



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

JAWNE



Egz. Nr..... 1

Opracował:
plk dypl. nawig. Stefan PAWŁOWSKI

WYBÓR I UZASADNIENIE RACJONALNYCH
ŚRODKÓW RAŻENIA, WARUNKÓW I SPOSOBÓW
ICH ZASTOSOWANIA PODCZAS ZWALCZANIA CEŁÓW
POWIETRZNYCH I NAZIEMNYCH



BIBLIOTEKA NAUKOWA Ak. 97
Instytut Lotnictwa i Obrony Przeciwlotniczej

44945

WARSZAWA

1973



57
2.8
2.8
2.8

CT

020372

62

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

JAWNE



Egz. Nr.....

1

Opracował:

plk dypl. nawig. Stefan PAWŁOWSKI

WYBÓR I UZASADNIENIE RACJONALNYCH
SRODKÓW RAŻENIA, WARUNKÓW I SPOŁOBY
ICH ZASTOSOWANIA PODCZAS ZWALCZANIA CELÓW
POWIETRZNYCH I NAZIEMNYCH



BIBLIOTEKA NAUCZNA Arm. WP
Archiwum Oddziału Specjalnych

44945

WARSZAWA

1973

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
Im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

ODDZIAŁ WOJSK OPK I LOTNICTWA
KATEDRA PRZEDMIOTÓW SPECJALNYCH

PRZEKLASYFIKOWANO
Protokół Nr 12657

JAWNE

PODSTAWA
Ustawa z dnia 22 stycznia 1989 roku
art. 86 ust. 2
(Dz. U. RP Nr 11 poz. 95)
.....
podpis



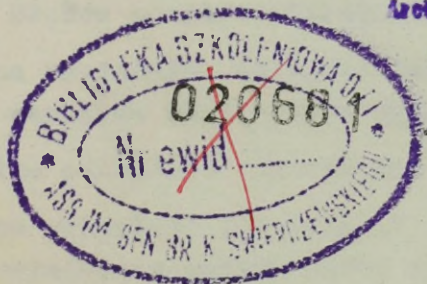
Egz. nr 1

WYBÓR I UZASADNIENIE RACJONALNYCH
ŚRODKÓW RAŻENIA, WARUNKÓW I SPOSOBÓW ICH
ZASTOSOWANIA PODCZAS ZWALCZANIA CELÓW
POWIETRZNYCH I NAZIEMNYCH

Opracował:

Płk dypl. nawig. Stefan PAWŁOWSKI

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASG W
Katedra Wojsk Lotnictwa Specjalnych



Nr ewid.

44945

WARSZAWA 1973

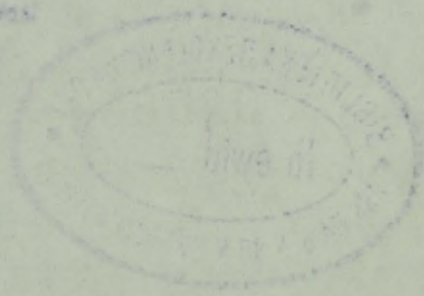
W skrypcie rozpatruje się zagadnienia bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów rozwiązywane podczas organizacji i prowadzenia działań bojowych.

W 1 części podane są operacyjne metody oceny skuteczności bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów; w 2 - wybiera się racjonalne środki rażenia, a w 3 - warunki i sposoby ich zastosowania podczas zwalczania celów powietrznych i naziemnych.

Materiał przeznaczony jest dla słuchaczy Akademii Sztabu Generalnego o kierunku lotniczym z założeniem, że czytelnik zapoznany jest z podstawowymi zagadnieniami bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów oraz z podstawami teorii skuteczności strzelania powietrznego.

Dla zmniejszenia objętości skryptu, zastosowano skróty wyrażone w postaci przyjętych oznaczeń wielkości, a nie w formie tekstowej.

Materiał ujęty w skrypcie opracowany został na podstawie wydawnictwa pt. "Wybor i obosnowanie racjonalnych sredstw poraženija, usłowij i sposobow ich primienienija pri unicztoženii wozdusznych i naziemnych celej". Wyd. WWKA. Monino - 1970.



ZASTOSOWANIE OZNACZEŃ WIELKOŚCI WYSTĘPUJĄCYCH
W SKRYPCIE

- a - błąd systematyczny; tabelarny współczynnik, zależny od M_1 i μ .
- \bar{a} - błąd systematyczny wyrażony w odchyleniach prawdopodobnych.
- D - odległość do celu.
- D_{strz} - odległość strzelania.
- $D_r/t/$ - względna odległość strzelania w zależności od czasu lotu pocisku.
- $D_y/t/$ - wyprzedzona odległość strzelania w zależności od czasu lotu pocisku.
- $D_{\text{p.wyjs}}$ - odległość rozpoczęcia /początku/ wyjścia samolotu z lotu nurkowego.
- $D_{\text{k.s min}}$ - minimalna odległość zakończenia /końca/ strzelania.
- $D_{\text{p.s min}}$ - minimalna odległość rozpoczęcia /początku/ strzelania.
- $D_{\text{racj.min}}$ - racjonalna minimalna odległość odpalenia.
- $D_{\text{max}}^{\text{r}}$ - maksymalna racjonalna odległość strzelania z uwzględnieniem błędów pomiaru odległości.
- $D_{\text{min}}^{\text{r}}$ - minimalna racjonalna odległość strzelania z uwzględnieniem warunków bezpieczeństwa lotu.
- $D_{\text{strz}}^{\text{r}}$ - racjonalna odległość strzelania.
- $D_{\text{p.s min}}^{\text{r}}$ - minimalna odległość rozpoczęcia /początku/ strzelania odpowiadająca maksymalnemu prawdopodobieństwu rażenia celu.
- D_1 - odległość odpalenia pierwszego pocisku.

- D_0 - początkowa odległość do celu /strzelania/;
- E - odchylenie prawdopodobne rozrzutu sumarycznego.
- E_D - odchylenie prawdopodobne błędów pomiaru odległości podczas strzelania.
- $E_{b.d}$ - odchylenie prawdopodobne rozrzutu dla personelu latającego o wyszkoleniu bardzo dobrym.
- E_{dst} - odchylenie prawdopodobne rozrzutu dla personelu o wyszkoleniu dostatecznym.
- E_{gr} - odchylenie prawdopodobne rozrzutu grupowego.
- $f/r/$ - różniczkowy rozkład chybień pocisku rakietowego względem celu na płaszczyźnie rzutowej.
- $G/m/$ - warunkowe prawdopodobieństwo rażenia celu; rozkład rażenia celu.
- $G/x,y/$ - przestrzenny rozkład rażenia w układzie dwóch zmiennych losowych X, Y .
- $G/x,y,z/$ - przestrzenny rozkład rażenia w układzie trzech zmiennych losowych X, Y, Z .
- $G/r,x/$ - przestrzenny rozkład rażenia w układzie dwóch zmiennych losowych r, X .
- $G/1/$ - prawdopodobieństwo rażenia celu w razie trafienia w niego jednym pociskiem.
- H - wysokość lotu.
- H_c - wysokość lotu celu.
- H_m - wysokość lotu samolotu myśliwskiego.
- $H_{p.wyjś}$ - wysokość rozpoczęcia /początku/ wyprowadzenia /wyjścia/ samolotu z lotu nurkowego.
- H_{max}^* - maksymalna wysokość wprowadzenia samolotu w lot nurkowy dla racjonalnych odległości strzelania.

- $H_{\min}^{\#}$ - minimalna wysokość wprowadzenia samolotu w lot nurkowy dla racjonalnych odległości strzelania.
- $H_{\text{prz}}^{\#}$ - wysokość przyrządowa odpowiadająca racjonalnej odległości rozpoczęcia strzelania.
- k - współczynnik liczbowy zależny od typu broni.
- k_n - współczynnik niezawodności wszystkich systemów samolotu.
- k_t - liczba typowych celów.
- M_1 - parametr wyjściowy dla wykonania obliczeń operacyjnych; - prawdopodobieństwa rażenia celu.
- m - liczba trafień.
- m_{kr} - krytyczna liczba trafień.
- n - ogólna liczba strzałów /odpaleń, pocisków/.
- n_c - przeciążenie celu.
- n_1, n_2 - liczba strzałów z broni pierwszego, drugiego kalibru.
- $P_{m,n}$ - prawdopodobieństwo m trafień z n pocisków /strzałów/.
- $P_{\text{wykr.m}}$ - prawdopodobieństwo wykrycia samolotu myśliwskiego przez cel.
- $P_{\text{wykr.r}}$ - prawdopodobieństwo wykrycia pocisku raketowego przez cel.
- $P_{\text{zr.n}}$ - prawdopodobieństwo udaremnienia/zerwania/ naprowadzania pocisku raketowego przez cel.
- $P_{\text{zr.p}}$ - prawdopodobieństwo zerwania celowanego odpalenia pocisku raketowego w wyniku przeciwdziałania celu.
- $p; P$ - prawdopodobieństwo trafienia.
- p_c - niezawodność celownika.

- $P_{p.c}$ - prawdopodobieństwo przechwycenia celu przez głowicę cieplną pocisku samonaprowadzającego się.
- P_R - niezawodność pocisku raketowego.
- Q_R - prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania celu przez pocisk raketowy.
- q - kursowy kąt celu.
- q_k - kursowy kąt spotkania pocisku z celem; - podejścia pocisku do celu.
- q_0 - kąt kursowy celu w momencie odpalenia pocisku raketowego.
- R_c - sylwetka celu.
- r_{max} - maksymalny promień zadziałania zapalnika.
- $r_{odł}$ - promień rażącego działania odłamków.
- S - ogólna powierzchnia rzutu celu na płaszczyznę rzutową.
- S_{obl} - obliczeniowa powierzchnia celu; - rzutu celu na płaszczyznę rozrzutu.
- $S/r, x/$ - funkcja uzgodnienia części bojowej pocisku raketowego i jego zapalnika.
- S_1 - rzut wrażliwej powierzchni celu na płaszczyznę rzutową.
- t - czas lotu pocisku.
- t_c - czas potrzebny na ogólne i dokładne celowanie.
- t_{op} - czas opóźnienia w czynnościach pilota.
- $t_{p.o}$ - czas prowadzenia ognia.
- t_{Σ} - czas sumaryczny.
- v_D - prędkość zbliżania pocisku raketowego do celu.
- v_R - bezwzględna prędkość lotu pocisku raketowego /względem powietrza/.

- $v_{R/t/}$ - bezwzględna prędkość lotu pocisku raketowego w zależności od czasu lotu.
- $v_R //$ - względna prędkość lotu pocisku raketowego /względem samolotu myśliwskiego/ w zależności od czasu lotu.
- $v_{D \text{ racj. max}}$ - maksymalna racjonalna prędkość zbliżania pocisku raketowego do celu.
- $v_{D \text{ racj. min}}$ - minimalna racjonalna prędkość zbliżania pocisku raketowego do celu.
- v_c - prędkość lotu celu.
- v_D - prędkość zbliżania samolotu do celu.
- v_m - prędkość lotu samolotu myśliwskiego.
- v_{max}^* - maksymalna prędkość lotu podczas wprowadzania samolotu w lot nurkowy dla racjonalnych odległości strzelania.
- v_{min}^* - minimalna prędkość lotu podczas wprowadzania samolotu w lot nurkowy dla racjonalnych odległości strzelania.
- v_1 - średnia prędkość lotu samolotu podczas nurkowania.
- w_a - prawdopodobieństwo wykonania ataku; - rażenia z uwzględnieniem błędu systematycznego.
- w_c - prawdopodobieństwo rażenia celu.
- w_E - prawdopodobieństwo rażenia z uwzględnieniem zwiększonego odchylenia prawdopodobnego rozrzutu pocisków.
- w_n - prawdopodobieństwo naprowadzenia.
- w_R - prawdopodobieństwo rażenia w warunkach racjonalnych.

- W_s - prawdopodobieństwo rażenia samolotu atakującego lub stosowanych przez niego środków rażenia.
- $W/n/$ - prawdopodobieństwo rażenia n pociskami /strzałami/.
- $W/1/$ - prawdopodobieństwo rażenia jednym pociskiem /strzałem/.
- W_{max} - maksymalne prawdopodobieństwo rażenia.
- W_{min} - minimalne prawdopodobieństwo rażenia.
- W_{nr} - prawdopodobieństwo rażenia w warunkach nieracjonalnych.
- W_{OP} - prawdopodobieństwo pokonania obrony powietrznej przeciwnika.
- W_{racj} - racjonalne prawdopodobieństwo rażenia.
- W_{zr} - prawdopodobieństwo rażenia z uwzględnieniem możliwego udaremnienia/zerwania/ odpalenia celowanego.
- $W_f/n/$ - prawdopodobieństwo rażenia n funkcjonalnie zależnymi pociskami /strzałami/.
- $W_1/1/$ - prawdopodobieństwo rażenia celu i -tym /jednym/ pociskiem /strzałem/.
- $W_n/n/$ - prawdopodobieństwo rażenia n niezależnymi pociskami /strzałami/.
- $W_{c.r}$ - całkowite prawdopodobieństwo rażenia.
- $W_{o.c}$ - prawdopodobieństwo opromieniowania celu podczas strzelania pociskami rakietowymi z głowicami radiolokacyjnymi.
- $W_{r.p}$ - prawdopodobieństwo pokonania radioelektronicznego przeciwdziałania.
- $W_{u.w}$ - prawdopodobieństwo utrzymania warunków strzelania.
- $W_{w.c}$ - prawdopodobieństwo wykrycia celu przez pilota.
- $W_{w.s}$ - prawdopodobieństwo wykonania strzelania.

- $W_c \max$ - maksymalne prawdopodobieństwo rażenia celu.
- $W_c^{\#}$ - ustalona wartość prawdopodobieństwa rażenia celu.
- \tilde{W}_{\min} - minimalne prawdopodobieństwo rażenia z uwzględnieniem przeciwdziałania celu.
- W_{Σ} - prawdopodobieństwo rażenia z uwzględnieniem ognia obronnego celu.
- \bar{W} - prawdopodobieństwo rażenia z uwzględnieniem niezawodności.
- $\bar{W}_{\Sigma} /n/$ - całkowite prawdopodobieństwo rażenia n pociskami /strzałami/z uwzględnieniem niezawodności.
- $\dot{\beta}$ - prędkość zmiany nachylonego kąta burtowego w czasie.
- Δ - kąt pomiędzy płaszczyzną ataku i płaszczyzną skrzydeł celu.
- Δ_a - współczynnik błędu systematycznego.
- Δ_E - współczynnik odchylenia prawdopodobnego rozrzutu pocisków.
- ΔH - przewyższenie lub przeniżenie położenia celu względem lotniska.
- ΔH_{wpr} - utrata wysokości podczas wprowadzania samolotu w lot nurkowy.
- ζH - suma poprawek aerodynamicznej i falowej.
- λ_n - kąt nurkowania.
- μ - miernik zależności między strzałami.
- $\mu_{b.d}$ - miernik zależności między strzałami dla personelu latającego o wyszkoleniu bardzo dobrym.
- μ_{dst} - miernik zależności między strzałami dla personelu latającego o wyszkoleniu dostatecznym.
- $\mu^{\#}$ - ustalona wartość miernika zależności między strzałami.

- ω - średnia konieczna liczba trafień dla rażenia celu.
- ω_b - kątowna prędkość samolotu bombowego.
- ω_c - kątowna prędkość celu.
- ω_D - kątowna prędkość linii odległości.
- ω_{kr} - krytyczna konieczna liczba trafień dla rażenia celu.
- $\omega_{\text{śr}}$ - średnia wartość średniej koniecznej liczby trafień dla rażenia celu.
- ω_1, ω_2 - średnia konieczna liczba trafień dla rażenia celu dla broni pierwszego, drugiego kalibru.



W S T Ę P

We współczesnych warunkach bojowe zastosowanie raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów do celów powietrznych i naziemnych ma miejsce w złożonej sytuacji.

Skuteczność zastosowania broni w walce powietrznej lub podczas zwalczania celów naziemnych określamy nie tylko na podstawie możliwości bojowych samolotu i jego uzbrojenia /samolot - pocisk - system celowniczy/, lecz i na podstawie konkretnej sytuacji taktycznej, w jakiej prowadzone są działania bojowe, a także charakteru przeciwdziałania przeciwnika /ogień, zakłócenia, manewr/.

Sukces w walce powietrznej lub podczas działań na cele naziemne osiąga się z zasady w pierwszym ataku. Należy zatem dążyć do tego, aby w walce powietrznej i podczas działań na cele naziemne pierwszy atak zapewniał osiągnięcie maksymalnego prawdopodobieństwa rażenia celu. Rozwiązaniu tego zadania powinna być podporządkowana organizacja strzelania w powietrzu i przygotowanie personelu latającego na ziemi.

Należy zaznaczyć, że w obecnym czasie krąg osób zajmujących się zabezpieczeniem lotu wyraźnie się rozszerzył. Skuteczne rażenie celu, oprócz organizacji strzelania w powietrzu, zależy w dużej mierze od przygotowania broni do lotu bojowego, pracy naziemnych posterunków naprowadzania i od szeregu innych czynników. Naprowadzanie z ziemi powinno stwarzać najbardziej sprzyjające warunki do rozpoczęcia walki powietrznej /ataku wykonywanego na cele naziemne/ oraz przygotowania sprzętu pod względem niezawodności i maksymalnych możliwości bojowych. Najważniejszym jednak problemem bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów jest organizacja strzelania w powietrzu.

Dla racjonalnej organizacji strzelania należy:

- przestudiować cel /powietrzny, naziemny/ jako obiekt działań i porównać jego charakterystyki z możliwościami bojowymi własnych samolotów;

- wybrać środki rażenia potrzebne do zwalczania nakazanego celu;

- określić racjonalne sposoby i warunki zastosowania uzbrojenia samolotu;

- ustalić odpowiednie czynności pilotów w walce powietrznej /podczas zwalczania celów naziemnych/ w czasie użycia dowolnego środka rażenia w konkretnych warunkach prowadzenia działań bojowych.

Do studiowania i oceny porównawczej celów i własnych możliwości należy podchodzić bardzo uważnie, ponieważ ocena ta konieczna jest dla wyboru środków rażenia, określenia racjonalnych warunków, ich zastosowania oraz dla obliczenia bojowej liczby samolotów i oceny oczekiwanych wyników w zwalczaniu nakazanych celów ^{x/}.

Wybór środków rażenia dokonywany jest na podstawie wartości prawdopodobieństwa rażenia celu tym lub innym środkiem, z uwzględnieniem możliwego przeciwdziałania przeciwnika w wykonywaniu ataku i konkretnej sytuacji powietrznej /naziemnej/, w której prowadzone są działania bojowe.

Odpalanie kierowanych i nawet niekierowanych pocisków rakietowych oraz strzelanie z działek może być wykonywane w szerokim zakresie dozwolonych odległości, kątów kursowych, w różnych płaszczyznach ataku i na różnych prędkościach zbliżania samolotu typu myśliwskiego do celu. Dlatego prawdopodobieństwo rażenia

^{x/} Metoda porównywania charakterystyk celów powietrznych i naziemnych podana jest w materiale pt. "Praca szefa strzelania powietrznego jednostki /związku taktycznego/ podczas organizacji i prowadzenia działań bojowych".

celu dowolną bronią może poważnie się zmieniać w zależności od warunków jej użycia. Aby osiągnąć rozstrzygające rażenie celu w jak najkrótszym czasie, należy umieć z warunków możliwych wybrać racjonalne.

Racjonalnymi warunkami i sposobami bojowego zastosowania uzbrojenia samolotu są takie warunki, w których prawdopodobieństwo rażenia celu daną bronią posiada wielkość zbliżoną do maksymalnie możliwej w danych warunkach ataku.

Określanie racjonalnych warunków związane jest z całym szeregiem trudności, które spowodowane są brakiem dostatecznie pełnych danych wyjściowych dla porównawczej oceny skuteczności strzelania do konkretnych samolotów, bezpilotowych środków napadu przeciwnika lub celów naziemnych.

Jedną z trudności rozwiązania tego zadania jest to, że wynik ataku w walce powietrznej lub podczas zwalczania celów naziemnych zależy od dużej ilości różnych czynników, które w różny sposób wpływają na wykonanie ataku i skuteczność strzelania. Wymagane jest znalezienie dla danych warunków zasadniczych, decydujących czynników i na podstawie ich oceny wyciągnięcie praktycznych wniosków dotyczących racjonalnych sposobów bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów.

Podczas wyboru racjonalnych warunków wpływ różnych czynników na możliwość wykonania ataku i skuteczność strzelania możemy ocenić bądź posługując się metodami ilościowymi drogą określania prawdopodobieństwa rażenia celu i charakteru jego zmiany w różnych warunkach strzelania, bądź jakościową drogą logicznego uzasadnienia i analizy wpływu tego lub innego czynnika na skuteczne wykonanie ataku.

Ilościowe metody określania racjonalnych warunków strzelania właściwe są w czasie wyboru takich parametrów, jak : odległość strzelania, kierunek ataku, sposób zużycia jednostki ognia itd.

Jakościowe metody stosujemy w tych wypadkach, gdy metody ilościowe nie są możliwe do przyjęcia lub brak jest danych wyjściowych do ich zastosowania, na przykład podczas uwzględniania

wpływu morali pilota na skuteczność strzelania lub w czasie oceny różnych chwytów /manewrów/ taktycznych dla zapewnienia zaskoczenia podczas ataku itd.

W wyniku analizy wpływu na strzelanie wszystkich podstawowych czynników z wykorzystaniem metod ilościowych i jakościowych wybieramy racjonalne warunki strzelania kierowanymi i niekierowanymi pociskami raketowymi lub z działek do konkretnych celów powietrznych i naziemnych. Uzasadniony wybór racjonalnych warunków strzelania powinien być dokonany zawczasu na ziemi podczas przygotowywania personelu latającego do różnych działań bojowych przeciwnika /konkretnych celów i warunków ich lotu/.

Podczas wyboru racjonalnych warunków strzelania należy wszechstronnie analizować i uogólniać doświadczenia z przeprowadzonych walk powietrznych z danymi typami samolotów przeciwnika.

Wykorzystując poprzednio zdobyte doświadczenia bojowe, w żadnym wypadku nie wolno dopuszczać do szablonu w stosowaniu chwytów taktycznych, ponieważ działania szablone w walce powietrznej lub podczas zwalczania celów naziemnych przeciwnik szybko rozszyfruje i zastosuje skuteczne kontrchwyty /kontrmanewry/.

Określiwszy racjonalne warunki zastosowania broni, celowo jest uwzględniać i te warunki, w których prawdopodobieństwo rażenia celu w oparciu o różne przyczyny szybko się zmniejsza lub zostaje naruszone bezpieczeństwo lotu. W tych wypadkach zastosowanie broni nie jest pożądane, choć możliwe. Dlatego pilot powinien znać je dobrze na równi z warunkami racjonalnymi.

Po określeniu racjonalnych warunków bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów niemniej ważnym jest opracowanie dla pilotów praktycznych zaleceń w utrzymaniu ich w walce powietrznej lub podczas zwalczania celów naziemnych.

Należy podkreślić ważność znajomości zagadnień racjonalnej

organizacji strzelania dla personelu dowódczego i latającego. W procesie szkolenia ogniowego następuje kształcenie lotnika jako szermierza powietrznego oraz tworzy się i umacnia wartości moralno-psychologiczne.

Ciągłe doskonalenie zagadnień bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów jest bardzo ważnym i bez niego nie jest możliwe rozwiązanie dowolnego postawionego zadania bojowego.

Dowódca powinien pamiętać, że skuteczne rozwiązanie zadań bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów, zapewniające zniszczenie przeciwnika, zwiększa gotowość bojową jednostki, zaszczepia personelowi latającemu wiarę w swoją broń, pewność i odwagę w walce, jest ważnym czynnikiem moralno-politycznym w wychowaniu składu osobowego jednostki /pułku, dywizji/.

organizacji strażniczej dla personelu wojskowego i lotniczego
z powołaniem do służby w jednostkach lotniczych
Jako kierownik powierzonej mu pracy jest i w przyszłości
dla wojska-powojennego.

W tym celu należało wykonać następujące zadania:
1. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
2. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
3. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
4. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
5. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
6. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
7. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
8. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
9. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
10. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie

W tym celu należało wykonać następujące zadania:
1. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
2. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
3. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
4. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
5. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
6. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
7. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
8. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
9. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
10. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie

W tym celu należało wykonać następujące zadania:
1. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
2. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
3. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
4. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
5. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
6. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
7. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
8. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
9. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
10. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie

W tym celu należało wykonać następujące zadania:
1. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
2. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
3. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
4. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
5. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
6. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
7. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
8. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
9. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
10. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie

W tym celu należało wykonać następujące zadania:
1. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
2. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
3. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
4. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
5. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
6. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
7. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
8. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
9. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie
10. Wykonalność i wykonalność w tym zakresie

1. OPERACYJNE METODY OCENY SKUTECZNOŚCI RAKIETOWEGO
I ARTYLERYJSKIEGO UZBROJENIA SAMOLOTÓW PODCZAS
ZWALCZANIA CELÓW POWIETRZNYCH I NAZIEMNYCH

1.1. PRZEZNACZENIE I WŁAŚCIWOŚCI OPERACYJNYCH METOD
OCENY SKUTECZNOŚCI STRZELANIA POCISKAMI
RAKIETOWYMI I Z DZIAŁEK

Zadanie oceny skuteczności bojowego zastosowania rakietowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów podczas zwalczania celów powietrznych i naziemnych jest jednym z zadań teorii skuteczności bojowej. W swoich założeniach opiera się ona na umiejętnościach obliczania kryteriów ilościowych i znajduje jako - ściowe oceny skuteczności strzelania. Z dużej liczby ilościowych kryteriów skuteczności bojowego zastosowania rakietowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów podczas rozwiązywania zagadnień bojowego zastosowania uzbrojenia stosujemy takie kryteria jak: prawdopodobieństwo rażenia celu, prawdopodobieństwo przechwycenia celu powietrznego, prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego /podczas zwalczania celów naziemnych/, potrzebna liczba samolotów /poligonowa lub bojowa/ do wykonania zadania i oczekiwana ilość zniszczonych celów z różnym prawdopodobieństwem gwarancyjnym.

Spośród wymienionych kryteriów szczególne miejsce wyznacza się prawdopodobieństwu rażenia celu pojedynczego ustaloną jednostką ognia lub jednym strzelaniem. Ważność tego kryterium tłumaczy się tym, że -z jednej strony- dostatecznie w pełni charakteryzuje możliwości ogniowe samolotu, a z drugiej strony - jest niezbędną wielkością do obliczania wszystkich powyżej

podanych kryteriów. W związku z tym podczas oceny skuteczności strzelania dużą uwagę zwraca się na metody obliczania skuteczności rażenia celu pojedynczego ^{x/}.

Treść tych metod w znacznym stopniu zależy od typu stosowanych środków rażenia / z zapalnikami kontaktowymi /uderzeniowymi/ lub bezkontaktowymi /zbliżeniowymi/ /, charakterystyk części bojowej, sposobu strzelania i celu obliczeń.

Podczas rozwiązywania zagadnień praktycznych bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów szerokie rozpowszechnienie otrzymały tak zwane metody operacyjne zarówno obliczeń prawdopodobieństwa rażenia celu, jak i innych wskaźników ilościowych.

Istota metod operacyjnych polega na tym, że - opierając się na szeregu gotowych rozwiązań otrzymanych za pomocą dokładnych metod obliczeniowych, pozwalają w stosunkowo krótkim czasie i z dopuszczalną dla celów praktycznych dokładnością określać liczbowe kryteria skuteczności strzelania. Prócz tego, operacyjne metody obliczeń wskaźników skuteczności strzelania są proste i dostępne do zastosowania w lotniczych jednostkach liniowych.

Do innych właściwości metod operacyjnych należy zaliczyć możliwość oceny prawdopodobieństwa rażenia celów powietrznych i naziemnych metodą analogii.

Konieczność takiej oceny uwarunkowana jest dużą różnorodnością typów celów powietrznych i naziemnych. Na przykład prawdopodobny przeciwnik posiada powyżej trzynastu typów taktycznych samolotów myśliwskich /F-86, F-100, F-104, F-105, F-4, F-111, F-5, Lightning, Mirage III, G-91, F-3B, F-8A, A-37, A-3, A-4 i inne/, około dziesięciu typów strategicznych samolotów

^{x/} W dalszej treści materiału zamiast terminu "prawdopodobieństwo rażenia celu pojedynczego" stosować będziemy termin "prawdopodobieństwo rażenia celu".

bombowych i rozpoznawczych dalekiego zasięgu /B-52, B-58, Canberra, Mirage IV, Vulcan, SR-71 i inne/, dużą ilość różnorodnych typów samolotów transportowych i lotnictwa wojsk lądowych /C-140, C-141, C-130, C-133, Orion i inne/, powyżej dziesięciu typów rakiet taktyczno-operacyjnych i przeciwlotniczych rakiet kierowanych, wiele typów stacji radiolokacyjnych, samochodów i pojazdów, broni artyleryjskiej, śmigłowców i innego sprzętu technicznego.

Obliczenia oceny skuteczności strzelania wskazują, że zarówno cele powietrzne, jak i naziemne można podzielić na grupy, biorąc za podstawę kryterium /w przybliżeniu/ jednakowego prawdopodobieństwa ich rażenia w takich samych warunkach jedną i tą samą amunicją /strzelaniami/.

Jeżeli dla nowopojawiających się celów nie ma danych dotyczących prawdopodobieństwa ich rażenia, wówczas - posługując się takimi danymi charakterystycznymi jak: ciężar, dane geometryczne, zwartość konstrukcyjna, odporność, możemy zaliczyć je do odpowiedniej grupy i w przybliżeniu ocenić wartość prawdopodobieństwa rażenia konkretnego celu według znanej zależności od warunków strzelania przypisanych danej grupie.

Należy podkreślić, że metoda analogii powinna być stosowana w tych wypadkach, gdy sytuacja nie pozwala dokonać zawczasu obliczeń dotyczących oceny skuteczności strzelania danymi środkami na konkretne cele lub kiedy w trakcie wykonywania zadania bojowego powstaje konieczność precelowania samolotów na stosunkowo mało znane cele.

Dużą rolę w operacyjnych metodach oceny skuteczności strzelania wyznacza się metodom jakościowym, które opierają się na znajomości danych taktyczno-technicznych środków rażenia, warunków przyszłych działań bojowych lub warunków strzelania /dzień, noc, warunki atmosferyczne, rzeźba terenu, wysokość lotu celu lub położenie celu naziemnego w terenie, pory roku itd/, stopnia wyszkolenia personelu latającego, posiadanych środków rażenia w ciągu nakazanego czasu, oczekiwanych typów celów

i orientacyjnej skuteczności działań na nie różnymi środkami rażenia.

Jakościowe oceny formułujemy przeważnie w postaci wniosków logicznych o możliwości zastosowania tych lub innych środków rażenia z uwzględnieniem wspomnianych powyżej czynników.

Na przykład, operując się na znajomości technicznych możliwości, nie zaleca się obliczać prawdopodobieństwa rażenia podczas strzelania:

- kierowanymi pociskami raketowymi z cieplnymi głowicami samonaprowadzania do celów powietrznych w chmurach, a z głowicami radiolokacyjnymi - do celów naziemnych;

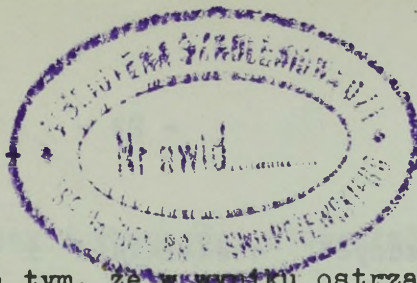
- pociskami z działek kalibru 30 mm i mniejszego do stacjonarnych mostów, szlaków kolejowych lub autostrad dla ich niszczenia;

- niekierowanymi pociskami raketowymi typu S-5K, S-24 do celów powietrznych itd.

Za pomocą analizy i uwzględnienia ocen jakościowych, nie uciekając się do obliczeń, możemy wyznaczyć najbardziej przydatne środki rażenia dla zwalczania ustalonych celów w konkretnych warunkach, wykluczając tym samym zawczasu rozpatrzone wyraźnie nieprzydatne warianty dla dokonania oceny ilościowej.

1.2. WYJŚCIOWE DANE DO OKREŚLANIA PRAWDOPODOBIENSTWA RAŻENIA CELU PODCZAS STRZELANIA POCISKAMI RAKIETOWYMI I Z DZIAŁEK

Strzelanie z działek, kierowanymi i niekierowanymi pociskami raketowymi wykonujemy dla zadania celom powietrznym lub naziemnym maksymalnych strat. Podczas strzelania do pojedynczego celu naziemnego wielkość strat możemy określić czasem, w ciągu którego cel po ostrzale przerwie swoją działalność bojową /prze- stanie funkcjonować/; w czasie strzelania do celu powietrznego - na podstawie kontynuowania lotu bojowego lub wykonywania za - dania bojowego.



Zdarzenie, polegające na tym, że w wyniku ostrzału cel naziemny przerwie swoją działalność bojową, a powietrzny będzie zestrzelony lub przerwie wykonywanie zadania bojowego, nazywa się rażeniem celu.

Jako kryterium liczbowe charakteryzujące możliwość rażenia celu pojedynczego przyjmujemy prawdopodobieństwo jego rażenia ustaloną jednostką ognia lub jednym strzelaniem.

Podczas wykonywania działań bojowych raketowe i artyleryjskie uzbrojenie samolotu może być również stosowane do zwalczania naziemnych celów grupowych i powierzchniowych.

Naziemne cele grupowe mogą się składać z szeregu obiektów o jednym typie lub o różnych typach zależnie od ich przeznaczenia funkcjonalnego. W zależności od tego dzielą się one na jednorodne i różnorodne. Do jednorodnych celów zaliczamy na przykład kolumnę pojazdów ze sprzętem lub ludźmi, samoloty na stojakach i inne, do różnorodnych - baterię Hawk, baterię rakiet taktyczno-operacyjnych Lance, Honest John i inne.

Skuteczność zastosowania środków rażenia na jednorodne cele grupowe charakteryzuje nie prawdopodobieństwo rażenia całego celu, lecz ilość zniszczonych - w większym lub mniejszym stopniu - celów pojedynczych z nakaznym /wyznaczonym/ prawdopodobieństwem gwarancyjnym.

Dla różnorodnych celów grupowych skuteczność zastosowania środków rażenia oceniamy na podstawie czasu, w ciągu którego przerywają one normalne funkcjonowanie.

Skuteczność działania środków rażenia na cele powierzchniowe określamy wielkością gwarancyjną względnej powierzchni rażenia celu.

Dla obliczeń operacyjno-taktycznych, związanych z oceną potrzebnej ilości sił lub oczekiwanej ilości zniszczonych celów wyznaczoną ilością sił, wielkość strat dla celów grupowych i powierzchniowych formułuje się często w postaci takich terminów,

jak "zniszczyć", "obezwładnić" i "zdezorganizować" cel ^{x/}.

Dla określenia prawdopodobieństwa rażenia celu pojedynczego, a także wielkości strat podczas działań na cele grupowe i powierchniowe należy dysponować następującymi danymi wyjściowymi:

- charakterystykami wrażliwości celu. Do tych charakterystyk zaliczamy średnie konieczne liczby trafień dla rażenia celu i wartości obliczeniowych powierzchni celów dla konkretnego związku pocisk artyleryjski /pocisk raketowy/ - cel;

- charakterystykami dokładności strzelania. Najczęściej wykorzystujemy takie charakterystyki, jak odchylenie prawdopodobne rozrzutu pocisków raketowych i pocisków z działek, wartości miernika zależności między strzałami i prawdopodobieństwo trafienia jednym pociskiem /strzałem/;

- gotowymi wykresami zależności prawdopodobieństwa rażenia konkretnych celów jednym kierowanym pociskiem raketowym danego typu w zależności od warunków strzelania.

Oprócz wymienionych danych należy przyjąć jeden sposób uwzględniania stopnia /poziomu/ wyszkolenia personelu latającego, ustalić pojęcia o stopniach rażenia celu i sformułować konkretną treść terminów "zniszczyć", "obezwładnić" i "zdezorganizować" cel grupowy lub powierchniowy.

1.2.1. Stopnie rażenia celu

Dla scharakteryzowania stopni rażenia celu pojedynczego wprowadza się pojęcia rażenia typu A, B i C.

Konkretna treść zawarta w wyszczególnionych pojęciach typów rażenia celu zależy z zasady od tego, jaki cel jest rozpatrywany: powietrzny lub naziemny.

Dla pojedynczego celu powietrznego

Rażenie typu A osiąga się wtedy, kiedy natychmiast po jego

^{x/}-----
Konkretna treść tych terminów będzie wyjaśniona w charakterystyce stopni rażenia celu.

ostrzale cel zostaje zestrzelony /przechodzi w bezwładne opadanie/.

Rażenie typu B charakteryzuje niemożliwość kontynuowania lotu przez cel po jego ostrzale, jak również po upływie pewnego czasu. Maksymalny czas lotu po ostrzale ogranicza się czasem lotu ze zniżaniem, czasem zniszczenia konstrukcji na skutek pożaru itd.

Rażenie typu C osiąga się przez takie uszkodzenie celu, które zmniejsza możliwości bojowe ze względu na ograniczenia danych lotno-taktycznych /zmniejsza się pułap, prędkość lotu, zasięg lotu itd./ i z powodu niemożliwości wykonywania zadań specjalnych /tworzenie zakłóceń, rozpoznanie, odpalania rakiet uskrzydłych i inne/.

Dla pojedynczego celu naziemnego

Rażenie typu A oznacza, że cel praktycznie jest zniszczony, to znaczy na jego naprawę potrzeba nie mniej niż 5 dób /zniszczenie celu/.

Rażenie typu B osiąga się wtedy, kiedy na odtworzenie gotowości celu do działań wymagane jest nie mniej niż jedna doba /obezwładnienie celu/.

Rażenie typu C następuje w wypadku uszkodzenia celu w takim stopniu, że przestanie on wykonywać swoje funkcje na czas nie krótszy niż 2 godziny /dezorganizacja działalności celu/.

Dla grupowych celów naziemnych pojęcie "zniszczenie", "obezwładnienie" i "dezorganizacja" jako stopnie rażenia celu zawierają następujące konkretne treści.

C e l e j e d n o r o d n e

Zniszczenie oznacza pozbawienie zdolności bojowej nie mniej niż 40% celów pojedynczych według typu rażenia A lub 60 - 70% według typu B, bądź 90% według typu C.

Obezwładnienie oznacza pozbawienie zdolności bojowej nie mniej niż 20 - 25% celów według typu A lub 40% według typu B bądź 50 - 60% według typu C.

C e l e n i e j e d n o r o d n e

Zniszczenie oznacza przerwanie funkcjonowania /działalności celu/ na czas nie krótszy niż 5 dób; obezwładnienie - przerwa - nie funkcjonowania - na czas nie krótszy niż 1 doba; dezorganizacja - na czas nie krótszy niż 2 godziny.

Dla celów powierzchniowych zniszczenie, obezwładnienie i dezorganizacja ściśle są związane z rażeniem powierzchni celu, w takim samym stosunku do stopni rażenia, jak to ma miejsce dla jednorodnych celów grupowych.

Na przykład obezwładnić cel oznacza pozbawić zdolności bojowej nie mniej niż 20 - 25% powierzchni według typu rażenia A lub 40% według typu B bądź 50 - 60% według typu C.

Ustalone pojęcia stopni rażenia celów pojedynczych bezpośrednio wykorzystujemy do obliczeń charakterystyk wrażliwości, a w ostatecznym rachunku do określania prawdopodobieństwa rażenia celu. Dlatego też, gdy podaje się wielkości prawdopodobieństwa rażenia celu pojedynczego lub takie charakterystyki wrażliwości, jak : średnia konieczna liczba trafień dla rażenia celu, powierzchnia obliczeniowa i rozkład rażenia, należy zwracać uwagę na stopnie rażenia, dla których zostały one określone.

Podczas ostrzału celów naziemnych z działek kalibru 23 i 30 mm i niekierowanymi pociskami raketowymi typu S-5K podział strat zgodnie z danymi eksperymentalnymi średnio przedstawia się w następujący sposób: A - 40%, B - 30%, C - 30%.

Dla celów małoodpornych przeważają straty B + C, a dla odpornych i szczególnie odpornych - A + B.

Dla celów powietrznych nie udało się otrzymać drogą eksperymentalną podziału strat według stopni rażenia A, B i C. Obliczenia wskazują, że podczas strzelania do celów powietrznych z działek, niekierowanymi pociskami raketowymi typu S-5M i kierowanymi pociskami raketowymi o niedużych odłamkowo-burzących częściach bojowych /o ciężarze do 10 - 15 kg/ przeważają rażenia typu B + C. Podczas strzelania kierowanymi pociskami raketowy -

mi z częściami bojowymi o ciężarze 20 kg i większym przeważają rażenia typu A + B.

Dane dotyczące podziału strat zezwalają na skonkretyzowanie pojęcia "zniszczenie", "obezwładnienie", "dezorganizacja" celu grupowego lub powierzchniowego.

Na przykład, zniszczenie kolumny czołgów osiągniemy w razie pozbawienia sprawności bojowej 60% czołgów.

Obliczenia potrzebnej liczby sił dla zniszczenia kolumny pojazdów ze sprzętem powinny opierać się na wymaganiu rażenia 80% pojazdów według typu C lub 60% pojazdów według typu B.

W przykładzie pierwszym i drugim, opierając się na danych o podziale strat, można podawać jedynie procent celów podlegających zniszczeniu dla jednego najbardziej właściwego stopnia rażenia z uwzględnieniem typu celu. Okazuje się to za wystarczające, aby mieć wyobrażenie o przykładowym podziale strat według innych stopni rażenia. Jeżeli wydzielona potrzebna liczba sił zapewnia rażenie 40% pojedynczych celów ze składu jednorodnego celu grupowego według typu B, to 20 - 25% pojedynczych celów będzie rażone według typu A i 50 - 60% według typu C. Cel grupowy w całości będzie obezwładniony. Analogiczny podział strat występuje również podczas obezwładniania celu powierzchniowego.

1.2.2. Charakterystyki wrażliwości celów pojedynczych

Wrażliwość celu, jak zaznaczono poprzednio, charakteryzują straty, jakie mogą być zadane celowi danym środkiem rażenia. Kosztem spowodowanych strat cel bądź przestanie funkcjonować w ciągu określonego czasu, bądź przerwie wykonywanie lotu bojowego lub wykonywanie zadań specjalnych.

Wybór konkretnych charakterystyk wrażliwości zależy od typu amunicji i odporności celu, to znaczy od związku pocisk - cel.

Rozróżnia się pociski artyleryjskie /pociski raketowe/ o bezpośrednim i odległościowym działaniu rażącym.

Pociski o bezpośrednim działaniu rażącym posiadają z zasady zapalniki kontaktowe /uderzeniowe/ i powodują rażenie celu tylko w razie bezpośredniego trafienia w jego kontury.

Pociski raketowe /pociski artyleryjskie/ o odległościowym działaniu rażącym mogą być uzbrajane w zapalniki kontaktowe i bezkontaktowe /zbliżeniowe/. Rażenie celu podczas strzelania takimi pociskami osiąga się z zasady kosztem działania odłamkowo-burzącego.

1.2.2.1. Rażenie celu pociskami bezpośredniego działania rażącego

Podczas ostrzału celu pociskami z działek /pociskami raketowymi/ o bezpośrednim działaniu rażącym, wyczerpującą charakterystyką wrażliwości jest rozkład rażenia celu $G/m/$. Funkcja $G/m/$ jest warunkowym prawdopodobieństwem rażenia celu, to znaczy prawdopodobieństwo rażenia celu w razie trafienia w niego równo m pocisków z działek /pocisków raketowych/. Im więcej pocisków trafi w cel, tym większe jest prawdopodobieństwo jego rażenia.

W wypadku braku nagromadzenia strat rozkład rażenia wyraża się wzorem:

$$G/m/ = 1 - [1 - G/1/]^m, \quad /1.1/$$

gdzie $G/1/$ - prawdopodobieństwo rażenia celu w razie trafienia w niego jednego pocisku.

Rozkład /1.1/ nazywamy rozkładem wykładniczym, ponieważ argument m znajduje się w wykładniku potęgi.

Obok wykładniczego rozkładu rażenia w praktyce ma zastosowanie tak zwany schodkowy rozkład rażenia. Właściwością tego rozkładu jest to, że dla $m < m_{kr}$ $G/m/ = 0$ i dla $m \geq m_{kr}$ $G/m/ = 1$.

Liczba m_{kr} nazywa się krytyczną liczbą trafień. Schodkowy rozkład rażenia występuje podczas ostrzału celów typu balonów o powłoce komorowej i celów o małych wymiarach amunicją o dużych kalibrach. W ostatnim wypadku $G/1/ = 1$.

W operacyjnych metodach obliczeń prawdopodobieństwa rażenia celu największe zastosowanie ma średnia konieczna liczba trafień dla rażenia celu ω lub krytyczna liczba trafień ω_{kr} , a nie funkcja $G/m/$.

Średnią konieczną liczbą trafień dla rażenia celu nazywamy wartość oczekiwanej liczby trafień, która powoduje rażenie celu.

Dla wykładniczego rozkładu rażenia związek pomiędzy funkcją $G/m/$ i ω posiada postać:

$$G/m/ = 1 - /1 - \frac{1}{\omega}/^m . \quad /1.2/$$

Wzór /1.2/ wynika ze wzoru /1.1/, jeżeli przyjmiemy, że $G/m/ = 1/\omega$.

Konkretne wartości ω dla celów powietrznych i naziemnych przeciwnika określamy drogą analityczną z uwzględnieniem danych eksperymentalnych z ostrzału typowych celów na poligonie.

W wielu wypadkach średnią konieczną liczbę trafień dla rażenia celu możemy określać według wzoru przybliżonego:

$$\omega = \frac{S}{S_1} , \quad /1.3/$$

S - pow. ogólna
S₁ - pow. wrażliwa

gdzie: S - ogólna powierzchnia rzutu celu na płaszczyznę rzutową z uwzględnieniem odległościowego rażenia amunicji;

S_1 - rzut wrażliwej powierzchni celu /z uwzględnieniem stopnia wrażliwości/ na tę powierzchnię.

Dla przykładu wartości ω określone na podstawie wyników obróbki strzelania z działek seriami 0,5 - 1 s z lotu nurkowego do dwóch celów naziemnych podane są w tabeli 1.1.

Tabela 1.1

Typ celu naziemnego	Typ amunicji	Stopnie strat		
		A	B	C
Samolot typu MiG - 17	50% OFZ-23	2,9	2,2	1,0
	50% BZ-23			
	OFZ-30	2,0	1,4	1,0
Samochód	50% OFZ-23	4,0	3,2	2,0
	50% BZ-23			
	OFZ-30	3,3	2,7	1,9

Wartości podane w tabeli 1.1 wyrażają istotną zależność średniej koniecznej liczby trafień dla rażenia celu od typu amunicji i stopnia strat. Podczas obliczeń prawdopodobieństwa rażenia celu należy obowiązkowo uwzględniać tę zależność.

W wypadku jednoczesnego strzelania z działek o różnych kalibrach z różnymi szybkostrzelnościami średnią wartość ω_{sr} możemy obliczyć według wzoru:

$$\omega_{\text{sr}} = \frac{n \omega_1 \omega_2}{n_1 \omega_2 + n_2 \omega_1},$$

gdzie: ω_1, ω_2 - średnia konieczna liczba trafień dla broni pierwszego i drugiego kalibru;

n_1, n_2 - liczba strzałów odpowiednio z broni pierwszego i drugiego kalibru;

n - ogólna liczba strzałów.

Konkretne wartości średniej koniecznej liczby trafień dla różnych celów podane są w załączniku 2 i na rys.1 załącz -
ników.

1.2.2.2. Odległościowe rażenie celu

Jedną z ważnych charakterystyk wrażliwości celu podczas strzelania pociskami raketowymi /pociskami artyleryjskimi/ o odległościowym działaniu rażącym jest przestrzenny rozkład rażenia $G/x,y,z/$ ustalający zależność prawdopodobieństwa rażenia celu od wartości współrzędnych punktu wybuchu części bojowej pocisku.

Podczas wybuchu pocisku raketowego o odległościowym działaniu rażącym wewnątrz strefy zajmowanej przez cel funkcja $G/x,y,z/ = 1$. Oprócz tego, funkcja $G/x,y,z/ = 1$ wewnątrz strefy przylegającej do celu, gdzie rażenie osiąga się kosztem oddziaływania fali uderzeniowej, produktów detonacji i gęstego strumienia odłamków na konstrukcję celu.

Strefa, gdzie $G/x,y,z/ = 1$ nazywamy strefą pewnego /niezawodnego/ rażenia, która zajmuje tylko część strefy niebezpiecznych wybuchów.

W pozostałej części strefy niebezpiecznych wybuchów $0 < G/x,y,z/ < 1$.

Rażenie celu osiąga się tam kosztem działania przebijającego, zapalającego lub inicjującego /pobudzającego/ rzadkiego strumienia odłamków.

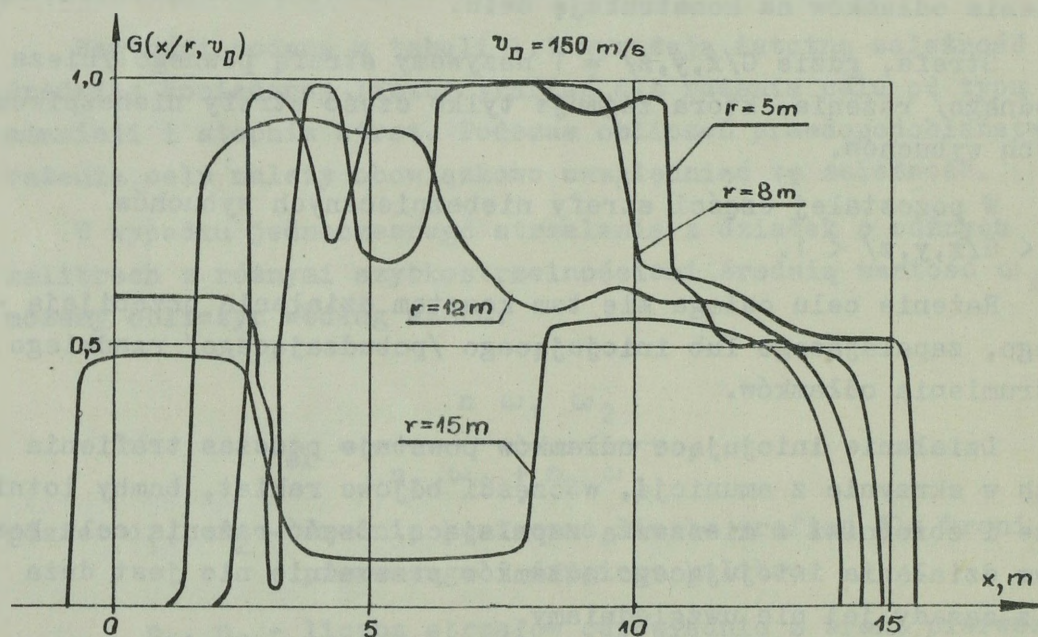
Działanie inicjujące odłamków powstaje podczas trafienia ich w skrzynie z amunicją, w części bojowe raket, bomby lotnicze i zbiorniki z mieszanką zapalającą. Część rażenia celu kosztem działania inicjującego odłamków przeważnie nie jest duża i z zasady jej nie uwzględniamy.

Dla obliczenia przebijającego i zapalającego działania odłamków cel dzielimy na przedziały wrażliwe na rażenie, przed -

stawione w postaci prostopadłościanów ze wskazaniem współrzędnych środków przedziałów i wymiarów krawędzi w kierunku wzdłuż osi przyjętego układu współrzędnych.

Dla każdej krawędzi podaje się grubość w równoważniku duraluminium, wielkość powierzchni rażenia, tak zwana charakterystyka usytuowania przedziałów i wartość właściwej energii niezbędnej dla zniszczenia krawędzi gęstym strumieniem odłamków. Wyszczególnione dane są parametrami wyjściowymi do obliczania przestrzennego rozkładu rażenia, które wykonuje się specjalnymi metodami na elektronowych maszynach cyfrowych lub metodą graficzno-analityczną.

Konkretne postacie rozkładu rażenia samolotu typu F-4 podczas strzelania kierowanym pociskiem raketowym typu R-3S z tyłu pod sylwetką 0/4 dla stopnia rażenia B i rozkładu rażenia celu naziemnego rakiety Redstone na stanowisku startowym nie kierowanym pociskiem raketowym typu S-24 dla stopnia rażenia C podane są na rys. 1.1 i 1.2.

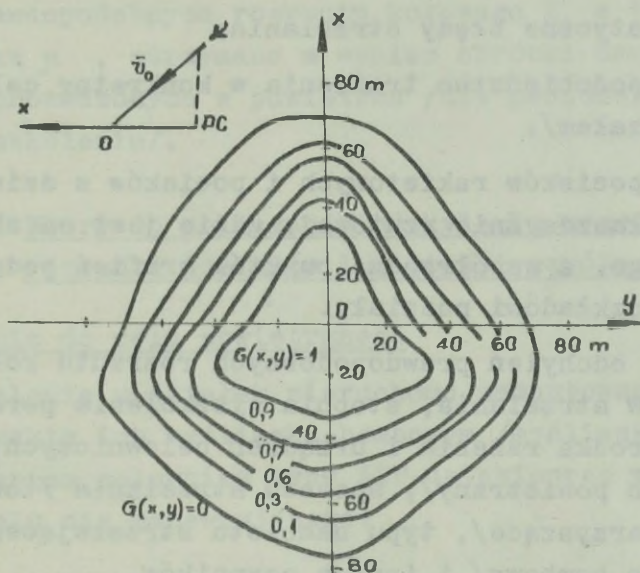


Rys. 1.1. Przestrzenny rozkład rażenia samolotu typu F-4 kierowanym pociskiem raketowym z ciepłą głowicą samonaprowadzania

Przestrzenne rozkłady rażenia są parametrami wyjściowymi do określania obliczeniowych powierzchni celów S_{obl} :

$$S_{obl} = \iint_{-\infty}^{\infty} G(x,y) dx dy, \quad /1.3,a/$$

gdzie $G(x,y)$ - przestrzenny /powierzchniowy/ rozkład rażenia celu.



Rys.1.2. Przestrzenny rozkład rażenia rakiety Redstone na stanowisku startowym niekierowanym pociskiem raketowym typu S-24

Wymiary powierzchni obliczeniowej celu lub po prostu celu obliczeniowego zawsze są większe od wymiarów celu rzeczywistego.

Podczas trafienia pocisku z działka /pocisku raketowego/ w kontury celu obliczeniowego zapewnia się rażenie celu w takim stopniu, dla którego obliczony był warunkowy rozkład rażenia $G(x,y)$ we wzorze /1.3,a/.

Konkretne wartości powierzchni obliczeniowych dla szeregu celów dla stopnia rażenia C podane są w załącznikach w tabeli 4 w postaci promienia okręgu w płaszczyźnie rzutowej.

1.2.3. Charakterystyki dokładności strzelania

Jako charakterystyki dokładności strzelania przyjmujemy:

- odchylenie prawdopodobne rozrzutu pocisków raketowych lub pocisków z działek;
- miernik zależności między strzałami dla strzelania grupowego;
- systematyczne błędy strzelania;
- prawdopodobieństwo trafienia w konkretny cel jednym pociskiem /strzałem/.

Rozrzut pocisków raketowych i pocisków z działek określamy z zasady w płaszczyźnie rzutowej, gdzie jest on zbliżony do rozrzutu kołowego, a współrzędne punktów trafień podporządkowane normalnemu rozkładowi podziału.

Wartości odchyżeń prawdopodobnych rozrzutu kołowego zależą od : warunków strzelania, stopnia wyszkolenia personelu latającego, typu środka rażenia i urządzeń celowniczych, typu celu /naziemny lub powietrzny/, sposobu strzelania /towarzyszące lub zaporowo-towarzyszące/, typu samolotu strzelającego /samolot myśliwski lub bombowy/ i innych czynników.

Wartość miernika zależności między strzałami μ zależy od stopnia wyszkolenia personelu latającego, sposobu strzelania, długości serii w czasie strzelania, typu celu /powietrzny lub naziemny/, urządzeń celowniczych i rodzaju środka rażenia.

Dla schematu dwóch grup błędów miernik zależności między strzałami μ możemy obliczyć według wzoru:

$$\mu = \frac{E_{gr}^2}{E^2},$$

gdzie: E_{gr} - odchylenie prawdopodobne rozrzutu grupowego;

E - odchylenie prawdopodobne rozrzutu sumarycznego.

Dla $\mu = 0$ strzały są niezależne.

W wypadku braku rozrzutu indywidualnego, gdy $E = E_{gr}$, wielkość $\mu = 1$. Takie strzały nazywamy strzałami funkcjonalnie zależnymi.

Jeżeli $0 < \mu < 1$, to strzały nazywamy zależnymi. Podczas strzelań rzeczywistych $\mu < 1$.

Poniżej podane są wzory dla konkretnych obliczeń wartości odchyień prawdopodobnych rozrzutu kołowego E, a także wielkości współczynnika μ , otrzymane w wyniku obróbki danych z eksperymentów przeprowadzonych w powietrzu /dla personelu latającego o dobrym wyszkoleniu/.

1.2.3.1. Wzory do obliczania odchylenia prawdopodobnego rozrzutu pocisków i wartości współczynnika

Strzelanie do celu powietrznego

1. Strzelanie z działek nieruchomo zamontowanych na samolocie myśliwskim lub myśliwsko-bombowym /myśliwsko-szturmowym/ z wykorzystaniem celownika typu ASP ustawionego w położenie "Żyro" do celu nie manewrującego:

$$E = k D / 1 + 0,025 V_c \sin q / \quad /m/, \quad /1.4/$$

gdzie: V_c - prędkość lotu celu, m/s;

q - kursowy kąt celu;

D - odległość do celu, m;

$k = 0,004$ podczas strzelania z działek;

$k = 0,006$ podczas strzelania niekierowanymi pociskami rakietowymi typu S-5M.

2. Strzelanie z działek nieruchomo zamontowanych na samolocie myśliwskim lub myśliwsko-bombowym /myśliwsko-szturmowym/, gdy celowanie wykonywane jest za pomocą zwykłego wizjera /PKI,

ASP w położeniu "Niepod"/ do celu nie manewrującego:

$$E = 10^{-3} D / 10 + 20 R_c / \quad /m/, \quad /1.5/$$

gdzie: D - odległość do celu, m;

R_c - sylwetka celu $/R_c \leq 2/4/$.

3. Strzelanie z działek zamontowanych na stanowiskach ruchomych samolotu bombowego z wykorzystaniem celownika radiolokacyjnego:

$$E = /0,008 + 0,01/ D \quad /m/, \quad /1.6/$$

4. Strzelanie z działek zamontowanych na stanowiskach ruchomych samolotu bombowego z wykorzystaniem celowników półautomatycznych z wizjerem optycznym i telewizyjnym:

$$E = /0,006 + 0,005 \dot{\beta} / D \quad /m/, \quad /1.7/$$

gdzie: $\dot{\beta}$ - prędkość zmiany nachylnego kąta burtowego w czasie

$$\dot{\beta} = \omega_D \pm \omega_b;$$

ω_D - prędkość kątowna linii odległości;

ω_b - prędkość kątowna samolotu bombowego.

5. Strzelanie kierowanymi pociskami raketowymi do nie manewrującego celu powietrznego:

Typ kierowanego pocisku raketowego	E, m	β
RS-2US	4 /5,6/ ^{x/}	0,6
R-3S	2	0

^{x/} Dla kierowanych pocisków raketowych typu RS-2US wielkość 5,6 m odnosi się do zakresu pracy "wiązka unieruchomiona".

Podczas strzelania kierowanymi pociskami raketowymi do celu manewrującego odchylenie prawdopodobne rozrzutu zwiększa się 1,5 - 2 razy.

6. Wartości miernika zależności między strzałami μ podczas strzelania z działek lub niekierowanymi pociskami raketowymi typu S-5M do celów powietrznych podane są w tabeli 1.2.

Tabela 1.2

Warunki strzelania	Celownik ASP w położeniu "Żyro". Długość serii podczas strzelania z działek, s				Celownik PKI, ASP w położeniu "Niepod". Strzelanie z działek lub S-5M	Celownik ASP w położeniu "Żyro" S-5M
	0,5	1,0	1,5	2,0		
μ	0,80	0,75	0,60	0,50	0,9	0,8

Strzelanie do celu naziemnego

Odchylenie prawdopodobne rozrzutu pocisków raketowych i pocisków z działek w płaszczyźnie rzutowej podczas strzelania z wykorzystaniem celownika typu ASP w położeniu "Żyro", "Niepod" lub z wykorzystaniem celownika typu PKI obliczamy ze wzoru:

$$E = k D, \quad /m/. \quad /1.8/$$

Wartości współczynników k i μ dla serii jednosekundowej podczas strzelania z działek, 32 niekierowanymi pociskami raketowymi typu S-5K, 14 pociskami - typu S-3K i 2 pociskami - typu S-24 podane są w tabeli 1.3.

Tabela 1.3

B r o Ń	k	μ
Działka	4cel. 0,007	0,80
S-5K /S-5M/	32pel. 0,009	0,80
S-3K	0,012	0,70
S-24	2pel. 0,009	0,85

1.2.3.2. Obliczanie prawdopodobieństwa trafienia
w cel jednym strzałem

Prawdopodobieństwo trafienia w konkretny cel jednym strzałem określamy metodami znanymi z rachunku prawdopodobieństwa. W praktyce dla szybkiej oceny prawdopodobieństwa trafienia w cel o złożonej konfiguracji z góry opracowuje się wykresy podobne do tych, które podane są na rys. 2 - 6 w załącznikach. Na tych wykresach na osi rzędnych odłożone są prawdopodobieństwa trafienia jednym strzałem bez uwzględnienia błędów systematycznych, a na odciętych - odchylenia prawdopodobne rozrzutu kołowego. Dla korzystania z wykresu $p = f/E$ należy obliczyć odchylenie prawdopodobne E ze wzorów /1.4 - 1.8/ i przyjąć kierunek strzelania lub kąt nurkowania i kierunek nalotu na cel.

Jeżeli cel możemy przedstawić w postaci koła, kwadratu lub pasa, to prawdopodobieństwo trafienia w taki cel łatwo określamy z wykresu przedstawionego na rys. 7 załączników.

Parametrami wyjściowymi dla korzystania z wykresu są wymiar celu b lub promień R do odchylenia prawdopodobnego rozrzutu pocisków E .

Przybliżone uwzględnianie błędów systematycznych w prawdopodobieństwie trafienia jednym strzałem może być dokonane za pomocą wykresu, charakteryzującego prawdopodobieństwo trafienia w koło - rys. 8 i 9 w załącznikach.

Wielkością wyjściową dla korzystania z wykresu jest prawdopodobieństwo trafienia jednym strzałem bez uwzględnienia błędu systematycznego / $a/E = 0$ / i wartość błędu systematycznego, wyrażonego w odchyleniach prawdopodobnych \bar{a} :

$$\bar{a} = \frac{a}{E},$$

gdzie: a - wielkość błędu systematycznego;

E - odchylenie prawdopodobne rozrzutu kołowego.

1.2.3.3. Uwzględnianie stopnia wykszolenia personelu latającego

Stopień wykszolenia personelu latającego uwzględniamy drogą zmiany wielkości odchylenia prawdopodobnego rozrzutu niekierowanych pocisków raketowych /pocisków artyleryjskich/ i współczynnika korelacji /miernika zależności między strzałami/ na jednakową wielkość podczas strzelania do celów powietrznych i naziemnych.

Podane powyżej wielkości odchylenia prawdopodobnego rozrzutu E i współczynnika korelacji μ odnoszą się dla personelu latającego o wykszoleniu dobrym.

Dla personelu latającego o wykszoleniu bardzo dobrym:

$$E_{b.d} = 0,8 E \quad \text{i} \quad \mu_{b.d} = \mu - 0,05,$$

i o wykszoleniu dostatecznym :

$$E_{dst} = 1,25 E \quad \text{i} \quad \mu_{dst} = \mu + 0,05.$$

1.3. OPERACYJNE METODY OCENY PRAWDOPODOBIEŃSTWA RAŻENIA
CELÓW POWIETRZNYCH PODCZAS STRZELANIA KIEROWANYMI
POCISKAMI RAKIETOWYMI

1.3.1. Określanie prawdopodobieństwa rażenia celów
za pomocą wykresów

Podczas strzelania pociskami raketowymi klasy powietrze-
-powietrze z odłamkowo-burzącymi częściami bojowymi prawdopo-
-dobieństwo rażenia konkretnego celu jednym pociskiem możemy ok-
-reślić ze wzoru:

$$W/1/ = \int_0^{r_{\max}} G/r,x/ S/r,x/ f/r/ dr , \quad /1.9/$$

gdzie: $G/r,x/$ - przestrzenny rozkład rażenia celu;

$S/r,x/$ - funkcja uzgodnienia części bojowej i zapalnika;

$f/r/$ - różniczkowy rozkład rozrzutu chybień pocisku
raketowego względem celu na płaszczyźnie rzu-
-towej;

r_{\max} - promień zadziałania zapalnika /maksymalny/;

x - współrzędna wzdłuż osi x , skierowanej wzdłuż
wektora prędkości zbliżania pocisku raketowego
do celu. Za początek odczytu współrzędnej x
przyjmujemy środek ciężkości samolotu lub ście-
-cie dyszy silnika odrzutowego.

Przestrzenny rozkład rażenia konkretnego celu określonym
pociskiem raketowym oblicza się w oparciu o specjalne metody.

Funkcja uzgodnienia części bojowej i zapalnika $S/r,x/$
w sensie fizycznym jest prawdopodobieństwem wybuchu części bo-
-jowej w strefie wybuchów niebezpiecznych. Określanie $S/r,x/$

dokonywane drogą eksperymentalną w czasie oblotów różnych samolotów-celów lub metodami analitycznymi.

Różniczkowy rozkład chybień pocisku raketowego przyjmujemy jako znany, ponieważ zakładamy, że chybiecie wzdłuż r podlega rozkładowi normalnemu, błędy systematyczne są znane, odchylenie prawdopodobne chybień określone na podstawie danych eksperymentalnych.

Obliczenia $W/1/$ według wzoru /1.9/ wykonujemy bądź metodami graficzno-analitycznymi, bądź na elektronowych maszynach cyfrowych w oparciu o specjalne programy.

Wyniki obliczeń przedstawiamy w postaci wykresów zależności prawdopodobieństwa rażenia konkretnego celu jednym pociskiem raketowym bez uwzględnienia niezawodności w funkcji od prędkości zbliżania v_D , przeciążenia celu n_c , kąta pomiędzy płaszczyzną ataku i płaszczyzną skrzydeł celu Δ , kursowego kąta spotkania q_k pocisku raketowego z celem. Postacie takich wykresów podane są na rys. 10 - 13 w załącznikach.

Zależność prawdopodobieństwa rażenia celu jednym pociskiem raketowym od przeciążenia celu wyrażamy za pomocą wielkości kąta przechyłu, zwiększenia parametrów rozrzutu pocisków raketowych i odpowiednio do ustawionego opóźnienia zapalnika w momencie odpalania dla faktycznych warunków spotkania pocisku raketowego z celem.

Podczas manewru celu w płaszczyźnie poziomej przechył jest tym większy, im większe jest przeciążenie. Od kąta przechyłu zależy powierzchnia rzutu celu na płaszczyznę rzutową i warunki zadziałania zapalnika. Rozrzut pocisków raketowych podczas prowadzenia ich na cel manewrujący zwiększa się 1,5 - 2 razy.

Wzajemny wpływ tych czynników może być różny dla różnych celów i typów pocisków raketowych. Dlatego przeciążenie celu n_c podaje się jako parametr wyjściowy.

Kąt pomiędzy płaszczyzną ataku, którą przeprowadzany przez wektory \bar{V}_c i \bar{V}_m , i płaszczyzną skrzydeł Δ określa wielkość powierzchni rzutu celu na płaszczyźnie rzutowej i kierunek możliwego podejścia pocisku raketowego do celu.

Z jednej strony, od kierunku podejścia pocisku raketowego do celu zależy funkcja uzgodnienia części bojowej i zapalnika. Im większa powierzchnia w kierunku podejścia pocisku raketowego do celu, tym większy promień zadziałania zapalnika radiolokacyjnego i tym samym wybuch pocisku raketowego może nastąpić z większym niedolotem. Z drugiej zaś strony, zwiększenie powierzchni celu powoduje wzrost prawdopodobieństwa bezpośredniego trafienia pocisku raketowego i w całości prawdopodobieństwa rażenia celu.

Kąt spotkania pocisku z celem q_k wywiera wpływ na prawdopodobieństwo rażenia przez funkcję uzgodnienia części bojowej i zapalnika i wielkość prędkości zbliżania może się zmieniać od $v_R + V_c$ do $v_R - V_c$. Dla stałego opóźnienia zadziałania zapalnika rozrzut liniowy punktów wybuchu części bojowej będzie proporcjonalny do prędkości zbliżania pocisku raketowego do celu. Taka sytuacja w sposób istotny wpływa na prawdopodobieństwo rażenia celu.

Oprócz wymienionych czynników prawdopodobieństwo rażenia celu zależy także od wysokości lotu, choć na wykresach pokazanych na rys. 10 - 13 w załącznikach wysokość jako parametr nie figuruje.

Obliczenia wskazują, że w stratosferze stopień prawdopodobieństwa rażenia jest nieco mniejszy niż na małych wysokościach dla jednakowych wartości pozostałych parametrów. Takie zjawisko powstaje ze względu na zmniejszenie działania zapalającego odłamków.

Przeważnie wykresy wykonuje się dla jednej z wysokości stratosferycznych /na przykład dla $H = 15$ km/ i wykorzystujemy je dla wszystkich pozostałych wysokości lotu.

Zakres prędkości zbliżania pocisku raketowego do celu podczas sporządzania wykresów W/1/ wybiera się z takim wyliczeniem, aby objąć cały możliwy zakres v_D dla ustalonych kątów spotkania pocisku raketowego z celem.

Minimalne prawdopodobieństwo rażenia W/1/ nie może być mniejsze od prawdopodobieństwa bezpośredniego trafienia pocisku raketowego w cel, jeśli posiada on konkretny zapalnik. Jeżeli pocisk raketowy nie ma zapalnika kontaktowego /uderzeniowego/, to w przybliżeniu można przyjmować, że bezpośrednie trafienie pocisku raketowego w cel dla dostatecznie dużej prędkości zbliżania prowadzi do zestrzelenia celu.

Określanie prawdopodobieństwa rażenia konkretnego celu za pomocą wykresów W/1/ dla określonych warunków ataku $/V_m, V_c, D_0, q_0, H, n_c, \Delta$ / wykonujemy w oparciu o obliczone wartości q_k i v_D .

Dla operacyjnej oceny prawdopodobieństwa rażenia różnych typów samolotów ^{x/} przeciwnika wszystkie one zostały podzielone na cztery grupy, biorąc za podstawę w przybliżeniu jednakowe prawdopodobieństwo rażenia w tych samych warunkach.

Dla każdej grupy samolotów przeciwnika wydziela się najbardziej charakterystycznego przedstawiciela, który nosi nazwę wzorcowego. Wykresy zależności prawdopodobieństw rażenia samolotów wzorcowych od warunków spotkania pocisku raketowego z celem podane są w załącznikach.

Pierwsza grupa - lekkie samoloty myśliwskie, szturmowe, rakiety uskrzydłone i inne. Ciężar startowy do 10 t, długość kadłuba - 9-15 m. Samolot wzorcowy G-91 /MiG-17/.

Druga grupa - wielocelowe taktyczne samoloty myśliwskie i lekkie samoloty bombowe. Ciężar startowy od 10 do 30 t, długość kadłuba - 15-30 m. Samolot wzorcowy F-4E /F-105/.

^{x/} Nie rozpatruje się możliwości zastosowania kierowanych pocisków raketowych do zwalczania śmigłowców w powietrzu ze względu na brak danych.

V - swięcovec
VI - nty Burhove

Gsh - 10t
I hody - 9-15m
Wronce - G-9)
MNC-12

Gsh - 10-30t
I hody - 10-30 m
Wronce - I-4E
F-10t

Gsh - 30-100t
I hody - 20-40 m
Wronce - B-13
Mirey IV

Gsh - 100t
I hody - 40-100 m
Wronce - B-52

Tabela 1.4

Typ celu	I	II	III	IV
Taktyczne samoloty myśliwskie	G-91, F-5A, F-84, F-86, Hunter, Mystere IV, Mirage III	F-4, F-105, F-104, F-106, F-100, Lightning, Javelin, Buccaneer, Wautour, Mystere-20	-	-
Pokładowe samoloty myśliwskie i szturmowe	F-6A, A-4	F-3B, F-8A, F-4, A-3D, A-5A, A-3J	-	-
Samoloty transportowe, patrolowe, radiolokacyjnego dozoru	-	P-2H, P-5B, Merlin, C-123, C-140, Argosy, Hawker, Sidli	P-3A Orion, EC-121, C-118, C-130, Comet	C-133, C-135, C-141, CV-10, Britania, Belfast
Rakiety uskrzydłone	Mace, Bomarc, Regulus, Hound Dog	-	-	-
Strategiczne samoloty bombowe	-	Canberra	B-58, B-47, Vulcan, Mirage IV, Brege - 941	B-52, C-106, B-1

Trzecia grupa - samoloty bombowe, transportowe i rozpoznawcze. Ciężar startowy od 30 do 100 t, długość kadłuba - 25-40 m. Samolot wzorcowy B-58 /Mirage IV/.

Czwarta grupa - strategiczne samoloty bombowe i ciężkie samoloty transportowe. Ciężar startowy powyżej 100 t, długość kadłuba powyżej 40 m. Samolot wzorcowy B-52.

Obliczenia wskazują, że przynależność samolotu przeciwnika do jednej z podanych grup można określać na podstawie przeznaczenia, ciężaru startowego i dodatkowej charakterystyki - długości kadłuba.

Jeżeli ciężar startowy samolotu przeciwnika jest zbliżony do ciężaru rozgraniczającego poszczególne grupy, to ostateczny przydział uwarunkowany jest długością kadłuba.

Podział samolotów prawdopodobnego przeciwnika na grupy podany jest w tabeli 1.4.

1.3.2. Uwzględnianie wpływu błędów systematycznych i zwiększenia rozrzutu pocisków raketowych

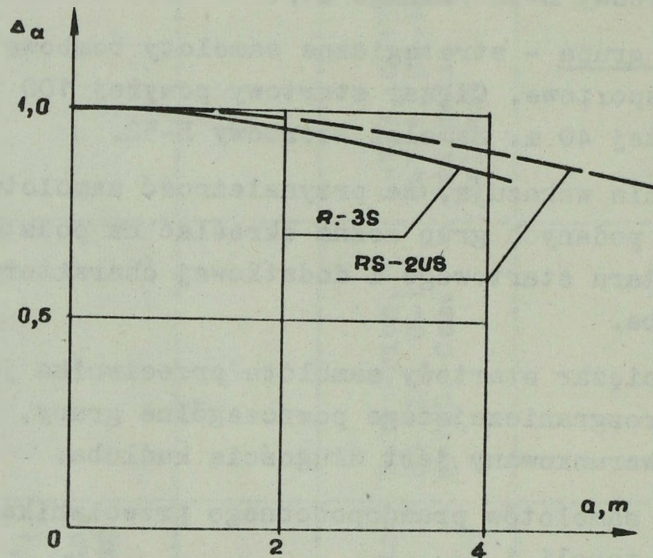
W niektórych warunkach zastosowania bojowego kierowanych pocisków raketowych, na przykład w warunkach zakłóceń lub podczas strzelania do energicznie manewrujących celów, mogą raptownie wzrastać błędy systematyczne i rozrzut pocisków raketowych.

Uwzględnienie zmniejszenia prawdopodobieństwa rażenia celu kosztem wzrostu błędów naprowadzania pocisku raketowego na cel możemy dokonać za pomocą wykresów pokazanych na rys. 1.3 i 1.4.

Na wykresach /rys. 1.3 i 1.4/ wzdłuż osi rzędnych odłożone są odpowiednio wartości współczynników Δ_a i Δ_E , a wzdłuż osi odciętych błędy systematyczne a i rozrzut w odchyleniach prawdopodobnych w stosunku do przyjętego w obliczeniach.

Obliczenia wskazują, że postać krzywych Δ_a i Δ_E w dużej mierze zależy od typu kierowanych pocisków raketowych stosowanych podczas strzelania w wąskim sektorze tylnej /przedniej/ półsfery celu.

Zasadniczy wpływ na zależność $\Delta_a = f/a/$ i $\Delta_E = f/ E/E_1/$ wywiera funkcja uzgodnienia części bojowej i zapalnika.



Rys. 1.3. Wykres służący do określania błędów systematycznych naprowadzania pocisków raketowych na cel

Parametrami wyjściowymi dla korzystania z wykresów są błędy systematyczne wyrażone w metrach i względne zwiększenie odchylenia prawdopodobnego rozrzutu.

Na podstawie określonych wartości Δ_a i Δ_E szukane prawdopodobieństwo rażenia celu obliczamy według wzorów:

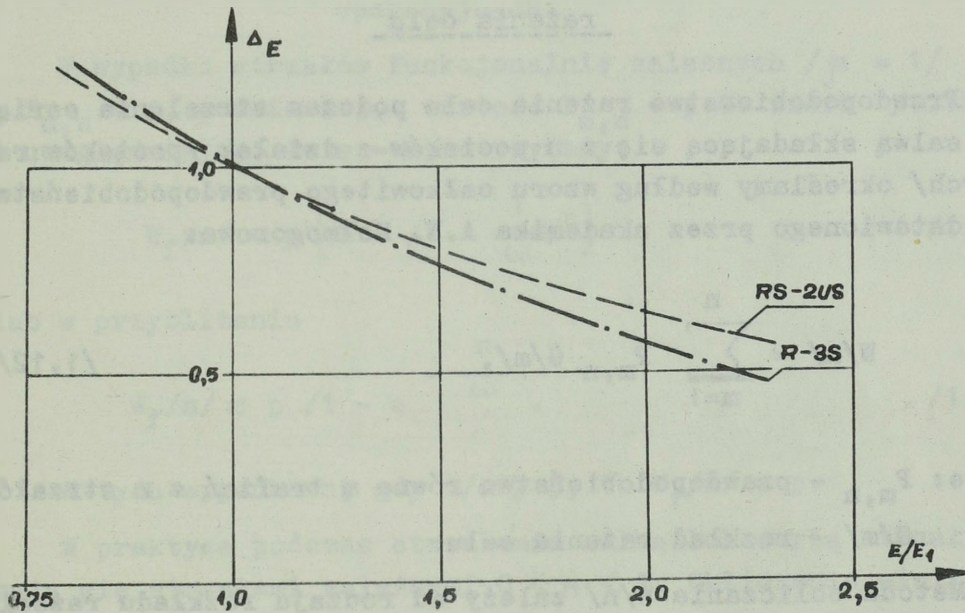
$$W_a/1/ = W/1/\Delta_a, \quad /1.10/$$

$$W_E/1/ = W/1/\Delta_E, \quad /1.11/$$

gdzie: $W/1/$ - prawdopodobieństwo rażenia celu jednym pociskiem raketowym bez uwzględnienia błędów systematycznych i przy zwykłym rozrzucie dla $n_c = 1$;

$W_a/1/$ - prawdopodobieństwo rażenia celu jednym pociskiem raketowym z uwzględnieniem błędu systematycznego;

$W_E/1/$ - prawdopodobieństwo rażenia celu jednym pociskiem raketowym z uwzględnieniem zwiększonego odchylenia prawdopodobnego rozrzutu.



Rys. 1.4. Wykres służący do uwzględnienia zwiększenia rozrzutu pocisków raketowych w stosunku do ogólnie przyjętego

1.4. OPERACYJNE METODY OCENY PRAWDOPODOBIENSTWA RAŻENIA
CELU POWIETRZNEGO I NAZIEMNEGO PODCZAS STRZELANIA
POCISKAMI RAKIETOWYMI I POCISKAMI BEZPOŚREDNIEGO
DZIAŁANIA RAŻĄCEGO

1.4.1. Wzory do obliczania prawdopodobieństwa
rażenia celu

Prawdopodobieństwo rażenia celu podczas strzelania serią lub salwą składającą się z n pocisków z działek /pocisków rakiety-
towych/ określamy według wzoru całkowitego prawdopodobieństwa
przedstawionego przez akademika A.N. Kołmogorowa:

$$W/n/ = \sum_{m=1}^n P_{m,n} G/m/, \quad /1.12/$$

gdzie: $P_{m,n}$ - prawdopodobieństwo równe m trafień z n strzałów;
 $G/m/$ - rozkład rażenia celu.

Metoda obliczania $W/n/$ zależy od rodzaju rozkładu rażenia
/wykładniczego lub schodkowego/, a także od charakteru zależ-
ności między strzałami w serii lub salwie.

Dla wykładniczego rozkładu rażenia wzór /1.12/ przyjmie
postać:

$$W/n/ = \sum_{m=1}^n P_{m,n} \left[1 - /1 - \frac{1}{\omega} /^m \right]. \quad /1.13/$$

Jeżeli strzały są niezależne / $\rho = 0$ /, to dla n strzałów
w jednakowych warunkach

$$W_n/n/ = 1 - /1 - \frac{P}{\omega} /^n, \quad /1.14/$$

ponieważ dla jednego strzału $P_{m,n} = p_{1,1} = p$, to $W/1/ = P/\omega$.

Wzór /1.14/ możemy napisać również w postaci:

$$W_n/n/ \approx 1 - e^{-\frac{np}{\omega}} = 1 - e^{-M_1}, \quad /1.15/$$

gdzie $np/\omega = M_1$ - parametr wyjściowy dla wykonania obliczeń operacyjnych.

W wypadku strzałów funkcjonalnie zależnych $\mu = 1/P_{m,n} = P_{n,n} = p$, podstawiając wartość $P_{m,n} = p$ do wzoru /1.12/ i uwzględniając, że $m = n$, otrzymamy:

$$W_f/n/ = p \left[1 - \left(1 - \frac{1}{\omega} \right)^n \right] \quad /1.16/$$

lub w przybliżeniu

$$W_f/n/ \approx p \left[1 - e^{-\frac{n}{\omega}} \right]. \quad /1.17/$$

W tych wypadkach, gdy $n/\omega \gg 5$, to $W_f/n/ \approx p$.

W praktyce podczas strzelania salwą lub serią strzały okazują się strzałami zależnymi $0 < \mu < 1$. Obliczanie wielkości $P_{m,n}$ w tym wypadku jest dość złożone.

Dla obliczenia $W/n/$ opracowane są specjalne tabele. Ze względu jednak na obszerność, obliczenia $W/n/$ zajmują stosunkowo dużo czasu. Dlatego też opracowano szereg prostszych metod odpowiadających wymaganiom obliczeń operacyjnych.

Dla schodkowego rozkładu rażenia wzór /1.12/ możemy napisać w postaci:

$$W/n/ = \sum_{m=m_{kr}}^n P_{m,n}, \quad /1.18/$$

ponieważ $G/m/ = 1$ dla $m \gg m_{kr}$.

Obliczenia według wzoru /1.18/ wykonuje się stosunkowo łatwo dla niezależnych strzałów $\mu = 0$ i sprowadza się faktycznie do określenia $P_{m,n}$ metodami znanymi z rachunku prawdopodobieństwa.

Jeżeli strzały są zależne $0 < \mu < 1$, to obliczanie $W/n/$ wykonuje się specjalnymi metodami.

1.4.2. Metoda obliczania prawdopodobieństwa rażenia celu

Obliczanie prawdopodobieństwa rażenia pojedynczego celu salwą lub serią strzałów wykonujemy w następujący sposób:

- przyjmujemy oczekiwane warunki wykonania ataku do celu powietrznego lub naziemnego, metodę prowadzenia ognia i stopień rażenia celu; dla ustalonych warunków strzelania określamy E i μ ;

- na podstawie wielkości E określamy prawdopodobieństwo trafienia w cel jednym strzałem posługując się wykresem $p = f/E/$. Jeżeli dla ustalonego celu nie ma tego wykresu, to należy zaliczyć go do jednej z odpowiednich grup i określić p dla celu wzorcowego; wielkość p możemy również obliczyć jedną ze znanych metod stosowanych w rachunku prawdopodobieństwa;

- określamy średnią konieczną liczbę trafiań ω - z uwzględnieniem wybranych środków rażenia, typu celu i stopnia rażenia. W wypadku gdy dla określonego celu ω zawczasu nie jest obliczone to cel należy zaliczyć do jednej z odpowiednich grup i posłużyć się wartością ω dla celu wzorcowego tej grupy;

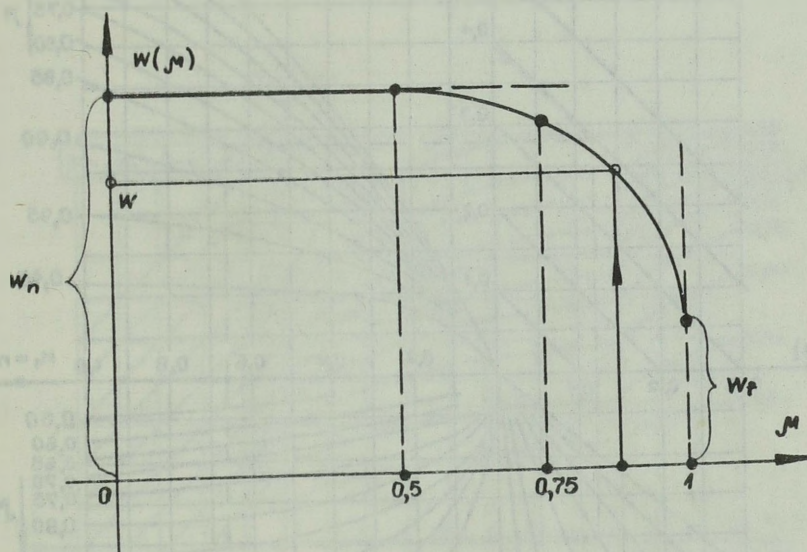
- określamy liczbę pocisków z działek /pocisków raketowych/ n i obliczamy parametr $M_1 = np/\omega$.

Następnie, posługując się podaną poniżej metodą, określamy $W/n/$. Istota polega na tym, że tabelarne wartości zależności prawdopodobieństwa rażenia od współczynnika μ /rys.1.5/ określone są w przybliżeniu według wzoru:

$$W/n/ = a W_n/n/ + (1 - a) W_f/n/ , \quad /1.19/$$

gdzie: $W_n/n/$, $W_f/n/$ - odpowiednio obliczamy zgodnie ze wzorami /1.15/ i /1.17/;

a - tabelarny współczynnik, zależny od M_1 i μ .

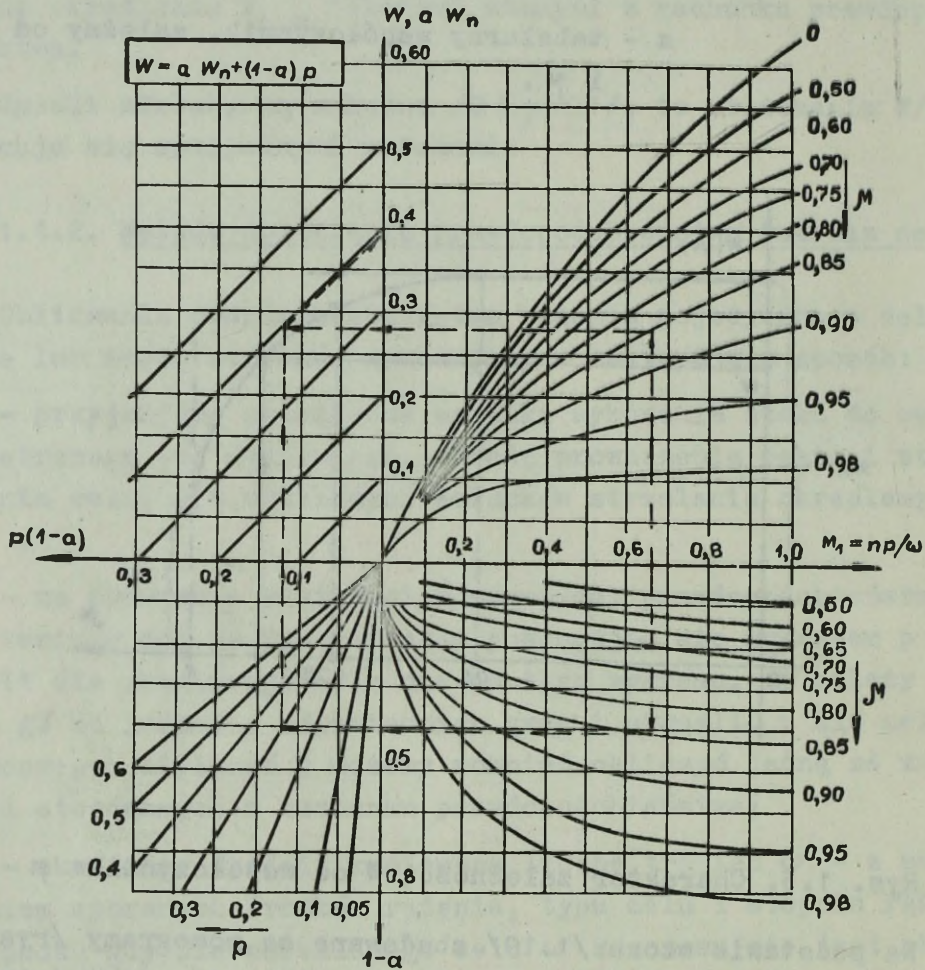


Rys. 1.5. Charakter zależności W od współczynnika μ

Na podstawie wzoru /1.19/ zbudowane są nomogramy /rys. 1.6, 1.7/, za pomocą których łatwo określamy prawdopodobieństwo rażenia określonego celu jedną serią lub salwą strzałów. W czasie opracowywania nomogramu przyjęto $W_f/n/ = p$.

Wielkościami wyjściowymi do określania $W/n/$ są parametry M_1 , μ i p . Sposób posługiwania się nomogramami pokazany jest strzałakami na rys. 1.6 i 1.7.

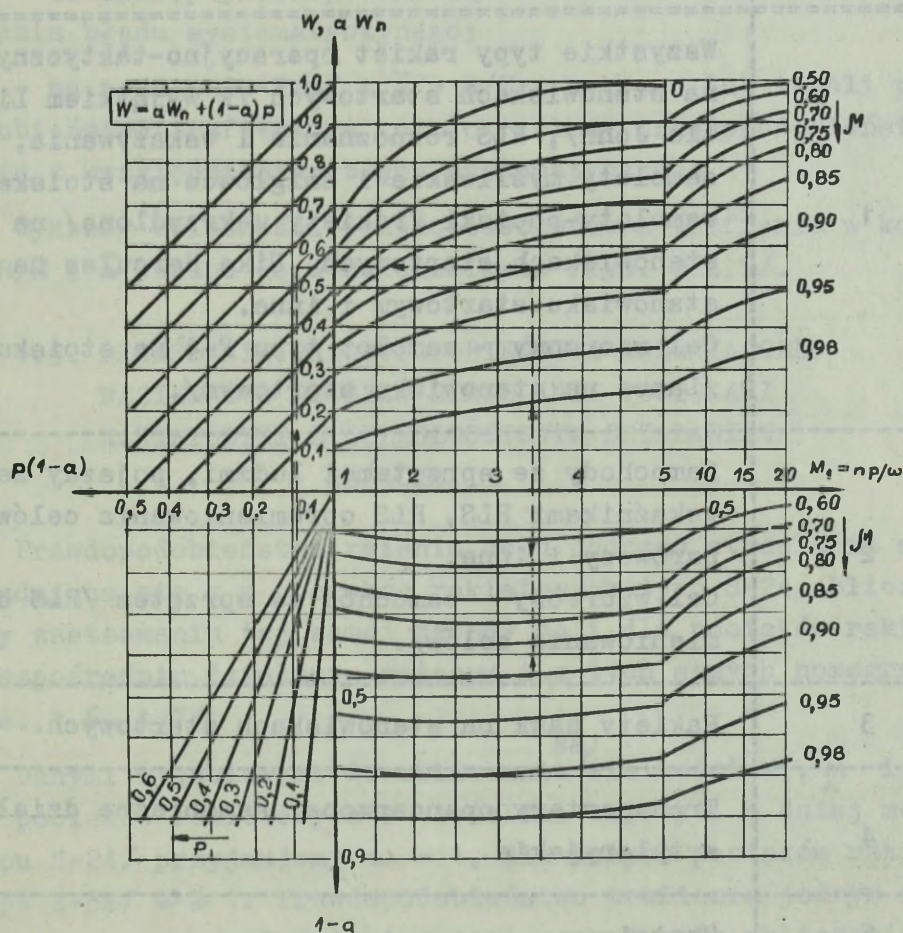
Dla operacyjnej oceny prawdopodobieństwa rażenia różnych celów naziemnych i powietrznych możemy je podzielić na grupy według kryterium w przybliżeniu jednakowego prawdopodobieństwa rażenia w jednakowych warunkach.



Rys. 1.6. Nomogram do obliczania $W/n/$ dla $M_1 = 0 + 1$

Pozwoli to w znacznym stopniu zmniejszyć potrzebną liczbę tabel obliczeniowych i wykresów. Dla każdej grupy celów wystarczające jest posiadanie wykresów zależności prawdopodobieństwa trafienia jednym strzałem od odchylenia prawdopodobnego rozrzutu pocisków raketowych i pocisków z działek oraz tabeli wartości ω dla celu wzorcowego z uwzględnieniem kierunku nalotu i stopnia rażenia. Posiadając takie wykresy i tabele, łatwo określamy prawdopodobieństwo rażenia celu wzorcowego, rozciągając

następnie te dane na inne cele tej grupy podczas strzelania tymi samymi środkami rażenia w jednakowych warunkach. Błędy w określaniu prawdopodobieństwa rażenia innych celów z danej grupy według celu wzorcowego są niewielkie i w pełni możliwe do przyjęcia dla celów praktycznych podczas obliczania potrzebnej liczby samolotów lub oczekiwanej ilości zniszczonych celów.



Rys. 1.7 Nomogram do obliczania $W/n/$ dla $M_1 = 1 + 20$

Cele powietrzne dzielą się na takie same cztery grupy, co i dla wypadku strzelania pociskami raketowymi klasy powietrze-powietrze. Oprócz tego do piątej grupy zaliczamy śmigłowce,

a do szóstej - lekkie samoloty lotnictwa wojsk lądowych.

Cele naziemne dzielimy na pięć grup /tabela 1.5/.

Tabela 1.5

Nr grupy celów	Typy celów naziemnych
1	Wszystkie typy rakiet operacyjno-taktycznych na stanowiskach startowych /z wyjątkiem Little John/, RLS rozpoznania i wskazywania, samoloty myśliwskie i śmigłowce na stoiskach, samoloty-pociski /rakiety uskrzydłone/ na stanowiskach startowych, Nike Hercules na stanowisku startowym i inne. Cel wzorcowy - samolot typu F-4 na stoisku /Lance na stanowisku startowym/.
2	Samochody ze sprzętem i ludźmi, pojazdy ze wskaźnikami RLS, RLS opromieniowania celów, parowozy i inne. Cel wzorcowy - samochód ze sprzętem /RLS opromieniowania celów/.
3	Rakiety Hawk na stanowiskach startowych.
4	Transportery opancerzone, samobieżne działa artyleryjskie.
5	Czołgi.

1.4.3. Uwzględnianie systematycznych błędów strzelania
podczas obliczania prawdopodobieństwa rażenia celu

Uwzględnianie błędu systematycznego a podczas strzelania serią lub salwą składającą się z n pocisków raketowych rakietowych dokonujemy w następujący sposób:

- określamy prawdopodobieństwo rażenia celu $W/n/$ bez uwzględnienia błędu systematycznego;

- na podstawie $W/n/$ i $\bar{a} = a/E$ z wykresu lub tabeli prawdopodobieństwa trafienia w koło określamy prawdopodobieństwo rażenia z uwzględnieniem błędu systematycznego.

Wykresy zależności prawdopodobieństwa trafienia w koło P od R/E i \bar{a} podane są w załącznikach /rys. 8 i 9/.

1.5. OKREŚLANIE PRAWDOPODOBIENSTWA RAŻENIA CELU
NAZIEMNEGO PODCZAS STRZELANIA POCISKAMI
RAKietOWYMI Z ODLEGŁOŚCIOWYM DZIAŁANIEM
RAŻĄCYM

Prawdopodobieństwo rażenia celu podczas strzelania salwą składającą się z n pocisków raketowych typu S-24 obliczamy przy zastosowaniu tej samej metody co i dla pocisków raketowych o bezpośrednim działaniu rażącym i z tych samych nomogramów /rys. 1.6, 1.7/.

Danymi wyjściowymi do obliczania ^{sa/}wielkości M_1, μ i p . Dla pocisków raketowych z częściami bojowymi o dużej mocy /typu S-24/ przyjmujemy $\omega = 1$, dla małych pocisków raketowych /typu S-5K/ $\omega \geq 1$. Prawdopodobieństwo trafienia jednym strzałem p obliczamy z uwzględnieniem powierzchni celu obliczeniowego.

Dla celu obliczeniowego w postaci koła lub kwadratu, p wygodnie jest obliczać za pomocą wykresów prawdopodobieństwa trafienia jednym strzałem w koło lub kwadrat /Rys. 7 w załącznikach/.

Wymiary celu obliczeniowego oblicza się wcześniej specjalnymi metodami i podaje się jako dane wyjściowe do określania prawdopodobieństwa rażenia celu /Tabela 4 dla S-24 w załącznikach/.

Gdy dla określonego celu wymiary obliczeniowe nie są podane, należy posługiwać się tą samą metodą co dla pocisków z bezpośrednim działaniem rażącym.

Po dokonaniu oceny wymiarów i orientacyjnej odporności celu należy zaliczyć go do jednej z odpowiednich grup celów i przyjąć za podstawę do obliczeń obliczeniową powierzchnię celu wzorcowego z tej grupy. Grupy celów, ich przykładowy skład i cele wzorcowe podczas strzelania niekierowanym pociskiem rakiety typu S-24 podane są w tabeli 1.6.

Tabela 1.6

Nr grupy celów	Typy celów naziemnych
1	Rakiety operacyjno-taktyczne na stanowiskach startowych, RLS wskazywania celów, taktyczne samoloty myśliwskie na stoiskach, śmigłowce, rakiety uskrzydłone na stanowiskach startowych. Cel wzorcowy - samolot typu F-4 na stoisku /Lance na stanowisku startowym/.
2	Samochody ze sprzętem, Hawk na stanowisku startowym, broń artyleryjska typu lekkiego i średniego. Cel wzorcowy - samochód /Hawk na stanowisku startowym/.
3	Transportery opancerzone, bojowe wozy piechoty. Cel wzorcowy - bojowy wóz piechoty.
4	Średnie i ciężkie czołgi, samobieżne działo artyleryjskie, ciężka broń artyleryjska, nawodne kutry nieopancerzone. Cel wzorcowy - średni czołg.

Podczas strzelania pojedynczymi pociskami raketowymi prawdopodobieństwo rażenia celu równe jest prawdopodobieństwu trafienia w cel obliczeniowy. Prawdopodobieństwo rażenia celu w czasie strzelania n pojedynczymi pociskami raketowymi obliczamy za pomocą wzoru:

$$W/n/ = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - W_i/1/] , \quad /1.20/$$

gdzie: n - liczba pocisków raketowych;

$W_i/1/$ - prawdopodobieństwo rażenia celu jednym i-tym pociskiem raketowym.

Wpływ błędu systematycznego na prawdopodobieństwo rażenia celu podczas strzelania jednym pociskiem raketowym typu S-24 lub salwą składającą się z n pocisków uwzględniamy tą samą metodą co dla pocisków raketowych /pocisków z działek/ z bezpośrednim działaniem rażącym.

1.6. UWZGLĘDNIANIE NIEZAWODNOŚCI ŚRODKÓW TECHNICZNYCH I PRZECIWDZIAŁANIA CELÓW

Niezawodność środków technicznych charakteryzuje prawdopodobieństwo sprawnej /niezawodnej/ pracy /tabela 1.7/.

Tabela 1.7

Środki	Działka, niekierowane pociski raketowe	Celow - niki typu ASP, PKI	Celowniki radiolo - kacyjne	Kierowane pociski raketowe typu	
				RS-2U RS-2US	R-3S
Nieza - wodność	1,0	1,0	0,9	0,82	0,8

Niezawodność oznaczamy literą p z odpowiednim indeksem:
 p_c - niezawodność celownika, p_r - niezawodność pocisku rakiety-
wego itd. Prawdopodobieństwo przechwycenia celu przez głowicę
samonaprowadzania oznaczamy $p_{p.c}$.

Prawdopodobieństwo rażenia celu jednym kierowanym pociskiem
raketowym /jednym strzelaniem/ z uwzględnieniem niezawodności
aparatury pocisku raketowego, celownika i możliwości przechwy-
cenia celu przez głowicę samonaprowadzania obliczamy za pomocą
wzoru:

$$\bar{W}/1/ = W/1/ p_c p_r p_{p.c} , \quad /1.21/$$

gdzie: $W/1/$ - prawdopodobieństwo rażenia celu jednym pociskiem
raketowym /jednym strzelaniem/ bez uwzględnienia
niezawodności.

1.6.1. Uwzględnianie niezawodności pocisku raketowego i celownika podczas strzelania różnymi sposobami

Podczas strzelania kierowanymi pociskami raketowymi różny-
mi sposobami prawdopodobieństwo rażenia celu obliczamy w nastę-
pujący sposób:

- strzelanie salwą składającą się z n pocisków raketowych
lub kolejno n pociskami raketowymi do jednego celu:

$$\bar{W} /n/ = p_c \left[1 - \prod_{i=1}^n /1 - W_i/1/ p_r p_{p.c}/ \right] \quad /1.22/$$

lub dla wypadku, gdy $W_1/1/ = W_2/1/ = \dots = W_n/1/ = W/1/$

$$\bar{W}_\Sigma /n/ = p_c \left[1 - /1 - W/1/ p_r p_{p.c}/^n \right] , \quad /1.23/$$

- strzelanie pojedynczymi pociskami raketowymi do tego
samego celu z dwóch samolotów:

$$\bar{W}_{\Sigma} /2/ = 1 - /1 - W_1/1/ p_c p_r p_{p.c}/ .$$

$$\cdot /1 - W_2/1/ p_c p_r p_{p.c}/ . \quad /1.24/$$

Podczas strzelania niekierowanymi pociskami raketowymi lub z działek n salwami /seriami/ prawdopodobieństwo rażenia celu obliczamy stosując wzory /1.20/. Wielkość $W_1/1/$ określamy jako prawdopodobieństwo rażenia celu jedną salwą /serią/ z uwzględnieniem niezawodności.

1.6.2. Uwzględnianie czynników przeciwdziałających wykonaniu strzelania celowanego

Dla rażenia celu powietrznego lub naziemnego pociskami raketowymi lub pociskami z działek pilot powinien wykonać strzelanie celowane, które może być realizowane tylko wówczas, gdy samolot zostanie wyprowadzony w rejon celu, pilot wykryje go, wejdzie w strefę możliwego strzelania i utrzyma ustalone zasady prowadzenia ognia.

Na każdym etapie lotu bojowego i podczas wykonywania przez pilota niezbędnych czynności należy oczekiwać, z jednej strony, przeciwdziałania przeciwnika, z drugiej zaś - liczyć się z możliwymi błędami pilota i stopniem jego wyszkolenia, z błędami nawigatora naprowadzania punktu dowodzenia i innymi czynnikami. W całości stopień przeciwdziałania skutecznemu prowadzeniu strzelania celowanego może być różny. Powyższe uwzględniamy przez prawdopodobieństwo tego, że pilot wykona strzelanie do celu $W_{w.s}$.

Podczas przechwytywania celu powietrznego wielkość $W_{w.s}$ obliczamy za pomocą wzoru:

$$W_{w.s} = W_n W_a W_{OP} W_{r.p} W_{o.c} W_{u.w} /1 - W_c/, \quad /1.25/$$

gdzie: W_n - prawdopodobieństwo naprowadzenia;

- W_a - prawdopodobieństwo ataku;
 W_{OP} - prawdopodobieństwo pokonania obrony powietrznej przeciwnika;
 $W_{r.p}$ - prawdopodobieństwo pokonania radioelektronicznego przeciwdziałania;
 $W_{o.c}$ - prawdopodobieństwo opromieniowania celu podczas strzelania pociskami raketowymi z głowicami radiolokacyjnymi;
 $W_{u.w}$ - prawdopodobieństwo utrzymania warunków strzelania;
 $/1 - W_c/$ - prawdopodobieństwo nierażenia samolotu atakującego na pozycji ogniowej lub stosowanych przez niego środków rażenia.

W wypadku zwalczania celu naziemnego:

$$W_{w.s} = W_{OP} W_{w.c} W_a W_{u.w} /1 - W_c/ , \quad /1.26/$$

gdzie $W_{w.c}$ - prawdopodobieństwo wykrycia celu przez pilota. Pozostałe składniki uwzględniają analogiczne etapy lotu co we wzorze /1.25/.

Na podstawie znanych wielkości $W_{w.s}$ i $W/n/$ prawdopodobieństwo przechwycenia celu powietrznego W_p lub prawdopodobieństwo wykonania zadania bojowego w wypadku zwalczania celu naziemnego $W_{z.b}$ obliczamy według wzoru:

$$W_{p/z.b/} = \overline{W/n/} W_{w.s} k_n , \quad /1.27/$$

gdzie k_n - współczynnik niezawodności wszystkich systemów samolotu.

Przeciwdziałanie ogniowe celu w niektórych szczególnych wypadkach uwzględniamy w następujący sposób:

- cel pierwszy prowadzi strzelanie do atakującego samolotu

$$\tilde{W}_{\Sigma} = \bar{W}_{\Sigma} /n/ /1 - W_{\text{S}}/, \quad /1.28/$$

gdzie: \tilde{W}_{Σ} - prawdopodobieństwo rażenia celu;

W_{S} - prawdopodobieństwo rażenia samolotu atakującego lub stosowanych przez niego środków rażenia,

- nie wiadomo, kto pierwszy wykonuje strzelanie, cel czy samolot atakujący:

$$\tilde{W}_{\Sigma} = W_{\Sigma} /n/ - \frac{1}{2} W/n/ W_{\text{S}}, \quad /1.29/$$

- samolot atakujący pierwszy prowadzi ogień:

$$\tilde{W}_{\Sigma} = W_{\Sigma} /n/. \quad /1.30/$$

Należy podkreślić, że choć we wzorach /1.25/ - /1.30/ stan moralno-polityczny i stan psychiczny personelu latającego bezpośrednio nie są uwzględniane, to spełniają one bardzo ważną rolę na każdym etapie lotu. Przy wyższym poziomie moralno-politycznym większe jest prawdopodobieństwo przechwycenia lub wykonania zadania bojowego. W ostatecznym rachunku odbije się to na zmniejszeniu strat, pozwoli wykonać zadanie bojowe mniejszymi siłami w porównaniu z obliczonymi, bardziej zdecydowanie i w krótszym czasie osiągnąć przewagę w powietrzu.

2. WYBÓR I UZASADNIENIE RACJONALNYCH ŚRODKÓW RAŻENIA

2.1. OGÓLNA METODA WYBORU RACJONALNYCH ŚRODKÓW RAŻENIA

Wybór środków rażenia i ładunku bojowego samolotów ma duże znaczenie dla skutecznego rozwiązania zadań zwalczania celów powietrznych i naziemnych.

Obecnie do rażenia celów mogą być stosowane różnorodne środki rażenia: broń artyleryjska, niekierowane i kierowane pociski raketowe różnych typów i przeznaczenia, uzbrojenie bombardierskie i specjalne. Na przykład samolot typu Su-7 BM posiada więcej niż 10 wariantów podwieszeń zewnętrznych środków rażenia, a samolot typu MiG-21M - 17.

Każdy wariant ładunku bojowego może być skutecznie użyty do zwalczania różnych celów tylko w określonych warunkach, a w szeregu wypadków niektóre środki rażenia są po prostu nieskuteczne. Na przykład pocisk raketowy typu R-3S jest skuteczny podczas zwalczania celów nie manewrujących znajdujących się poza chmurami lub słabo manewrujących typu samolot bombowy i taktyczny samolot myśliwski, lecz nie nadaje się do stosowania w chmurach i mało skuteczny do zwalczania celów energicznie manewrujących. Niekierowane pociski raketowe typu S-24 posiadają dużą skuteczność działania na cele znajdujące się w terenie odkrytym, a ich skuteczność raptownie się zmniejsza w wypadku obwałowań, ukryć itd. Środki rażenia powinny być określone na podstawie poznania charakterystyk prawdopodobnych celów, warunków zastosowania uzbrojenia i oceny skuteczności różnych środków będących w dyspozycji jednostki. Wybrane środki powinny zapewniać maksymalne wykorzystanie możliwości samolotu i jego systemu uzbrojenia w konkretnych warunkach działań.

Najbardziej obiektywnym kryterium dla wyboru racjonalnych środków rażenia jest prawdopodobieństwo rażenia celu jednostką ognia samolotu. To prawdopodobieństwo jest zasadniczą wielkością wyjściową do obliczania potrzebnej liczby samolotów.

Podczas wyboru środków rażenia należy uwzględnić specyfikę prowadzenia walki powietrznej lub działań na cele naziemne. Ważne jest przewidzenie możliwości działań przeciwnika, szczególnie jego przeciwdziałania ogniowego, zakłóceń i manewru.

Wybierając środek rażenia należy mieć na uwadze to, że jeżeli na samolocie są działka, wbudowane na stałe do samolotu, to ładuje się je zawsze, niezależnie od tego, do jakiego celu będą wykonywane ataki. Wobec tego podczas działań samolotów myśliwskich lub myśliwsko-bombowych /myśliwsko-szturmowych/ na cele naziemne potrzebne będzie zadecydowanie o wariantach podwieszeń zewnętrznych pocisków raketowych, gondol z działkami lub innych środków rażenia /bomby lotnicze, zbiorniki z mieszaną zapalającą itd./. W czasie zwalczania celów powietrznych należy wybrać typ pocisku raketowego, typ głowicy samonaprowadzania pocisku raketowego itd.

Jeżeli przewiduje się zastosowanie specjalnej amunicji artyleryjskiej /do działek - PRL, IPP, BT itd./, to należy określić jej skład procentowy w jednostce ognia działek.

Ogólna kolejność wyboru środków rażenia jest następująca:

- dokonujemy jakościowej oceny porównawczej celów i możliwości własnych samolotów w zwalczaniu celów w oczekiwanych warunkach strzelania i wybieramy te środki rażenia, które mogą być zastosowane dla rozwiązania zadania bojowego. Takich środków /wariantów ładunku bojowego samolotu/ może być kilka;
- przeprowadzamy na podstawie ilościowych kryteriów dokładniejszą ocenę skuteczności wybranych środków rażenia do zwalczania konkretnych celów, to znaczy określamy prawdopodobieństwo rażenia tych celów lub potrzebne liczby samolotów do zwalczania nakazanych celów w oczekiwanych warunkach prowadzenia działań bojowych;

- wybieramy racjonalne środki rażenia i warianty ładunku bojowego samolotów zapewniające największe prawdopodobieństwo rażenia celów w oczekiwanych warunkach strzelania.

Dokładną ocenę skuteczności wybranego środka rażenia i wariantu ładunku bojowego przeprowadzamy w oparciu o zawniesu opracowane tabele i wykresy wykazujące zależność prawdopodobieństwa rażenia celu od warunków strzelania. Jednostki lotnicze powinny posiadać tabele i wykresy dla wszystkich środków rażenia, typowych celów i warunków strzelania.

Rozpatrzmy nieco dokładniej wybór środków rażenia do zwalczania celów powietrznych i naziemnych.

2.2. WYBOR ŚRODKÓW RAŻENIA DO ZWALCZANIA CELU POWIETRZNEGO

Charakterystyki porównawczej celu powietrznego jako obiektu rażenia celowo jest dokonywać według schematu podanego na rys.

2.1. Przy tym powinna być przeprowadzona analiza jakościowa i ilościowa możliwości celu i własnych środków w zakresie jego zwalczania.

Na podstawie charakterystyki celu powietrznego dla dokonania wyboru środków rażenia ważne jest ustalenie:

- najbardziej prawdopodobnych warunków lotu celu i bojowego zastosowania rakietowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów do jego zwalczania;
- wrażliwości celu na działanie środków rażenia znajdujących się na samolocie myśliwskim /myśliwsko-bombowym, myśliwsko-szturmowym/;
- skuteczności środków przeciwdziałania /ogień, zakłócenia, manewr/ i możliwości ich pokonania;
- możliwych /celowych/ środków rażenia i wariantów ładunku bojowego;
- sposobów strzelania, warunków i taktycznego chwytu do zwalczania celu podczas wykorzystania określonych środków rażenia.

OGOLNA CHARAKTERYSTYKA:

/typ, przeznaczenie bojowe, stopień
ważności, prawdopodobny skład grupy/

SZCZEGÓŁOWE CHARAKTERYSTYKI

DANE LOTNO-TAKTYCZNE I CHARAKTER DZIAŁAŃ	WRAŻLIWOŚĆ I MOŻLIWOŚCI PRZECIWDZIAŁANIA	MOŻLIWOŚCI WYKRYCIA I CELOWANIA
<p>Charakterystyki prędkościowe i manewrowe według wysokości lotu w porównaniu z możliwościami samolotu myśliwskiego.</p> <p>Najbardziej prawdopodobne warunki lotu.</p> <p>Chwyty taktyczne podczas wykonywania zadania.</p> <p>Prawdopodobne warunki i sposoby zastosowania środków rażenia.</p>	<p>Wrażliwość w stosunku do środków rażenia samolotów myśliwskich.</p> <p>Czynne środki przeciwdziałania /działka, pociski raketowe, antypociski raketowe.</p> <p>Bierne środki radiolokacyjne i na podczerwień /zakłócenia, pułapki/.</p> <p>Warunki, sposoby i skuteczność użycia środków przeciwdziałania samolotowi myśliwskiemu i jego raketowo-artyle ryjskiemu uzbrojeniu.</p> <p>Środki wykrycia samolotu myśliwskiego.</p> <p>Manewr obronny.</p> <p>Możliwości kompleksowego zastosowania manewru i środków przeciwdziałania.</p>	<p>Kontrastowość radiolokacyjna i na podczerwień w różnych warunkach lotu.</p> <p>Możliwości wykrycia i rozpoznania w odległości środkami samolotu myśliwskiego.</p> <p>Właściwości zastosowania systemu celowniczego /D_p, D_d/.</p> <p>Charakterystyczne wymiary i oznaki ułatwiające wykrycie, rozpoznanie i celowanie.</p>

WSTĘPNE WNIOSKI

Korzystne środki rażenia.

Możliwe warunki zastosowania środków rażenia
/ D_{max} , D_{min} , V_D , q /

Sposoby zużycia jednostki ognia samolotu.

Sposoby pokonania przeciwdziałania celu.

Rys. 2.1. Schemat charakterystyki porównawczej celu powietrznego jako obiektu rażenia

Dokonując wstępnego wyboru środków rażenia należy mieć na uwadze to, że kierowane pociski raketowe są najskuteczniejsze podczas zwalczania celów nie manewrujących i słabo manewrujących.

Pociski raketowe z cieplnymi głowicami samonaprowadzania mogą być stosowane tylko poza chmurami, praktycznie w całym zakresie działań samolotów z dowolnym systemem celowniczym podczas atakowania z tylnej półsfery celu.

Pociski raketowe z radiolokacyjnymi głowicami samonaprowadzania mogą być stosowane w dowolnych warunkach atmosferycznych w obliczonym zakresie wysokości i z zasady w braku zakłóceń radiolokacyjnych ze strony przeciwnika, a niekiedy i przy ich występowaniu.

Pociski raketowe kierowane za pomocą wiązki prowadzącej typu RS-2US mogą być stosowane w dowolnych warunkach atmosferycznych, na średnich i dużych wysokościach oraz w stratosferze lecz tylko podczas ataków wykonywanych w wąskim sektorze tylnej półsfery do celów nie manewrujących lub słabo manewrujących. Na małych i granicznie małych wysokościach zastosowanie pocisków raketowych możliwe jest tylko w wypadku wzrokowej widzialności celu. Na granicznie małych wysokościach zastosowanie pocisków raketowych typu RS-2US do zwalczania celów powietrznych ograniczone jest ze względu na "rzucanie" samolotu. Skuteczność pocisków raketowych kierowanych za pomocą wiązki w różnych warunkach jest zawsze mniejsze niż samonaprowadzających się.

Podczas zwalczania celu powietrznego wykonującego intensywny manewr celowe jest stosowanie specjalnych pocisków raketowych bliskiego zasięgu /walki/ lub broni artyleryjskiej.

W warunkach silnych zakłóceń radiolokacyjnych do zwalczania celów powietrznych mogą być stosowane w wypadku wzrokowej widzialności celu: pociski raketowe kierowane za pomocą wiązki /w zakresie "Wiązka unieruchomiona"/, pociski raketowe z cieplnymi głowicami samonaprowadzania, niekierowane pociski raketowe i ogień z działek.

Dla bardziej elastycznego wykorzystania środków rażenia w jednostce ognia samolotu pożądane jest posiadanie pocisków raketowych z różnymi głowicami samonaprowadzania lub różnych typów pocisków raketowych /kierowane za pomocą wiązki, samonaprowadzające się/.

W czasie wyboru środków rażenia należy uwzględnić stopień ochrony przez zakłóceniami i zakresy pracy systemu celowniczego, ponieważ często system celowniczy powoduje ograniczenia w zastosowaniu dowolnego środka rażenia.

Na granicznie małych wysokościach mogą być wykorzystane środki rażenia, których zastosowanie możliwe jest w wypadku wzrokowej widzialności celu.

Podczas zwalczania śmigłowców utrudnione jest stosowanie kierowanych pocisków raketowych z cieplnymi głowicami samonaprowadzania ze względu na małą kontrastowość cieplną, a z radiolokacyjnymi głowicami samonaprowadzania /lub kierowane za pomocą wiązki/ ze względu na konieczność opromieniowania celu po odpaleniu pocisku raketowego /śledzenia celu/.

Do zwalczania balonów automatycznych powinny być stosowane specjalne pociski artyleryjskie lub w krańcowym wypadku pociski raketowe z cieplnymi głowicami samonaprowadzania pod warunkiem oświetlenia balonu przez słońce.

Oceny skuteczności wybranego środka rażenia i ostatecznego wyboru ładunku bojowego samolotu dokonujemy na podstawie zależności prawdopodobieństwa rażenia celu od warunków strzelania. Przy tym należy uwzględnić możliwość prowadzenia działań bojowych w dwóch typowych wariantach.

1. Jeżeli cele i warunki bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów są znane uprzednio, to wszystkie obliczenia i wybór środków rażenia do zwalczania celu przeprowadzamy dla ustalonych warunków.

2. Jeżeli cele i warunki bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów zawczasu nie są znane /na przykład podczas działań z położenia dyżurowania w powie-

trzu, podczas samodzielnego poszukiwania i zwalczania celów itd./, to wybieramy taki wariant uzbrojenia samolotu, który byłby dostatecznie skuteczny do zwalczania wielu celów powietrznych i z uwzględnieniem zmian w oczekiwanych warunkach jego użycia.

Ponieważ typów celów powietrznych jest bardzo dużo, są one różnorodne pod względem charakterystyk lotnych, wrażliwości, środków przeciwdziałania itd, to dla operacyjnej metody oceny skuteczności działań na nie środków rażenia - o czym była mowa wcześniej - celowe jest dokonanie podziału wszystkich celów na grupy, określając prawdopodobieństwo rażenia celu dla wzorcowych samolotów danej grupy.

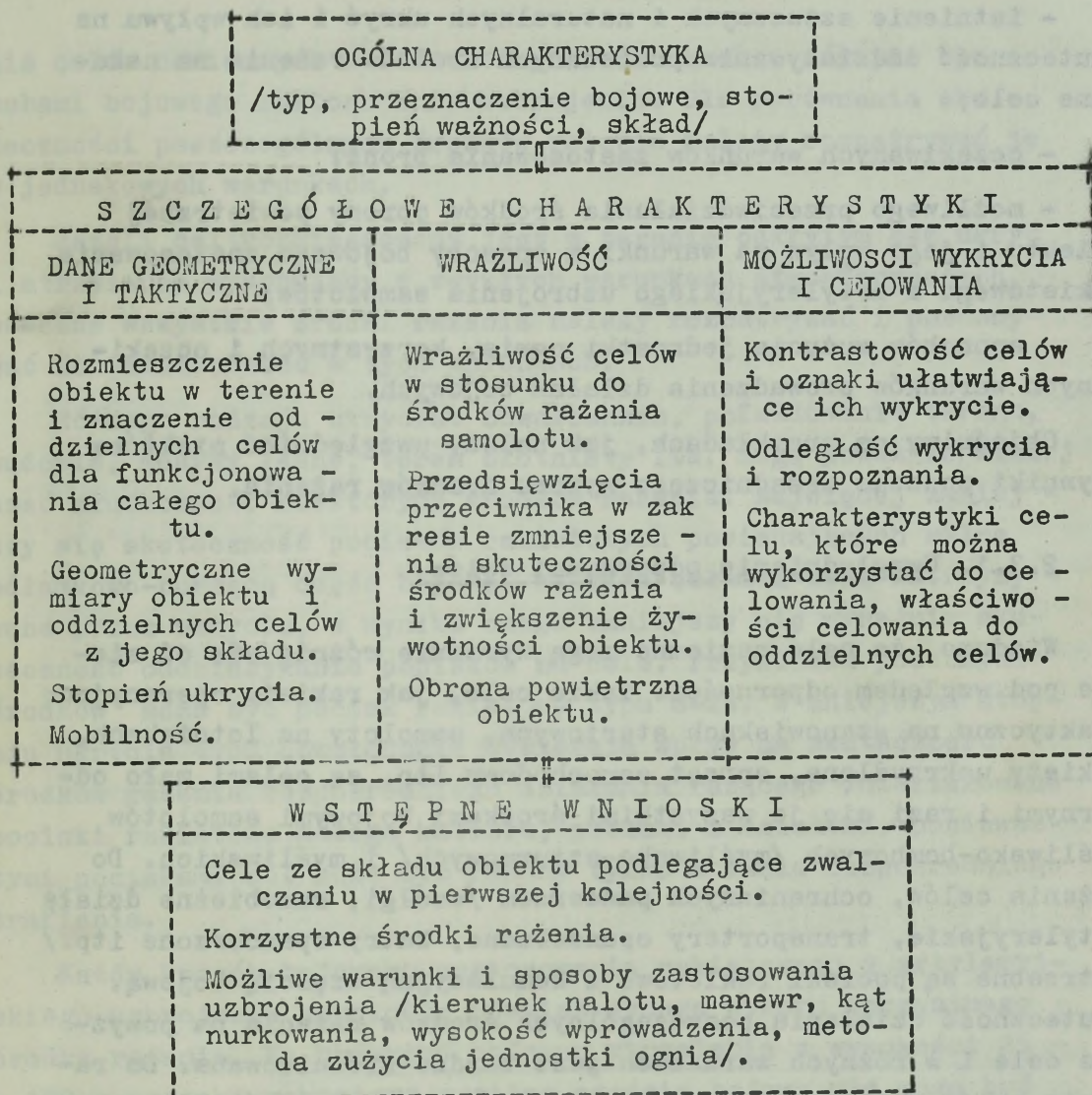
Ostatecznego wyboru środków rażenia i ładunku bojowego dokonujemy na podstawie porównania skuteczności działania wybranych środków rażenia na cele powietrzne w konkretnych warunkach prowadzenia działań bojowych z uwzględnieniem zapewnienia wysokiej sprawności /gotowości/ bojowej.

Racjonalnym środkiem rażenia /racjonalnym ładunkiem bojowym/ będzie ten środek / ten ładunek bojowy/, który zapewnia największe prawdopodobieństwo rażenia nakazanych celów i wymaga najmniejszych ilości sił do wykonania zadania bojowego.

Na podstawie powyższych rozważań powinny być zestawione jednostki ognia. Należy brać pod uwagę również i to, aby na przygotowanie systemu uzbrojenia do pierwszego, a tym bardziej do drugiego lotu strata czasu była jak najmniejsza.

2.3. WYBÓR ŚRODKÓW RAŻENIA DO ZWALCZANIA CELU NAZIEMNEGO

Charakterystykę porównawczą celu naziemnego jako obiektu rażenia przeprowadzamy według schematu podanego na rys. 2.2. Schemat określa kolejność poznawania celu i ocenę własnych możliwości w zakresie jego zwalczania.



Rys. 2.2. Schemat charakterystyki porównawczej celu naziemnego jako obiektu rażenia

Dla dokonania wyboru środka rażenia ważne jest ustalenie:

- jakie cele ze składu obiektu należy razić w pierwszej kolejności;
- wrażliwości /odporności/ wybranych celów w stosunku do posiadanych środków rażenia;

- istnienie sztucznych i naturalnych ukryć i ich wpływu na skuteczność oddziaływania posiadanych środków rażenia na nakazane cele;

- oczekiwanych warunków zastosowania broni;

- możliwego przeciwdziałania środków obrony powietrznej obiektu i jego wpływ na warunki i sposoby bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów;

- sposobów zużycia jednostki ognia, korzystnych i oczekiwanych warunków prowadzenia działań bojowych.

Objaśnimy na przykładach, jak należy uwzględniać niektóre czynniki podczas zasadniczego wyboru środków rażenia.

2.3.1. Uwzględnianie odporności celów

Wiadomo, że cele naziemne mogą wyraźnie różnić się od siebie pod względem odporności. Takie cele, jak rakiety operacyjno-taktyczne na stanowiskach startowych, samoloty na lotniskach, rakiety uskrzydłone, sprzęt samochodowy itp. są celami mało odpornymi i razi się je wszystkimi środkami bojowymi samolotów myśliwsko-bombowych /myśliwsko-szturmowych/ i myśliwskich. Do rażenia celów, ochronianych pancerzem /czołgi, samobieżne działa artyleryjskie, transportery opancerzone, kutry opancerzone itp./ potrzebne są pociski raketowe z kumulacyjną częścią bojową. Skuteczność działania poszczególnych środków rażenia na powyższe cele i w różnych warunkach jest bardzo zróżnicowana. Do rażenia celów pojedynczych o małych wymiarach, szczególnie ruchomych należy dysponować środkami rażenia o najmniejszym rozrzucie.

2.3.2. Uwzględnianie istnienia ukryć naturalnych i sztucznych, a także sposobów zastosowania środków rażenia

Różne typy pocisków raketowych możemy stosować do zwalczania

nia celów naziemnych w różnorodnych warunkach i różnymi sposobami bojowego zastosowania uzbrojenia. Dla porównania skuteczności poszczególnych środków rażenia należy rozpatrywać je w jednakowych warunkach.

Jeżeli cel rozmieszczony jest w terenie odkrytym bez ukryć i strzelanie wykonujemy w zwykłych warunkach atmosferycznych, wówczas wszystkie środki rażenia należy rozpatrywać i porównywać ich skuteczność w tych warunkach.

Różnego rodzaju ukrycia: obwałowania, pofałdowanie terenu, budowle, masywy leśne, teren błotnisty itd. mogą poważnie zmniejszać skuteczność niektórych środków rażenia. Najwięcej zmniejszy się skuteczność pocisków raketowych posiadających silną odłamkowo-burzącą część bojową, których odłamki będą zatrzymywane przez ukrycia, w wyniku czego zmniejszy się wyraźnie skuteczność oddziaływania pocisków na cele. Przykładem podobnych środków może być pocisk raketowy typu S-24. W mniejszym stopniu ukrycia typu obwałowania wywierają wpływ na skuteczność środków rażenia bezpośredniego działania rażącego /niekierowane pociski raketowe małego kalibru, pociski z działek/, ponieważ tymi pociskami cel może być rażony tylko w razie bezpośredniego trafienia.

Każdy sposób bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów również wymaga wyboru korzystnego środka rażenia. Na przykład podczas strzelania z wysokości 25 - 100 m pociski raketowe z silną częścią bojową nie mogą być stosowane, działka do celów o małych wymiarach są mało skuteczne. W tych warunkach najkorzystniejsze są pociski raketowe typu S-5K.

Z lotu poziomego skuteczny jest tylko ogień z działek zamontowanych na samolocie na ruchomych stanowiskach. Podczas wykonywania ataków pod kątami nurkowania 20 - 30° mogą być wykorzystane dowolne typy niekierowanych pocisków raketowych.

2.3.3. Uwzględnianie przeciwdziałania środków obrony
powietrznej przeciwnika i warunków
atmosferycznych

System obrony powietrznej przeciwnika w rejonie celu i warunki atmosferyczne wywierają wpływ na wybór sposobu zastosowania bojowego środków rażenia, który zapewniałby w danych warunkach największe prawdopodobieństwo rażenia celu przy minimalnych stratach własnych z uwzględnieniem konieczności wykonania manewrów przeciwartyleryjskich /przeciwrakietowych/. W wypadku silnej obrony powietrznej obiektu właściwe będą działania z małych i granicznie małych wysokości, na dużych prędkościach lotu z wykonaniem "górkę" lub złożonych manewrów podczas nalotu na cel. Słaba obrona powietrzna obiektu zezwala na wybranie takich warunków i sposobu strzelania, które zapewnią największą skuteczność środków rażenia.

Dokonując wyboru środków rażenia dla samolotów typu Su-7BM i MiG-21pfm dla zwalczania celów naziemnych możemy się posługiwać następującymi zaleceniami ogólnymi:

Na mało odporne cele odkryte /poza wykopami, bez obwałowań/ takich, jak rakiety operacyjno-taktyczne, samoloty na stoiskach, śmigłowce, stacje radiolokacyjne, przeciwlotnicze rakiety kierowane, największe prawdopodobieństwo rażenia osiąga się podczas stosowania pocisków rakietowych typu S-24, nieco mniejsze - pocisków rakietowych typu S-5K i jeszcze mniejsze - pocisków rakietowych typu S-5M.

Pociski rakietowe typu S-24 należy stosować podczas działań na cele zakryte /ruchome składy i magazyny, schrony z przykryciami drewnianymi itp./, ponieważ przy odpowiednim ustawieniu zapalnika mogą one przebijać stosunkowo odporne przegrody, a następnie wybuchnąć.

Najsukuteczniejszym środkiem rażenia celów typu: samochód, lokomotywa spalinowa, parowóz, transporter opancerzony i działko

artyleryjskie są pociski raketowe typu S-5K, następnie - w kolejności zmniejszania prawdopodobieństwa rażenia - pociski raketowe typu S-24 i S-5M.

Do rażenia celów opancerzonych powinny być stosowane pociski raketowe z komulacyjną częścią bojową. Pociski raketowe typu S-3K mogą być stosowane do niszczenia celów szczególnie odpornych. Ich oddziaływanie na cele o małych wymiarach jest mało skuteczne ze względu na duży rozrzut strzałów i małą ilość pocisków w jednostce ognia samolotu.

Półtorasekundowa seria z dwóch działek NR-30 lub z jednego działka GSz-23 podczas działań na większość celów mało odpornych i o średniej odporności jest skuteczniejsza niż salwa składająca się z 32 pocisków raketowych typu S-5K i S-5M i prawie równoznaczna salwie składającej się z 2 pocisków raketowych typu S-24 podczas wykonywania ataków z kątami nurkowania $\lambda_n = 10 - 20^\circ$.

Uwzględniając powyższe, została opracowana tabela 2.1 dotycząca ogólnego wyboru środków rażenia.

Mając ogólny podział środków rażenia w odniesieniu do warunków działań bojowych, możemy przejść do dokładnej, szczegółowej oceny skuteczności ich oddziaływania na konkretne cele.

Szczegółową ocenę skuteczności działania na cele tego lub innego środka rażenia przeprowadzamy drogą obliczenia prawdopodobieństwa rażenia celu dla ustalonych warunków strzelania. Przy tym prawdopodobieństwo rażenia należy określać dla jednokowych warunków z uwzględnieniem wszystkich możliwych ograniczeń w stosowaniu danego środka rażenia. Ponieważ rodzajów celów naziemnych jest bardzo dużo, celowe jest zatem dokonanie ich podziału na kilka grup i określenie skuteczności strzelania dla każdej grupy typowych warunków i sposobów zastosowania bojowego.

Wyniki obliczeń umieszcza się w tabelach, które podane są w materiale pt. "Praca szefa strzelania powietrznego oddziału

Tabela 2.1

ŚRODKI RAŻENIA CELÓW NAZIEMNYCH W ZALEŻNOŚCI OD WARUNKÓW ATAKU

Warunki działań bojowych	Obrońca	Sposoby strzelania			Lot poziomy
		Lot $\lambda_n = 10^\circ$	Lot $\lambda_n = 20^\circ$	Lot $\lambda_n = 30^\circ$	
Warunki atmosferyczne					Granicznie mała wysokość /25-100/
Ukrycia	Silna	-	NPR, KPR, NSD DG, NZB	NPR, KPR, NSD ZB, PP	-
	Słaba	-	NPR, KPR, NSD S, DG, NZB	NPR, KPR, NSD S, ZB, PP	-
Naturalne lub obwoławania	Silna	-	NPR, NSD S, DG	-	-
	Słaba	-	NPR, NSD S, DG	-	-
W odkrytym terenie	Silna	NPR, NSD, KPR DG, NZB	-	NPR, NSD, KPR ZB, PP	NPR DP
	Słaba	NPR, NSD, KPR S, DG, NZB	NPR, NSD, KPR S, DG, NZB	NPR, NSD, KPR S, ZB, PP	NPR DP
TWA	Silna	NPR, NSD DG, NZB	-	-	RSD DP
	Słaba	NPR, NSD S, DG, NZB	-	-	RSD DP

UWAGI: 1. W liczniku podane są możliwe do zastosowania w danych warunkach środki rażenia, w mianowniku - rodzaj manewru dla wyjścia na krzywą celowania.

2. Przyjęte skróty: NPR-niekierowane pociski rakietowe, KPR-kierowane pociski rakietowe, NSD - nieruchome stanowisko działka, RSD-ruchome stanowisko działka, S-skręt, DG-dzwrot na górze, NZB-niski zwrot bojowy, DP-dzwrot na prostej, ZB-zwrot bojowy, PP-półpętla, ZWA-zwykle warunki atmosferyczne, TWA-trudne warunki atmosferyczne.

/związku taktycznego/ podczas organizacji i prowadzenia działań bojowych".

Dokonując obliczeń prawdopodobieństwa rażenia należy uwzględnić podane poprzednio dwa sposoby prowadzenia działań bojowych:

- cel i warunki zastosowania bojowego znane są wcześniej i mamy dostatecznie pełne wiadomości o nich;

- cel wcześniej nie jest znany, mamy jedynie dane o tym, z jakimi typami celów możemy się spotkać w czasie lotu bojowego i orientacyjnie możliwe warunki bojowego zastosowania rakietowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów.

Jeżeli cel znany jest wcześniej, to prawdopodobieństwo rażenia obliczamy wychodząc z warunków działań na konkretny cel w ustalonej sytuacji prowadzenia działań bojowych.

Jeżeli natomiast cel wcześniej nie jest znany, to należy wybrać taki wariant uzbrojenia, które byłoby dostatecznie skuteczne podczas oddziaływania na szeroki krąg celów. Dlatego, w czasie obliczeń skuteczności strzelania możemy się posłużyć wzorem całkowitego prawdopodobieństwa rażenia celów:

$$W_{c.r} = \sum_{i=1}^{k_t} p_i W_i, \quad /2.1/$$

gdzie: k_t - liczba typowych celów, z którymi możemy się spotkać w locie bojowym;

p_i - prawdopodobieństwo tego, że strzelanie będzie wykonane do i -tego typu celu;

W_i - prawdopodobieństwo rażenia i -tego typu celu danym środkiem rażenia.

Wielkość p_i możemy przyjąć w przybliżeniu na podstawie doświadczeń działań bojowych jednostki.

Racjonalnym środkiem będzie ten środek, który zapewni największą wielkość prawdopodobieństwa rażenia $W_{c.r.}$.

Przy równym prawdopodobieństwie spotkania z dowolnym typem celu wzór na prawdopodobieństwo rażenia przyjmie postać:

$$W_{c.r.} = \frac{1}{k_t} \sum_{i=1}^{k_t} W_i . \quad /2.2/$$

Na zakończenie należy podkreślić, że dla szybkiego wyboru środków rażenia potrzebny jest zbiór wcześniej przygotowanych wykresów i tabel przedstawiających skuteczność działania środków rażenia własnych samolotów na możliwe cele. Po otrzymaniu zadania bojowego nie ma czasu na wykonywanie jakichkolwiek czasochłonnych obliczeń. Można tylko udokładnić te lub inne wartości skuteczności strzelania na podstawie wcześniej opracowanych materiałów.

Decyzja dowódcy dotycząca wyboru środków rażenia powinna być zawsze uzasadniona odpowiednimi obliczeniami z uwzględnieniem doświadczeń z pracy bojowej jednostki i ważniejszych czynników wpływających na rozwiązanie postawionego zadania.

3. WYBÓR I UZASADNIENIE RACJONALNYCH WARUNKÓW BOJOWEGO ZASTOSOWANIA RAKIETOWEGO I ARTYLERYJSKIEGO UZBROJENIA SAMOLOTÓW PODCZAS ZWALCZANIA CELÓW POWIETRZNYCH I NA- ZIEMNYCH

3.1. RACJONALNE WARUNKI BOJOWEGO ZASTOSOWANIA RAKIETOWEGO I ARTYLERYJSKIEGO UZBROJENIA SAMOLOTÓW PODCZAS STRZELANIA DO CELