu samolotu myśliwskiego /m/;

$V_m$  - prędkość lotu samolotu myśliwskiego /m/;

$t_k$  - czas podania komendy do wykonania skrętu /3/;

$t_s$  - czas spóźnienia pilota w wykonaniu komendy do skrętu /s/;

$\Delta_{RLS}$  - możliwy maksymalny błąd w określeniu położenia samolotu przez stację radiolokacyjną /m/.

Promień skrętu samolotu myśliwskiego  $r_m$  oblicza się według wzoru:

$$r_m = \frac{V_m^2}{g \cdot \operatorname{tg} \beta} \quad /30/$$

gdzie:  $V_m$  - prędkość lotu samolotu myśliwskiego /m/s/;  
 $g$  - przyspieszenie ziemskie /m/s<sup>2</sup>/;  
 $\operatorname{tg} \beta$  - tangens kąta przechylenia samolotu. Przy obliczaniu kąta przechylenia  $\beta$  zazwyczaj przyjmuje się 30, 45, 60°.

W celu zakończenia ataku celu powietrznego przez zajście z tylnej półsfery do ustalonej rubieży przechwycenia, należy wprowadzić myśliwce do walki dalej od tej rubieży o głębokość niezbędną do przeprowadzenia walki powietrznej.

Głębokość odcinka walki powietrznej  $S_{wp}$  określa się na podstawie wzoru:

$$S_{wp} = V_c / t_{zbl} + t_{at} + t_r, \quad /31/$$

gdzie:  $V_c$  - prędkość lotu celu /m/s/;  
 $t_r$  - czas lotu rakiety, wystrzelonej przez samolot myśliwski, do chwili spotkania z celem /s/;  
 $t_{at}$  - czas wykonania ataku /s/;  
 $t_{zbl}$  - czas zблиzenia /s/ równa się:

$$t_{zbl} = \frac{D_{zbl} - D_{at}}{V_{zbl}}, \quad /32/$$

gdzie:  $D_{zbl}$  - odległość punktu początkowego zблиzenia myśliwca do celu /m/;  
 $D_{at}$  - odległość początku ataku /m/;  
 $V_{zbl}$  - prędkość zблиzenia /m/s/.

W operacyjno-taktycznych obliczeniach przyjmuje się głębokość odcinka walki powietrznej na małych i średnich wysokościach równą 30 km, na dużych - 50 km.

Możliwe położenie rubieży przechwycenia w konkretnej sytuacji zależy od wielu czynników, w tym od odległości radiolokacyjnego wykrycia samolotów przeciwnika, szybkościowych i manewrowych charakterystyk myśliwców i przechwytywanych celów, sposobów działań bojowych samolotów myśliwskich i lotnictwa przeciwnika.

Możliwe położenie rubieży przechwycenia  $S_{mrp}$  dla konkretnych warunków sytuacji oblicza się na podstawie następujących wzorów:

a/ z położenia dyżurowania na lotnisku:

$$S_{mrp} = \frac{D_{wykr} - V_c / t_{pas} + t_{wz} + t_m / + m S_m}{1 + m} \quad /33/$$

gdzie:  $D_{wykr}$  - odległość do wykrytego celu z lotniska /km/;

$t_{pas}$  - czas od momentu wykrycia celu do startu myśliwca w powietrze /min./;

$t_{wz}$  - czas wznoszenia myśliwca na konieczną wysokość /min./;

$t_m$  - czas manewru myśliwca dla zajęcia tylnej półsfery i wykonania ataku /min./;

$m$  - stosunek prędkości celu i myśliwca na odcinku lotu poziomego  $/m = \frac{V_c}{V_m}$ /;

$S_m$  - pozioma składowa drogi myśliwca za czas wznoszenia /km/;

b/ z położenia dyżurowania w powietrzu:

$$S_{mrp} = \frac{D_{wykr} - V_c / t_{pas} + t_m}{1 + m} \quad /34/$$

gdzie:  $D_{wykr}$  - odległość do wykrytego celu od strefy dyżurowania w powietrzu /km/;

$t_{pas}$  - czas przekazania komendy myśliwcowi na przechwycenie i skręt samolotu myśliwskiego o  $180^\circ$  /min./.

