



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

im. gen. broni K. Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA  
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

**T A J N E**

Egz. Nr 3

## ZASTOSOWANIE BOJOWE RAKIETOWEGO I ARTYLERYJSKIEGO UZBROJENIA SAMOLOTÓW MYŚLIWSKICH I MYŚLIWSKO- BOMBOWYCH (MYŚLIWSKO-SZTURMOWYCH)

Zeszyt Nr 6

Potrzebna ilość sił i oczekiwane wyniki działań  
bojowych samolotów myśliwskich i myśliwsko-  
bombowych (myśliwsko-szturmowych)

opracował: płk dypl. Stefan PAWŁOWSKI

(Wydanie tymczasowe)

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP  
Archiwum Działu Historii Pieluch  
Nr owid. 11159 339883

WARSZAWA

STYCZEŃ

1960



Colour Chart #13

Blue

Cyan

Green

Yellow

Red

Magenta

White

3/Color

Black

Centimetres

Inches



# AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

im. gen. broni K. Świerczewskiego

---

ODZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA UZBROJENIA  
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

**TAJNE**

Egz. Nr 3

## ZASTOSOWANIE BOJOWE RAKIETOWEGO I ARTYLERYJSKIEGO UZBROJENIA SAMOLOTÓW MYŚLIWSKICH I MYŚLIWSKO- BOMBOWYCH (MYŚLIWSKO-SZTURMOWYCH)

Zeszyt Nr 6

Potrzebna ilość sił i oczekiwane wyniki działań  
bojowych samolotów myśliwskich i myśliwsko-  
bombowych (myśliwsko-szturmowych)

opracował: płk dypl. Stefan PAWŁOWSKI

(Wydanie tymczasowe)

11159

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG WP  
Archiwum Bielski Zbiory Specjalnych  
Nr ewid. 639883

---

WARSZAWA

STYCZEŃ

1968

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

im. gen. broni K. Swierczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA  
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

*9 mel. nr 12657*

DO OŻYTKU  
SŁUŻBOWEGO

~~TAJNE~~

Egz. nr. ....

3



ZASTOSOWANIE BOJCWE  
RAKJETOWEGO I ARTYLERYJSKIEGO  
UZBROJENIA SAMOLOTÓW  
MYŚLIWSKICH I MYŚLIWSKO - BOMBOWYCH  
/MYŚLIWSKO- SZTURMOWYCH/

ZESZYT NR 6

POTRZEBNA ILOŚĆ SIŁ  
I OCZEKIWANE WYNIKI DZIAŁAŃ BOJOWYCH  
SAMOLOTÓW MYŚLIWSKICH I MYŚLIWSKO - BOMBOWYCH  
/MYŚLIWSKO -SZTURMOWYCH/

OPRACOWAŁ:

płk dypl. Stefan PAWŁOWSKI

/WYDANIE TYMCZASOWE /

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG - WP  
Archiwum Działu Historii Specjalnych  
Nr ewid. 139883

WARSZAWA

STYCZEŃ

1968 R

## WIADOMOŚCI OGÓLNE

Potrzebną ilością sił nazywa się ilość samolotów, niezbędnych do wykonania zadania bojowego.

Potrzebne ilości sił dzielą się na poligonowe i bojowe. Potrzebna ilość sił, obliczona tylko z uwzględnieniem możliwości ogniowych samolotów nazywa się ilością poligonową. Potrzebna ilość sił, obliczony z uwzględnieniem przeciwdziałania przeciwnika nazywa się ilością bojową.

Potrzebne ilości sił poligonowe i bojowe są wskaźnikami skuteczności bojowej działań grupy samolotów, ponieważ charakteryzują one stopień przystosowania samolotów danego typu do wykonania postawionego przed nimi zadania bojowego.

Oprócz zadania określania potrzebnej ilości sił, w praktyce często powstaje potrzeba rozwiązania zadania odwrotnego, a mianowicie zadania oceny oczekiwanych wyników działań bojowych określonej grupy samolotów /pododdziałów/ na podstawie zniszczonych celów. Tak samo, jak i potrzebne ilości sił oczekiwane wyniki działań bojowych dzielą się na poligonowe i bojowe.

Jako kryterium przy określaniu potrzebnej ilości samolotów i oceny oczekiwanych wyników działań bojowych do celu grupowego stosuje się zadane prawdopodobieństwo  $R_m$  nie mniej  $m$  z ogólnej ilości  $K_c$  ostrzelanych celów. Do celu pojedynczego jako kryterium przy określaniu potrzebnej ilości samolotów stosuje się zadane /gwarantowane/ prawdopodobieństwo jego rażenia  $R_g$ .

Wybór wartości  $R_m$  i  $R_g$  dokonuje się w zależności od niebezpieczeństwa /znaczenia/ celów/ celu/, które będą niszczone. Jeśli cele posiadają ładunki jądrowe, to jako zasada, potrzebną ilość sił i oczekiwane wyniki działań bojowych oblicza się dla  $R_m = 0,95$ . Tam, gdzie można ograniczyć się średnią wartością liczby zniszczonych celów /nadzieją matematyczną/, przyjmuje się  $R_m = 0,5/$ . W pozostałych wypadkach przeważnie przyjmuje się  $R_m = 0,8$ .

## § 1. POTRZEBA ILOŚĆ SAMOLOTÓW DO ZNISZCZENIA CELU POJEDYNCZEGO

Poligonową potrzebną ilość samolotów dla zniszczenia celu pojedynczego określa się według znanego wzoru:

$$N_{1p} = \frac{\log / 1 - R_g / x /}{\log / 1 - W_1 /} , \quad / 1 /$$

gdzie:  $N_{1p}$  - poligonowa potrzebna ilość samolotów;  
 $R_g$  - zadane prawdopodobieństwo rażenia celu pojedynczego;  
 $W_1$  - prawdopodobieństwo rażenia celu wszystkimi strzelaniami z samolotu danego typu.

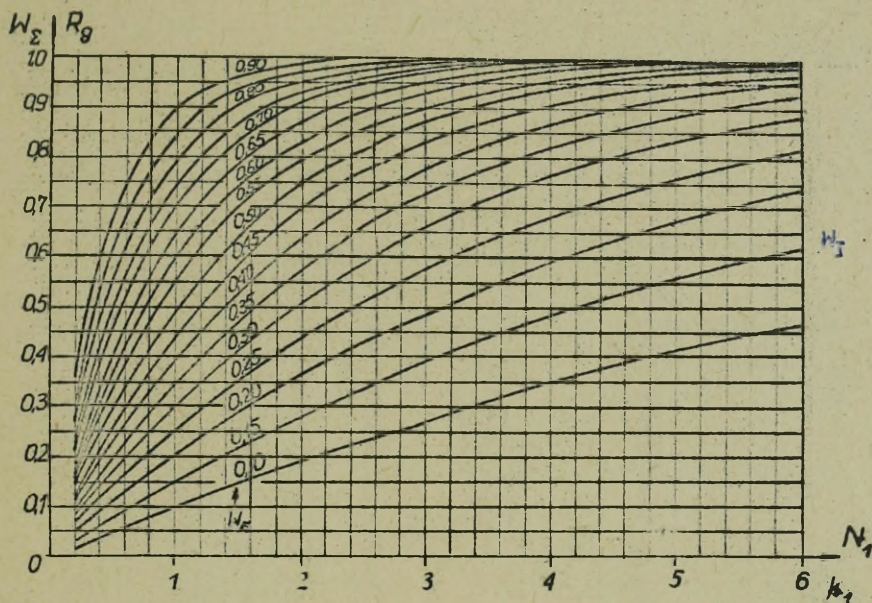
Bojowa potrzebna ilość samolotów oblicza się według tego samego wzoru, co i poligonowa, z oznaczeniem  $N_{1b}$ . Różnica podczas obliczania polega na tym, że w miejsce trzeba podstawić bądź prawdopodobieństwo przechwycenia celu powietrznego, bądź uogólnione prawdopodobieństwo rażenia celu naziemnego.

Dla wygody wykonywania obliczeń, wzór / 1/ przedstawiony jest na rys. 1 w postaci wykresów. Na osi rzędnych odłożone są wartości  $R_g$ , a na osi odciętych potrzebna ilość sił  $N_1$  na cel pojedynczy. Wartości prawdopodobieństwa rażenia celu wszystkimi strzelaniami z pojedynczego samolotu danego typu podane są na każdej krzywej/ wyjaśnienia oznaczeń  $W_g$  i  $k_1$  na rys. 1 podane będą później/.

Dla wyjaśnienia kolejności obliczeń potrzebnej ilości samolotów na pomocą wykresów rys. 1 rozpatrzmy przykłady.

**P r z y k ł a d . 1.** Określić poligonową potrzebną ilość samolotów myśliwskich MiG- 21pf dla zniszczenia celu typu B- 58 z prawdopodobieństwem 0,95, jeśli prawdopodobieństwo jego rażenia pod odpaleniu dwóch rakiet R-3s w warunkach racjonalnych wynosi  $W_1 = 0,75$ .

x/Wzór/ 1/ otrzymano z wyrażenia dla obliczenia sumarycznego prawdopodobieństwa rażenia celu  $N$  strzelaniami  $R_g =$   
 $= 1 - / 1 - W_1 / ^N$  drogą jego logarytmowania.



Rys. 1. Wykres określania składu samolotów na cel pojedynczy.

R o z w i ą z a n i e. Odkładamy na osi rzędnych wartość  $R_g = 0,95$  i przeprowadzamy linię, równoległą do osi odciętych, do przecięcia się z krzywą  $W_I = 0,75$ . Z punktu przecięcia opuszczamy prostopadłą na oś odciętych i odczytujemy poligonową potrzebną ilość samolotów:  $N_{1p} = 2,2 \approx 2$  samoloty myśliwskie.

Jeśli znane jest prawdopodobieństwo przechwycenia celu powietrznego  $W_p$  lub uogólnione prawdopodobieństwo rażenia celu naziemnego  $W_{og}$ , to skład bojowy na cel pojedynczy określa się w ten sam sposób, jak i poligonowy.

P r z y k ł a d .2. Określić bojową potrzebną ilość samolotów myśliwskich MiG - 21 pł dla zniszczenia celu typu B- 47 z prawdopodobieństwem 0,8 jeśli prawdopodobieństwo przechwycenia celu przez jeden samolot wynosi  $W_p = 0,47$ .

1. Ilość samolotów = 4

2. Ilość celów  
ilość celów  
ilość rażeń

R o z w i ą z a n i e . Na podstawie  $R_g = 0,8$  i  $W_p = W_I = 0,47$  za pomocą wykresów rys.1. określamy potrzebną ilość samolotów:

$$N_{1b} = 2,6 \approx 3 \text{ samoloty myśliwskie.}$$

## § 2. POTRZEBNA ILOŚĆ SAMOLOTÓW PODCZAS DZIAŁAŃ NA CEL GRUPOWY

### 1. WYBÓR ZALEŻNOŚCI MATEMATYCZNYCH

Wiadomo, że prawdopodobieństwo rażenia nie mniej  $K_c$  celów oblicza się według wzoru:

$$R_m = \sum_{j=m}^{K_c} P_j, \quad / 2 /$$

lub przez zdarzenie przeciwne

$$R_m = 1 - \sum_{j=0}^{m-1} P_j, \quad /3/$$

gdzie:  $P_j$  - prawdopodobieństwo rażenia równo  $j$  z  $K_c$  celów

Dla określenia potrzebnej ilości samolotów za pomocą wzoru / 2/ lub /3/ należy umieć obliczać  $P_j$  przy dowolnych całych wartościach indeksu  $j$  w przedziałach od  $j = 0$  do  $j = K_c$ . Oznacza to, że trzeba znaleźć rozkład podziału liczby rażonych celów. Rozkład podziału liczby rażonych celów zależy będzie od charakteru rozmieszczenia celów elementarnych, wchodzących w skład celu grupowego i od schematu organizacji strzelania.

W zależności od charakteru rozmieszczenia celów elementarnych, cele grupowe dzielą się na rozśrodkowane i ześrodkowane /zwarte/

Cechą charakterystyczną rozśrodkowanego celu grupowego jest to, że odległości pomiędzy jego celami elementarnymi są stosunkowo duże w porównaniu ze strefą rozrzutu lub odległościowego działania rażącego pocisków i rakiet. Przy tym prawdopodobieństwo rażenia innego celu z grupy, oprócz tego, do którego wykonywane było strzelanie wycelowane, praktycznie jest równe zero i można je pominąć.

Dla ześrodkowanego celu grupowego charakterystyczne jest to, że odległości między jego celami elementarnymi nie są zbyt duże w porównaniu ze strefą rozrzutu lub odległościowym działaniem rażącym pocisków i rakiet. W każdym strzela-

niu istnieje pewne prawdopodobieństwo rażenia nie tylko tego celu elementarnego, do którego wykonuje się celowanie, lecz i innych celów. Za przykłady ześrodkowanego celu grupowego mogą posłużyć: zwarta kolumna pojazdów mechanicznych, ześrodkowanie sprzętu bojowego w rejonie przepraw lub w miejscach wyładunku, zwarte ugrupowanie samolotów itd.

W obecnych warunkach ześrodkowane cele grupowe będą występować dość rzadko. Dlatego należy przyjmować, że bezwzględnie większość celów grupowych, na które działają samoloty typu myśliwskiego, jest rozśrodkowana.

Rozpatrzmy schemat organizacji strzelania. W teorii skuteczności bojowej rozróżnia się trzy schematy:

- schemat strzelania bez przeniesienia ognia ;
- schemat strzelania z przeniesieniem ognia;
- schemat mieszany.

Wybór schematu strzelania /organizacji ataków/ jest warunkiem bardzo istotnym w czasie obliczania potrzebnej ilości samolotów, a także podczas oceny oczekiwanych wyników działań bojowych.

Schemat strzelania bez przeniesienia ognia /bez ponownego celowania/ stosuje się w tych wypadkach, kiedy na podstawie warunków sytuacji piloci nie mają możliwości przenoszenia strzelania z jakiegoś jednego celu elementarnego na dowolny inny w czasie trwania lotu bojowego. Liczbę potrzebnych strzelań do każdego celu elementarnego ustala się wcześniej, wychodząc z potrzeby otrzymania zadanego prawdopodobieństwa jego rażenia /przechwycenia/. Jeśli w czasie wykonywania zadania fakt rażenia dowolnego celu został ustalony w ten sposób, jak będą zużyte wszystkie strzelania wyznaczone na jego wykonanie, to "zbyteczne" samoloty z pozostałymi strzelaniami mogą wracać na lotnisko lub być skierowane do wykonania innych zadań.

Schemat strzelania z przeniesieniem ognia stosuje się w tych wypadkach, kiedy występuje jeden z następujących warunków:

- ilość celów znacznie przekracza liczbę atakujących samolotów myśliwskich i istnieje możliwość swobodnego przeniesienia każdego strzelania na inny cel, jeszcze nieostrzelany. W danym przypadku kontrola wyników ostrzału każdego celu jednym strzelaniem nie jest obowiązkowa;

- istnieje obiektywna możliwość kontrolowania wyników każdego strzelania, i jeśli fakt strącenia /rażenia/ celu został stwierdzony, to pozostałe strzelania przenosi się na inny cel /możliwe precelowanie/.

Mieszany schemat strzelania stosuje się w tych wypadkach, gdy nie można zawniasu dać pierwszeństwa żadnemu z powyżej podanych schematów.

W czasie obliczania potrzebnej ilości samolotów niezależnie od stosowanego schematu organizacji strzelania przyjmuje się, że wykluczone jest przeniesienie ognia wewnątrz jednego strzelania.

Wybór schematu organizacji strzelania w konkretnej sytuacji dokonuje się na podstawie analizy oczekiwanych warunków działań bojowych.

W teorii skuteczności bojowej okazuje się, że dla rozródkowanego celu grupowego i przy założeniu o równości prawdopodobieństw jednotypowych celów elementarnych ze składu grupy, wszystkimi lub jednym strzelaniem z samolotu typu myśliwskiego, prawdopodobieństwa rażenia są równe  $j$  z  $K_C$  celów /  $P_j$  / lub równe  $i$  przy  $n_S$  strzelaniach /  $P_i$  /, oblicza się według wzorów:

Dla schematu strzelania bez przeniesienia ognia

$$P_j = C_{K_C}^j W_{\Sigma}^j (1 - W_{\Sigma})^{K_C - j}, \quad / 4 /$$

dla schematu strzelania z przeniesieniem ognia

$$P_i = C_{n_S}^i W_S^i (1 - W_S)^{n_S - i} \quad / 5 /$$

gdzie:  $W_{\Sigma}$ ,  $W_S$  - prawdopodobieństwa rażenia celu elementarnego odpowiednio przez wszystkie strzelania wydzielone do niego lub jednym strzelaniem;

- $K_c$  - liczba ostrzelanych celów w grupie;
- $n_s$  - ogólna potrzebna liczba strzelań;
- $C_{K_c}^j, C_{n_s}^i$  - liczba kombinacji odpowiednio od  $K_c$  do  $j$  i od  $n_s$  do  $i$ .

Podstawiając wyrażenia / 4/ i / 5/ do wzoru typu /2/, otrzymamy:

dla schematu strzelania bez przeniesienia ognia

$$R_m = \sum_{j=m}^{K_c} C_{K_c}^j W_{\Sigma}^j (1 - W_{\Sigma})^{K_c - j} \quad \text{nie trzeba} \quad /6/$$

dla schematu strzelania z przeniesieniem ognia

$$R_m = \sum_{i=m}^{n_s} C_{n_s}^i W_s^i (1 - W_s)^{n_s - i} \quad \text{nie trzeba} \quad /7/$$

Jednak wzory /6/ i /7/ bezpośrednio nie mogą być wykorzystane do obliczania potrzebnej ilości sił  $N$ , ponieważ nie wyrażają składu w czystej postaci. Dlatego potrzebną ilość sił wyrazić przez znane wielkości, wchodzące we wzory /6/ i /7/.

Dla schematu strzelania z przeniesieniem ognia związek potrzebnej ilości samolotów z liczbą strzelań dokonuje się w następujący sposób:

$$N = \frac{n_s}{n_{1s}} \quad /8/$$

gdzie:  $n_{1s}$  - liczba strzelań, którą rozporządza każdy samolot<sup>z</sup> potrzebnej ilości samolotów.

Teraz wspólne rozwiązanie zależności /7/ i /8/ przy ustalonych wartościach  $R_m$ ,  $m$ ,  $W_s$ ,  $n_s$  i  $n_{1s}$  pozwala już obliczyć potrzebną ilość samolotów.

Obliczanie potrzebnej ilości samolotów dla schematu strzelania bez przeniesienia ognia według wzoru /6/ związane jest z koniecznością określania  $W_{\Sigma}$ . Aby obliczyć wartość  $W_{\Sigma}$ , wprowadza się pojęcie elementarnej potrzebnej ilości samolotów i oznaczamy ją przez  $k_1$ . Elementarna potrzebna ilość samolotów przedstawia sobą ilość, wydzieloną dla działań do celu elementarnego z celu grupowego.

Założmy, że każdy samolot z potrzebnej ilości sił przy zużyciu wszystkich strzelań razi cel elementarny z prawdopodobieństwem  $W_1$ . Wówczas prawdopodobieństwo rażenia celu  $k_1$  samolotami oblicza się według wzoru:

$$W_{\Sigma} = 1 - (1 - W_I)^{k_1} \quad / 9 /$$

Dla związku elementarnej potrzebnej ilości sił  $k_1$  z ogólną potrzebną ilością sił  $/ N /$  podczas działań do celu grupowego należy przyjąć jedną z hipotez o charakterze podziału samolotów na cele elementarne. Jedną z takich najbardziej nadających się hipotez, jest hipoteza o równomiernym podziale samolotów na każdy cel elementarny z grupy celów. Po uwzględnieniu podanej hipotezy można napisać:

$$k_1 = \frac{N}{K_C} \quad \text{lub} \quad N = k_1 K_C \quad / 10 /$$

gdzie:  $K_C$  - ilość ostrzelanych celów z celu grupowego.

Wspólne rozwiązanie zależności /6/, /9/ i /10/ przy ustalonych wartościach  $R_m$ ,  $m$ ,  $W_I$  i  $K_C$  zezwala obliczyć potrzebną ilość samolotów dla schematu strzelania bez przeniesienia ognia. Przy tym otrzymana wartość potrzebnej ilości sił będzie wartością minimalną, ponieważ wiadomo z teorii skuteczności bojowej, że schemat równomiernego podziału samolotów /ognia/ daje największe korzyści odnośnie liczby rażonych celów.

Bezpośrednie zastosowanie podanych powyżej wzorów do obliczenia potrzebnej ilości samolotów związane jest z wykonaniem prac obliczeniowych w szerokim zakresie, na co potrzeba dużą czasu, nawet w warunkach użycia cyfrowych maszyn liczących. Dlatego w praktyce, kiedy niezbędne obliczenie dla określenia potrzebnej ilości sił powinny być wykonane dość szybko i z niedużymi błędami, stosuje się metodę graficzno-analityczną.

## 2. GRAFICZNOANALITYCZNA METODA OKREŚLANIA POTRZEBNEJ ILOŚCI SAMOLOTÓW

Graficznoanalityczna metoda obliczania potrzebnej ilości samolotów oparta jest na wykorzystaniu wykresów, rys. 2 - 4, które zostały zbudowane na podstawie wyników obliczeń zgodnie ze wzorami / 6/ i /7/ dla ustalonych wartości  $R_m = 0,5$ ;  $R_m = 0,8$  i  $R_m = 0,95$ .

Obliczanie sumarycznego prawdopodobieństwa rażenia /przechwycenia/ celu  $W_{\Sigma}$  według wzoru / 9/ najwygodniej

jest wykonywać za pomocą wykresów rys. 1.

Danymi wyjściowymi do obliczania potrzebnej ilości samolotów są:

a/ Dla schematu strzelania bez przeniesienia ognia:

- ogólna ilość celów w grupie  $K_C$  ;
- zadanie bojowe w postaci ilości celów podlegających przechwyceniu lub rażeniu  $m$  ; przy tym  $m \leq K_C$  ;
- prawdopodobieństwo rażenia/ przechwycenia/ celu elementarnego przez jeden samolot podczas wykonania wszystkich strzelań  $W_I$  ;
- gwarantowane prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego  $R_m$  ;

b/ Dla schematu strzelania z przeniesieniem ognia:

- ogólna ilość celów w grupie  $K_C$  ;
- zadanie bojowe w postaci ilości celów podlegających przechwyceniu lub rażeniu  $m$  ; przy tym  $m \leq K_C$  ;
- liczba planowanych strzelań dla każdego samolotu  $n_{1s}$  ;
- prawdopodobieństwo rażenia /przechwycenia/ celu elementarnego w grupie przez każde strzelanie z samolotu danego typu  $W_{Si}$  .

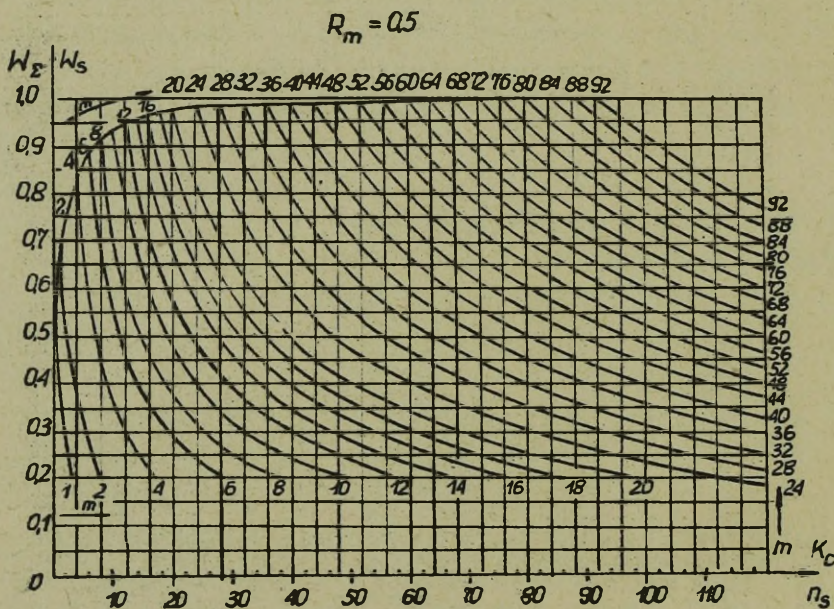
Rozpatrzmy szereg przykładów.

**P r z y k ł a d .1.** Grupa samolotów bombowych B- 47 w ilości 20 samolotów wykonuje nalot w nocy na osłaniany obiekt, na wysokości 10000 m z odstępem czasowym lotu 1 - 2 min. Zadanie bojowe dla pododdziału samolotów MiG -21 pf :przechwycić /strącić / 12 samolotów bombowych przeciwnika. Prawdopodobieństwo rażenia jednego celu przez jeden samolot myśliwski w czasie strzelania dwiema rakietami R -3s wynosi  $W_I \approx 0,8$ ;  $R_m = 0,95$ . Określić poligonową potrzebną ilość samolotów myśliwskich.

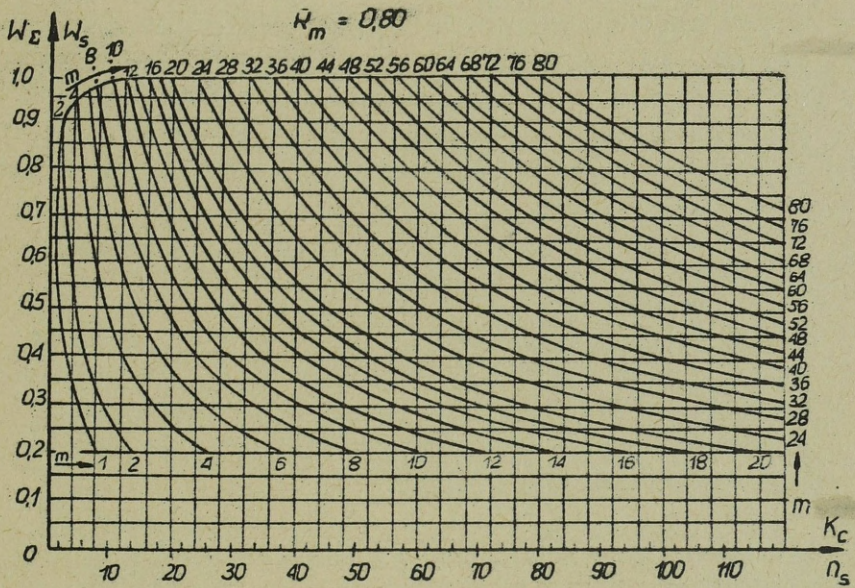
**R o z w i ą z a n i e 1.** Wybieramy schemat organizacji strzelania /wykonania ataków/. Analiza warunków oczekiwanych działań bojowych wskazuje, że w danym wypadku najbardziej odpowiednim

schematem będzie schemat organizacji strzelania / wykonania ataków/ bez przeniesienia ognia/ ataki w nocy na dużej wysokości, odstęp czasowy lotu celów do 2 min./:

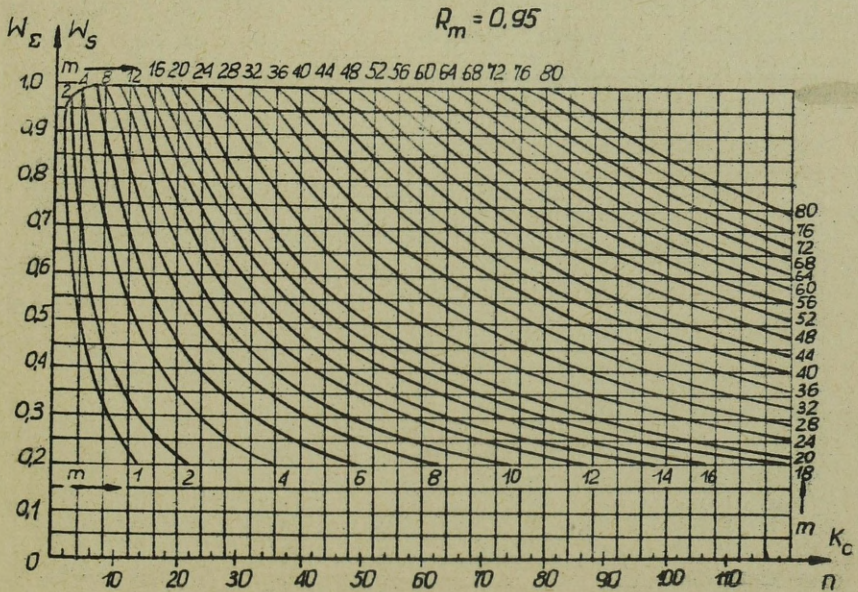
2. Określamy potrzebne sumaryczne prawdopodobieństwo rażenia każdego celu elementarnego z grupy 20 samolotów dla zapewnienia rażenia nie mniej 12 celów z prawdopodobieństwem  $R_m = 0,95$ . W tym celu wykorzystujemy wykres, rys. 4 dla  $R_m = 0,95$ . Na osi odciętych z punktu odpowiadającego  $K_c = 20$ , prowadzimy linię, równoległą do osi rzędnych, do przecięcia się z krzywą  $m = 12$ . Po zrzutowaniu otrzymanego punktu przecięcia na oś rzędnych, odczytujemy  $W_\Sigma = 0,74$ .



Rys. 2. Wykres określania potrzebnej ilości samolotów z  $R_m = 0,5$



Rys. 3. Wykres określania potrzebnej ilości samolotów z  $R_m = 0,8$



Rys. 4. Wykres określania potrzebnej ilości samolotów z  $R_m = 0,95$ .

3. Określamy elementarną potrzebną ilość sił na cel pojedynczy  $k_1$ . W tym celu odkładamy wartość  $W_{\Sigma} = 0,74$  na osi rzędnych /rys. 1/ i przeprowadzamy linię, równoległą do osi odciętych, do przecięcia się z krzywą  $W_1 = 0,8$ . Po zrzutowaniu punktu przecięcia na oś odciętych, odczytujemy

$$k_1 = 0,84.$$

4. Obliczamy poligonową potrzebną ilość samolotów myśliwskich według wzoru /10/:

$$N_p = k_1 K_c = 0,84 \cdot 20 = 16,8 \approx 17 \text{ samol. myśliwskich}$$

Wobec tego, dla zniszczenia 12 z 20 samolotów bombowych typu B-47, z wiarygodnością praktyczną w warunkach poligonowych należy wydzielić 17 samolotów myśliwskich MiG - 21pf.

**P r z y k ł a d 2.** Określić poligonową potrzebną ilość samolotów myśliwsko-bombowych Su -7b dla obezwładnienia baterii "Hawk". Baterię uważa się za obezwładnioną, jeśli z jej składu zostanie zniszczonych nie mniej trzech z czterech stacji radiolokacyjnych. Na podstawie warunków sytuacji każdy samolot Su -7b może wykonać dwa naloty dla ostrzału celów ze złożonych rodzajów manewru / $n_{15} = 2/$ . Prawdopodobieństwo rażenia jednej stacji radiolokacyjnej w wyniku każdego strzelania /salwa z 32 rakiet S-5k i półtorasekundowa seria z dwóch działek NR-30/ wynosi:  $W_{S1} = W_{S2} = 0,55$ ; prawdopodobieństwo gwarantowane  $R_m = 0,8$ .

**R o z w i ą z a n i e. 1.** Wybieramy schemat strzelania z przeniesieniem ognia.

2. Określamy liczbę potrzebnych strzelań  $n_s$  dla rażenia nie mniej trzech z czterech stacji radiolokacyjnych z prawdopodobieństwem 0,8. W tym celu posłużymy się wykresami rys.3./  $R_m = 0,8/$ .

Odkładamy na osi rzędnych  $W_S = 0,55$  i przez punkt ten przeprowadzamy linię, równoległą do osi odciętych, do przecięcia się z krzywą  $m = 3$ . Ponieważ na rys. 3 nie ma takiej krzywej, to wykonujemy interpolację liniową. Po opuszczeniu prostopadłej z otrzy-

manego punktu, odczytujemy na osi odciętych wartość  $n_s = 6$ .

3. Określamy poligonową potrzebną ilość samolotów myśliwsko - bombowych według wzoru /10/:

$$N_p = \frac{n_s}{n_{1s}} = \frac{6}{2} = 3 \text{ samoloty.}$$

### § 3. OCZEKIWANE WYNIKI DZIAŁAŃ BOJOWYCH JEDNOSTKI /PODODDZIAŁU/

Poprzednio zostało zaznaczone, że zadanie oceny oczekiwanych wyników działań bojowych jednostki /pododdziału/ na podstawie ilości zniszczonych celów jest zadaniem odwrotnym w stosunku do zadania określenia potrzebnej ilości samolotów. Dlatego ocenę oczekiwanych wyników działań bojowych przeprowadza się za pomocą tych samych wykresów rys. 2 - 4.

Danymi wyjściowymi do obliczania są:

a/ Dla schematu strzelania /wykonania ataków/ bez przeniesienia ognia:

- prawdopodobieństwo rażenia /przechwycenia/ celu elementarnego przez jeden samolot podczas wykonania wszystkich strzelań  $W_f$  ;

- ilość sprawnych samolotów bojowych w jednostce  $N$  ;

- planowana kolejność wykonania ataków do każdego celu elementarnego /pojedynczymi samolotami, parami itd/;

- przewidywany skład celu grupowego  $K_c$  ;

- wartość  $R_m$  ;

b/ Dla schematu strzelania z przeniesieniem ognia:

- prawdopodobieństwo rażenia /przechwycenia/ celu elementarnego w grupie przez każde strzelanie z danego typu samolotu  $W_{ci}$  ;

- planowana ilość strzelań dla każdego samolotu  $n_{1s}$  ;

- ilość sprawnych samolotów bojowych w jednostce  $N$  ;

- wartość  $R_m$  .

Dla wyjaśnienia kolejności określania oczekiwanych wyników działań bojowych za pomocą metody graficzno-analitycznej rozpatrzmy szereg przykładów.

**P r z y k ł a d 1.** Na podstawie danych z rozpoznania przez strefę działań bojowych pułku lotnictwa myśliwskiego, uzbrojonych w samoloty MiG-21pf, spodziewany jest przelot samolotów bombowych typu B-47 na wysokościach od 5000 do 11000 m. Pułk lotnictwa myśliwskiego rozporządza 30 samolotami myśliwskimi.

W danych warunkach działań bojowych oczekiwane prawdopodobieństwo przechwycenia celu manewrującego przez pojedynczy samolot myśliwski wynosi 0,4 a nie manewrującego 0,6.

Ocenić oczekiwane wyniki działań bojowych pułku lotnictwa myśliwskiego w ciągu jednego lotu.

**R o z w i ą z a n i e . 1.** Wybieramy schemat organizacji strzelania /ataków/. W tym celu oceniamy warunki oczekiwanych działań bojowych. W tym wypadku najbardziej odpowiednim schematem organizacji strzelania /ataków/ będzie schemat bez przeniesienia ognia /bez przewelowywania/.

2. Przyjmujemy najbardziej charakterystyczne warianty organizacji prowadzenia walki powietrznej z uwzględnieniem możliwości przeciwnika.

Rozpatrzmy przypadek, kiedy każdy samolot bombowy przeciwnika atakowany jest parą samolotów myśliwskich MiG - 21 pf w warunkach:

- wszystkie cele manewrują;
- wszystkie cele nie manewrują;
- manewruje tylko połowa z atakowanych celów.

3. Obliczamy prawdopodobieństwo przechwycenia każdego celu przez parę samolotów myśliwskich:

- prawdopodobieństwo przechwycenia pojedynczego celu nie manewrującego

$$W_{pII} = W_I = 1 - / 1 - 0,6/2 = 0,81;$$

- prawdopodobieństwo przechwycenia pojedynczego celu manewrującego:

$$W_{pII} = W_{Im} = 1 - / 1 - 0,4/2 = 0,64$$

4. Wyznaczamy prawdopodobieństwo gwarantowane
- $$R_m = 0,8.$$

5. Określamy oczekiwane wartości liczby zniszczonych celów<sup>m)</sup> w tym<sup>celu)</sup> posłużymy się wykresami rys. 3/  $R_m = 0,8$ . W czasie obliczania oczekiwanych wyników działań bojowych wielkościami wejściowymi do wykresu są: liczba możliwych strzelań i prawdopodobieństwo rażenia celu elementarnego w wyniku jednego strzelania. W tym przypadku liczba możliwych strzelań jest równa liczbie par samolotów myśliwskich, tj.  $n_s = 15$ .

Rozpatrzmy wypadek, kiedy wszystkie cele nie manewrują. Odkładamy na osi odciętych /rys.3/  $n_s = 15$ , a na osi rzędnych  $W_1 = 0,84$  i przez te punkty przeprowadzamy proste, równoległe do przeciwnych osi: w punkcie ich przecięcia się odczytujemy wartość oczekiwanej liczby zniszczonych celów  $m = 12$ .

Postępując w sposób analogiczny do wyżej podanego, znajdujemy  $m$  dla pozostałych dwóch wariantów organizacji walki powietrznej:

- wszystkie cele manewrują,  $m = 9$  celów;
- połowa celów manewruje /  $n_{s,m} = 7$  /, a połowa nie manewruje /  $n_{s,n} = 8$  /,  $m = 10$  celów.

W ten sposób, jeśli na każdy samolot bombowy będzie wydzielona para samolotów myśliwskich, to w zależności od ilości celów manewrujących pułk lotnictwa myśliwskiego w ciągu jednego lotu może przechwycić /zniszczyć/ nie mniej 9 - 12 celów z prawdopodobieństwem gwarantowanym 0,8.

P r z y k ł a d 2. Ocenic oczekiwane wyniki działań bojowych eskadry samolotów myśliwsko-bombowych Su -7b /12 samolotów / na kolumnę w składzie do 40 pojazdów. Na podstawie warunków każdy samolot może wykonać dwa naloty / dwa strzelania/. W pierwszym nalocie strzelanie wykonuje się salwą z 32 rakiet S- 5 k i prawdopodobieństwo rażenia pojazdu wynosi  $W_{s1} = 0,5$ ; w drugim nalocie strzelanie wykonuje się serią półtora-sekundową z działek i prawdopodobieństwo rażenia pojazdu wynosi  $W_{s2} = 0,45$ . Prawdopodobieństwo dotarcia do celu  $W_{d,c} = 0,9$ .

R o z w i ą z a n i e 1. Wybieramy schemat strzelania. Ponieważ pojazdów jest znacznie więcej, aniżeli samolotów, i każdy pilot może wykonać po jednym strzelaniu w każdym nalocie, to najbardziej odpowiednim schematem organizacji strzelania będzie schemat z przeniesieniem ognia.

2. Wyznaczamy  $R_m = 0,5$ . Taką wartością  $R_m$  ogranicza się dlatego, że cele nie przedstawiają specjalnego niebezpieczeństwa.

3. Znajdujemy oczekiwaną liczbę rażonych celów w warunkach poligonowych w wyniku pierwszego i drugiego ataku wykonanych przez wszystkie samoloty eskadry /  $m_{p1}$  i  $m_{p2}$  /. W tym celu posługujemy się wykresem rys. 2:

- według  $n_s = 12$  i  $W_{s1} = 0,5$  znajdujemy  $m_{p1} = 6$  pojazdów;

- według  $n_s = 12$  i  $W_{s2} = 0,45$  znajdujemy  $m_{p2} \approx 6$  pojazdów.

4. Określamy oczekiwaną ilość rażonych celów w warunkach poligonowych w wyniku dwóch nalotów na cel przez wszystkie samoloty eskadry /  $m_p$  /:

$$m_p = m_{p1} + m_{p2} = 6 + 6 = 12 \text{ pojazdów.}$$

5. Określamy oczekiwane wyniki działań bojowych eskadry / z uwzględnieniem przeciwdziałania przeciwnika /  $m_b$  :

$$m_b = m_p W_{d,c} = 12 \cdot 0,9 \approx 11 \text{ pojazdów.}$$

W ten sposób, eskadra samolotów myśliwsko - bombowych Su -7b podczas działań w powyżej podanych warunkach może średnio zniszczyć nie mniej 11 pojazdów. Dowódca eskadry powinien tak sformować ugrupowanie bojowe samolotów, aby każdy pilot prowadził strzelanie w obu nalotach z indywidualnym celowaniem do celów jeszcze nieostrzelanych.

§ 4. UPROSZCZONE WZORY DO OBLICZEŃ POTRZEBNEJ ILOŚCI SAMOLOTÓW I OCZEKIWANYCH WYNIKÓW DZIAŁAŃ BOJOWYCH

W wielu zadaniach praktycznych / na przykład, wykorzystanie elektronowych maszyn liczących / podczas obliczania potrzebnej ilości samolotów i oceny oczekiwanych wyników działań bojowych powstaje konieczność posiadania skończonych zależności matematycznych. Przy założeniu, że strzelanie wykonuje się do rozśrodkowanego celu grupowego i prawdopodobieństwa rażenia jednego typu celów elementarnych przez wszystkie strzelanie z danego typu samolotu lub jednakowe strzelania pojedyncze równe są między sobą, to występują następujące wzory uproszczone:

Przy  $R_m = 0,5$  i  $m > 1$ :

- dla schematu strzelania bez przeniesienia ognia

$$\left. \begin{aligned} W_{\Sigma} &= \frac{m}{K_c} , \\ W_{\Sigma} &= 1 - (1 - W_I)^{k_1} , \\ N &= k_1 K_c , \end{aligned} \right\} /11/$$

- dla schematu strzelania z przeniesieniem ognia

$$\left. \begin{aligned} W_S &= \frac{m}{n_s} , \\ N &= \frac{n_s}{n_{tc}} \end{aligned} \right\} /12/$$

Przy  $R_m = 0,8$  i  $m > 1$ :

- dla schematu strzelania bez przeniesienia ognia

$$\left. \begin{aligned} W_{\Sigma} &= 0,095 + 0,945 \frac{m}{K_c}^{x/} , \\ W_{\Sigma} &= 1 - (1 - W_I)^{k_1} , \\ N &= k_1 K_c , \end{aligned} \right\} /13/$$

- dla schematu strzelania z przeniesieniem ognia

$$\left. \begin{aligned} W_S &= 0,095 + 0,945 \frac{m}{n_s}^{x/} , \\ N &= \frac{n_s}{n_{tc}} \end{aligned} \right\} /14/$$

Dla wartości  $R_m = 0,95$  nie otrzymano skończonych zależności matematycznych postaci  $W_{\Sigma} = W_{\Sigma} / m$ ,  $K_c / i$   $W_S = W_S / m$ ,  $n_s /$ .

Jednak dla określenia potrzebnej ilości sił i oczekiwanych wyników działań można posłużyć się poniższą zasadą:

x/Wyrażenia te otrzymane drogą przybliżenia wykresów postaci

$$K_c = f/m / \text{ i } n_s = f_t / m / \text{ dla ustalonych wartości } W_{\Sigma} , W_S \text{ i } R_m .$$

a/ Obliczyć odpowiednie wielkości / skład  $N$  lub oczekiwaną liczbę rażonych celów  $m$  / dla  $R_m = 0,5$  i

$R_m = 0,8$ .

b/ Po określeniu różnicy między potrzebnymi ilościami sił lub oczekiwanymi wynikami działań bojowych dla  $R_m = 0,5$ , i  $R_m = 0,8$  należy: do potrzebnej ilości sił, dodać otrzymaną różnicę w potrzebnej ilości sił, a oczekiwane wyniki na podstawie liczby zniszczonych celów dla  $R_m = 0,8$  zmniejszyć o różnicę w wartościach  $m$ . W rezultacie tego, otrzymamy potrzebną ilość sił lub oczekiwane wyniki działań bojowych dla  $R_m = 0,95$ .

Obliczenia przeprowadzone za pomocą wzorów /11/ - /14/ dają te same wyniki, co i metoda graficzno - analityczna.

#### § 5. UWZGLĘDNIANIE CZYNNIKÓW, UTRUDNIAJĄCYCH WYKONANIE STRZELANIA

W zeszycie 5, § 9 było zaznaczone, że uwzględnianie poprzedzającego przeciwdziałania przeciwnika sprowadza się do pomnożenia prawdopodobieństwa rażenia celu/  $W_1$  lub  $W_S$  / przez prawdopodobieństwo tego, że jednostka bojowa zachowa zdolność bojową. Postępując zgodnie z podaną zasadą, w charakterze prawdopodobieństw wyjściowych w czasie określania bojowej potrzebnej ilości sił i oceny oczekiwanych wyników działań bojowych należałoby się posługiwać bądź prawdopodobieństwem przechwycenia celu powietrznego, bądź uogólnionym prawdopodobieństwem rażenia celu naziemnego. Jednak nie jest możliwe określenie zawczasu podanych prawdopodobieństw dla bardzo różnorodnych warunków z dostateczną niezawodnością.

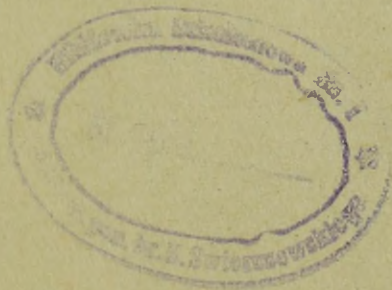
W związku z tym, podczas określania bojowej potrzebnej ilości samolotów i oceny oczekiwanych wyników działań bojowych zaleca się postępować w następujący sposób:

- obliczyć poligonową potrzebną ilość sił lub możliwości poligonowe jednostki/ pododdziału/ na podstawie liczby zniszczonych celów;

- ocenić dla danych warunków konkretnych średnią wartość prawdopodobieństwa tego, że samolot typu myśliwskiego zachowa zdolność bojową;

- poligonową potrzebną ilość sił podzielić, a oczekiwane możliwości bojowe pomnożyć przez prawdopodobieństwo zachowania przez samolot typu myśliwskiego zdolności bojowej.

W rezultacie tego otrzyma się bojową potrzebną ilość sił lub oczekiwane wyniki działań bojowych.-



<u>T R E Ś Ć</u>	str.
Wiadomości ogólne .....	2
§ 1. Potrzebna ilość samolotów do zniaczenia celu pojedynczego .....	3
§ 2. Potrzebna ilość samolotów podczas działań na cel grupowy .....	5
1. Wybór zależności matematycznych .....	5
2. Graficznoanalityczna metoda określania potrzebnej ilości samolotów .....	9
§ 3. Oczekiwane wyniki działań bojowych jednostki /pododdziału/ .....	14
§ 4. Uproszczone wzory do obliczeń potrzebnej ilości samolotów i oczekiwanych wyników działań bojowych .....	18
§ 5. Uwzględnianie czynników, utrudniających wykonanie strzelania .....	19

Wykonano w 40 egz.

Egz.nr 1 -40 Bibl.Szkol.  
Wyk.płk Pawłowski  
poz.ks.gł.0472/W

BIBLIOTEKA NAUSOWA ASG WP  
Archiwum Celów ZMortw Specjalnych  
Nr ewid. \_\_\_\_\_