Obliczenia wykazują, że wyniesienie strefy dyżurowania samolotów myśliwskich w powietrzu w stronę przeciwnika prowadzi do ograniczonego przesunięcia rubieży przechwycenia w tę stronę.

Tę zależność odzwierciedla wzór:

$$\Delta S = \frac{\Delta L}{1 + m} \quad /35/$$

gdzie:  $\Delta S$  - przesunięcie rubieży przechwycenia /km/;

$\Delta L$  - wyniesienie strefy dyżurowania samolotów myśliwskich w powietrzu w stronę przeciwnika /km/.

Możliwa rubież wprowadzenia samolotów myśliwskich do walki  $S_{mrw}$  różni się od możliwej rubieży przechwycenia  $S_{mrp}$  o głębokość odcinka niezbędnego do wykonania walki powietrznej i określa się według wzoru:

$$S_{mrw} = \frac{D_{wykr} - V_c / t_{pas} + t_{wz} / . + m S_m}{1 + m} \quad /36/$$

z położenia dyżurowania na lotnisku:

$$S_{mrw} = \frac{D_{wykr} - V_c t'_{pas}}{1 + m} \quad /37/$$

z położenia dyżurowania w powietrzu.

Dla myśliwców atakujących cel z przedniej półsfery rubież wprowadzenia do walki jest jednocześnie rubieżą przechwycenia.

### Ocena czasowych możliwości

Czasowe możliwości samolotów myśliwskich charakteryzują się następującymi głównymi wskaźnikami: czasem wylotu z różnych stopni gotowości bojowej, czasem osiągnięcia wyznaczonej rubieży, długotrwałością dyżurowania w powietrzu i na ziemi, czasem przygotowania do powtórnego wylotu oraz innymi.

Czas wylotu samolotów myśliwskich z różnych stopni gotowości bojowej zależy od technicznych możliwości samolotów, środków obsługi, wyszkolenia pilotów. Ustala się go w odpowiednich rozkazach. Na przykład, dla samolotu MiG-21 czas wylotu /w minutach/ z gotowości nr 1 i 2 przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Gotowość bojowa	Pojedynczy samolot myśliwski	Para	Klucz
nr 1	4	5	8
nr 2	8	12	16

Ogólna długotrwałość lotu bojowego samolotu myśliwskiego przy przechwyceniu z położenia dyżuru na lotnisku składa się ze startu, lotu do rejonu znajdowania się nieprzyjaciela powietrznego, naprowadzania lub poszukiwania, walki powietrznej i powrotu na lotnisko. Długotrwałość lotu bojowego na przechwycenie z uwzględnieniem wybranego profilu i reżimu lotu oblicza się według specjalnych instrukcji dla każdego typu samolotu.

Ogólną długotrwałość lotu bojowego  $t_{lb}$  można określić także bez posługiwania się specjalną instrukcją. W tym celu trzeba określić czas lotu do rejonu działań bojowych  $t_r$  i z powrotem  $t_{powr}$  oraz czas prowadzenia walki powietrznej  $t_{wp}$ .

$$t_{wp} = t_r + t_{powr} + t_{wp} \quad /38/$$

Czas lotu myśliwca do rejonu działań bojowych równa się

$$t_r = \frac{S_{rp}}{V_m}, \quad /39/$$

gdzie:  $S_{rp}$  - odległość rubieży przechwycenia /wprowadzenia do walki/;

$V_m$  - prędkość lotu myśliwca.

Średni czas prowadzenia walki powietrznej mieści się w granicach 3-5 min.

Czas powrotu samolotu myśliwskiego na lotnisko jest równy czasowi lotu do rejonu działań bojowych zwiększonemu o czas lądowania.

W celu określenia możliwości wykonania posta -

wionego zadania w czasie, porównuje się otrzymany ogólny czas lotu bojowego z dysponowanym czasem  $t_{dysp}$ , przy tym  $t_{lb}$  powinien być mniejszy lub równy  $t_{dysp}$ .

Czas będący w dyspozycji określa się wg wzoru:

$$t_{dysp} = \frac{2 R_T}{V_m} \quad /40/$$

gdzie:  $R_T$  - promień taktyczny samolotu myśliwskiego.

Średnią długotrwałość dyżurowania w powietrzu określa się i sprawdza w czasie próbnych badań samolotów. Udokładnia się ją dla konkretnych warunków działań bojowych w wyniku wykonania obliczeń nawigacyjnych.

Maksymalne wartości tego wskaźnika w minutach dla samolotu MiG-21 przedstawiono w poniższej tabeli:

Tabela 4

Wysokość /m/	Odległość strefy dyżurowania od lotniska /km/			
	100	200	300	400
11 000	70	60	45	30
5 000	53	43	30	18

Czas trwania dyżuru samolotów myśliwskich na lotnisku w gotowości nr 1 ustala dowódca z uwzględnieniem konkretnej sytuacji. Orientacyjnie, z zasady, nie przewyższa on jednej godziny dla każdego pilota.

Czas przygotowania samolotów myśliwskich do powtórnego wylotu zależy od typu samolotu, środków technicznej obsługi i wyszkolenia stanu osobowego. Dla samolotów MiG-21 i MiG-23 przedstawiono ten czas /min./ w poniższej tabeli:

Tabela 5

Liczba samolotów	MiG-21	MiG-23
Pojedynczy	30	50
Klucz	45	90
Eskadra	60-80	150

#### Ocena efektywności bojowej

Prawdopodobieństwo przechwycenia /zniszczenia/  $R_{prz}$  pojedynczego celu powietrznego przez jeden samolot myśliwski zależy od prawdopodobieństwa naprowadzenia lub samodzielnego poszukiwania celu przez myśliwiec  $R_{wykr}$ , prawdopodobieństwa wykonania ataku  $R_{at}$ , prawdopodobieństwa zniszczenia celu  $R_{zn}$ , prawdopodobieństwa pokonania radioprzeciwdziałania nieprzyjaciela  $R_{rp}$ , prawdopodobieństwa pokonania ogniowego przeciwdziałania przeciwnika  $R_{op}$  oraz współczynnika technicznej gotowości wykorzystywanych środków  $K_{tech}$ :

$$R_{prz} = R_{wykr} \cdot R_{at} \cdot R_{zn} \cdot R_{rp} \cdot R_{op} \cdot K_{tech} \quad /41/$$

Prawdopodobieństwo wykrycia przy naprowadzaniu z ziemi zależy od lotno-taktycznych charakterystyk

samolotu myśliwskiego charakteru i parametrów lotu celu, metody naprowadzania, taktyczno-technicznych danych stacji radiolokacyjnych i środków łączności, poziomu wyszkolenia obsługi stanowiska dowodzenia.

Prawdopodobieństwo wykrycia celu przez samolot MiG-21, określone na podstawie doświadczeń, z wykorzystaniem zautomatyzowanego systemu dowodzenia "Wozduch-1 P" wynosi 0,8-0,9, w razie naprowadzania z wynośnego wskaźnika obserwacji okrężnej stacji radiolokacyjnej 0,6-0,7.

W razie samodzielnego poszukiwania  $R_{wykr}$  na podstawie doświadczeń równa się 0,1-0,3.

Prawdopodobieństwo wykonania ataku przez samolot myśliwski zależy od dokładności naprowadzania, lotno-taktycznych danych myśliwca, taktyczno-technicznych możliwości celownika, poziomu wyszkolenia pilota, kierunku i prędkości zbliżenia myśliwca z celem oraz manewru celu. Wyraża się ono przez prawdopodobieństwo wejścia naprowadzanego myśliwca w obszar strzelania do celu powietrznego i otwarcia ognia lub startu rakiet.

W czasie naprowadzania z wykorzystaniem wskaźnika obserwacji okrężnej lub za pomocą zautomatyzowanego systemu dowodzenia "Wozduch-1P" prawdopodobieństwo ataku celu nie manewrującego dla samolotu MiG-21 przyjmuje się 0,8-0,95. W przypadku zwalczania celu manewrującego prawdopodobieństwo wykonania ataku obniża się o 20-30%.

Prawdopodobieństwo pokonania przez samolot myśliwski radioprzeciwdziałania nieprzyjaciela waha się obecnie w granicach 0,5-0,9.

Prawdopodobieństwo pokonania przez samolot myśliwski ogniowego przeciwdziałania wyraża prawdopodobieństwo niezniszczenia myśliwca przez ogień obronny przeciwnika. Jeżeli przeciwnik dysponuje obronnym uzbrojeniem, to dla myśliwca podczas ataku przyjmuje się  $R_{op} = 0,7-0,8$ . W razie użycia przez samolot myśliwski kierowanych pocisków rakietowych lub nieposiadania przez samolot nieprzyjacielski uzbrojenia obronnego  $R_{op} = 1$ .

Prawdopodobieństwo zniszczenia celu przez myśliwiec charakteryzuje efektywność oddziaływania ogniowego samolotu myśliwskiego i zależy od użytej przez niego broni, charakteru atakowanego celu /jego żywotności/, warunków użycia bojowego uzbrojenia /wysokości i prędkości lotu celu, prędkości zbliżenia myśliwca w stosunku do celu, rakursu celu w czasie wystrzelenia rakiet/ oraz wyszkolenia pilota. Prawdopodobieństwo zniszczenia pojedynczego typowego celu powietrznego przez samolot MiG-21 kierowanymi pociskami rakietowymi kształtuje się w granicach 0,75-0,95 /w zależności od typu rakiet, ilości startów bez uwzględnienia pewności i zakłóceń przeciwnika w stosunku do rakiety/.

Współczynnik gotowości technicznej określa stopień niezawodności pracy wszystkich ogniów zestawu przechwytywania /uzbrojenia i wyposażenia myśliwca, aparatury naprowadzania, środków łączności radio -wej itp./ w czasie wykonywania lotu bojowego. W odniesieniu do samolotu MiG-21 i zautomatyzowanego systemu dowodzenia "Wozduch-1P"  $K_{tech} = 0,8-0,9$ .

Obliczenia prowadzone na podstawie przedstawionych wzorów wykazują, że w zależności od warunków prawdopodobieństwo przechwycenia pojedynczego celu powietrznego przez pojedynczy samolot myśliwski mieści się w granicach od 0,1 do 0,7.

Prawdopodobieństwo przechwycenia pojedynczego celu przez grupę samolotów myśliwskich określa się na podstawie wzoru:

$$R_{\text{prz}_n} = 1 - /1 - R_{\text{prz}}/^n; \quad /42/$$

gdzie:  $R_{\text{prz}_n}$  - prawdopodobieństwo przechwycenia celu przez grupę myśliwców;

$n$  - liczba samolotów myśliwskich w grupie.

W celu określenia średniej oczekiwanej liczby zniszczonych celów /nadziei matematycznej ilości zniszczonych celów  $M$ / w czasie odpierania oczekiwanego nalotu należy znać liczbę celów  $N_c$  zwalczanych przez samoloty myśliwskie, ilość ataków każdego celu, prawdopodobieństwo zniszczenia w każdym  $j$ -tym ataku  $R_j$ .

W tym przypadku średnia oczekiwana liczba zniszczonych celów równa się:

$$M = \sum_{i=1}^{N_c} R_i \quad /43/$$

gdzie:  $R_i$  - prawdopodobieństwo zniszczenia  $i$ -tego celu, określane na podstawie wzoru:

$$R_i = 1 - \prod_{j=1}^{k_i} /1 - R_j/. \quad /44/$$

W razie równomiernego podziału celów, prowadzenia ataków w jednakowych warunkach oraz wykonywania przez każdy samolot myśliwski tylko jednego ataku, liczba ataków  $n_a$  równa jest liczbie samolotów myśliwskich  $N_m$ , a prawdopodobieństwo zniszczenia w każdym ataku - prawdopodobieństwu przechwycenia  $R_j = R_{prz}$ .

Wówczas przy liczbie ataków, mniejszej lub równej ilości celów:

$$M = N_m \cdot R_{prz} \quad /45/$$

a przy liczbie ataków, większej od ilości celów:

$$M = N_c \left[ 1 - \left( 1 - R_{prz} \right)^{\frac{n_a}{N_c}} \right] \quad /46/$$

W celu przyspieszenia obliczeń średniej oczekiwanej ilości zniszczonych celów zwykle wykonuje się grafiki dla różnych warunków.

Możliwą ilość samolotowylotów  $N_m$ , którą może wykonać oddział /związek/ lotnictwa myśliwskiego oblicza się na podstawie wzoru:

- dla odparcia jednego nalotu

$$N_m = C_m \cdot K_{gb} \cdot K_o \cdot K_{met}; \quad /47/$$

- na dobę działań bojowych

$$N_m = C_p \cdot K_{gb} \cdot K_{nb} \cdot K_o \cdot K_{met} /1 - K_{str}/, \quad /48/$$

gdzie:  $C_m$  - stan samolotów w oddziale /związku/;

- $C_p$  - stan pilotów;  
 $K_{gb}$  - współczynnik gotowości bojowej /0,8-0,9/;  
 $K_{nb}$  - współczynnik napięcia bojowego /średnia liczba wylotów na jednego pilota na dobę średnio wynosi 2,5, maksymalna liczba - 3/;  
 $K_o$  - współczynnik osłony przedstawiający część samolotowylotów myśliwców wydzieloną do osłony wojsk z ogólnej ilości wylotów myśliwców na dobę /zwykle przyjmuje się 0,8-0,9/;  
 $K_{str}$  - współczynnik strat uwzględniający część oczekiwanych strat pilotów /samolotów/.

Efektywność bojowa myśliwców w znacznym stopniu zależy od możliwości ich naprowadzania.

Możliwości naprowadzania są określone ilością punktów naprowadzania, ich wyposażeniem zapewniającym odpowiednie metody naprowadzania oraz poziomem przygotowania obsługi.

Możliwości jednego punktu naprowadzania w zakresie jednoczesnych naprowadzeń przedstawiono w poniższej tabeli

Tabela 6

Wysokości /m/	Liczba jednoczesnych naprowadzeń			Czas jednego naprowadzania i napr. /min./
	przyrządowych za pomocą systemu "Wozduch-1P"	wzrokowych	Razem	
Do 1500	-	1-2	1-2	3-5
1500-12 000	3	2-3	5-6	7-10
Powyżej 12000	3	1-2	4-5	12-15

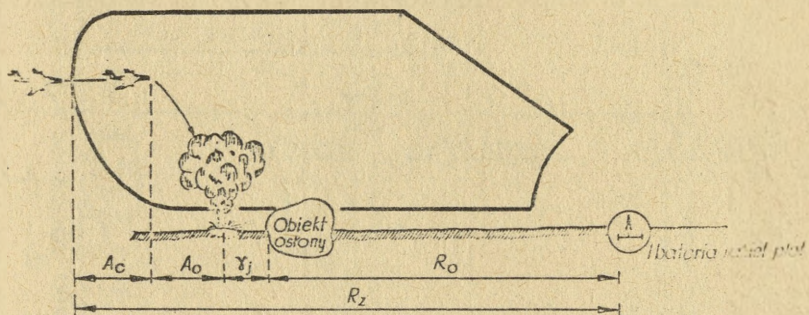
Maksymalnie możliwą ilość naprowadzeń  $N_{\text{napr}}$  w określonym czasie /okres odpierania nalotu/ określa się dla każdego sposobu naprowadzania i zakresu wysokości według wzoru:

$$N_{\text{napr}} = N_{\text{pn}} \cdot n_{\text{napr}} \cdot \frac{t_{\text{db}}}{t_{\text{napr}}} \quad /49/$$

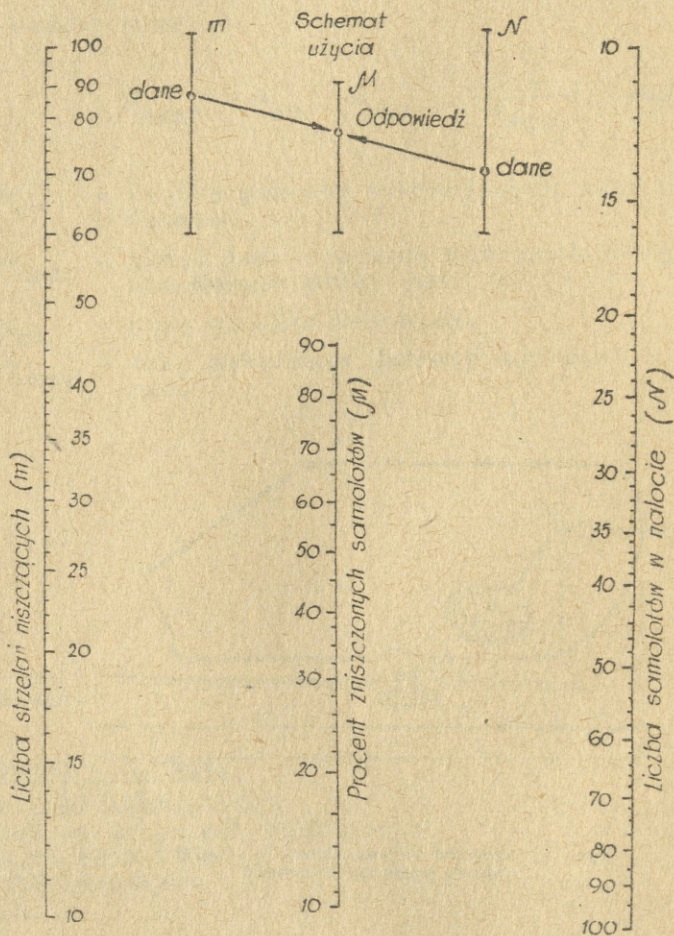
- gdzie:  $N_{\text{pn}}$  - liczba punktów wykonujących naprowadzanie;  
 $n_{\text{napr}}$  - ilość jednoczesnych naprowadzeń wykonywanych przez jeden punkt;  
 $t_{\text{db}}$  - czas działań bojowych;  
 $t_{\text{napr}}$  - czas wykonania jednego naprowadzenia.

Wydrukowano w 30 egz.

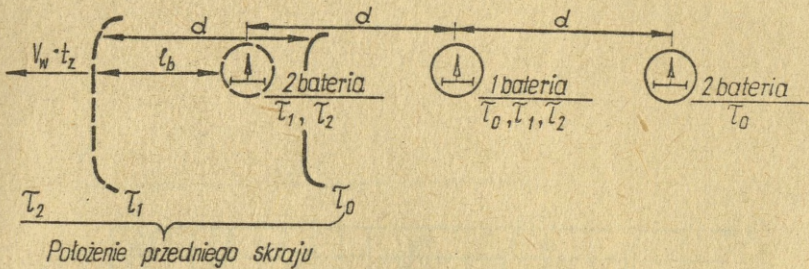
Egz. nr 1-30-bibl.gł.OZS  
 Przekazał do druku płk Mastej  
 Druk JD, dn. 12.5.1978 r.  
 nr PF-334/PF-941/WW  
 Kor. T.J.



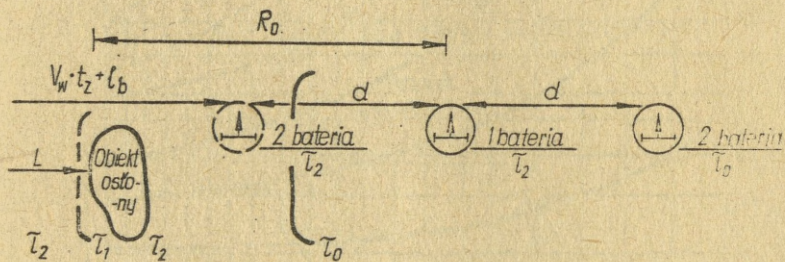
Rys. 1. Promień rejonu /obszeru/ osłony pododdziału rakiet przeciwlotniczych



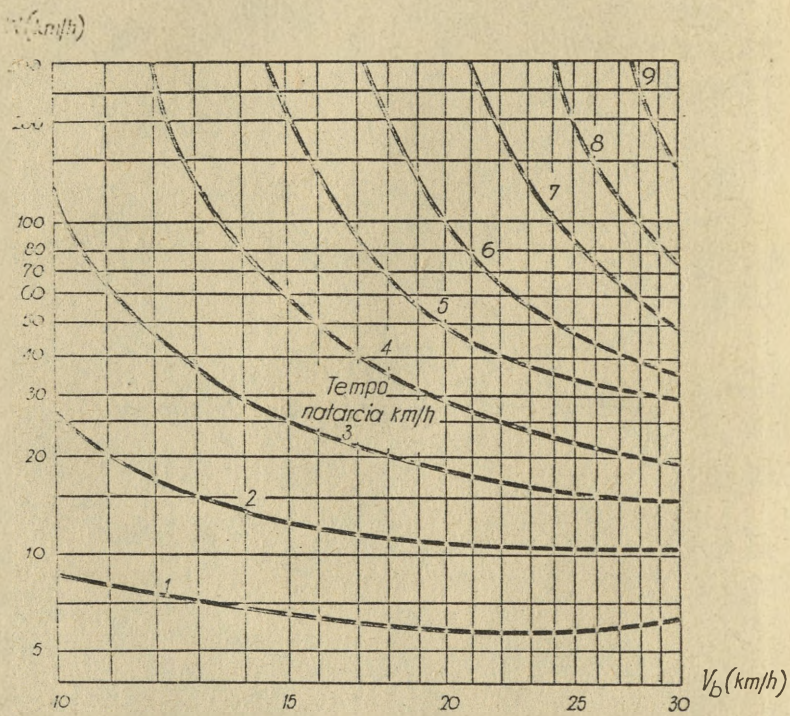
Rys. 2. Nomogram do obliczenia procentu zestrzelonych samolotów



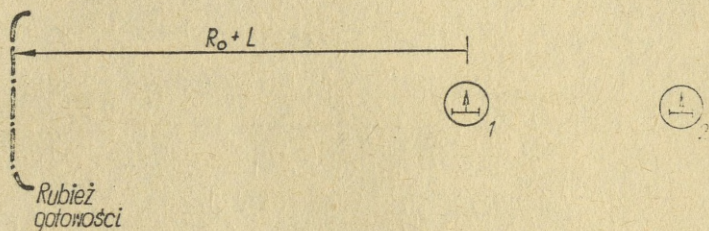
Rys. 3. Przegrupowanie baterii zapewniające ciągłość osłony wojsk



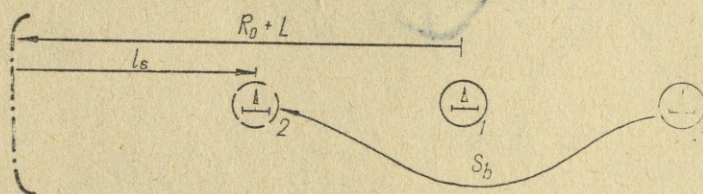
Rys. 4. Przegrupowanie baterii z uwzględnieniem ich bezpieczeństwa przed ogniem przeciwnika



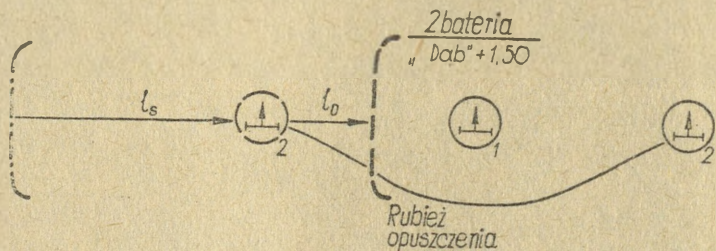
Rys. 5. Nomogram do oceny możliwości ciągłej osłony



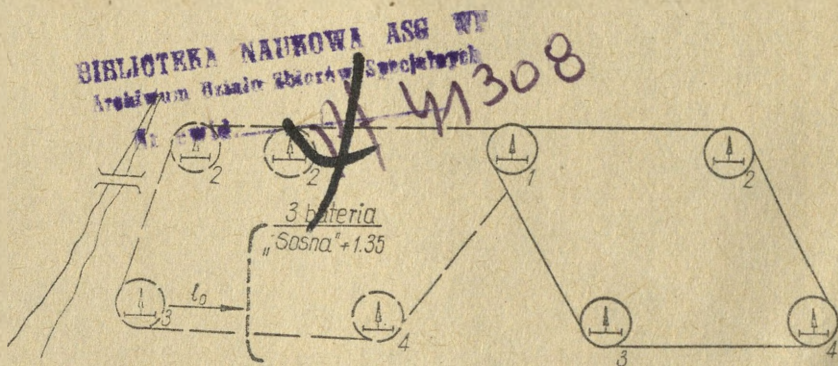
Rys. 6. Wrysowanie na mapę rubieży gotowości baterii



Rys. 7. Wybór pozycji przegrupowywanej baterii



Rys. 8. Wrysowanie na mapę rubieży opuszczenia stanowiska



Rys. 9. Poprawka sposobu przegrupowania w celu zapewnienia pewnej osłony wojskom na określonej rubieży

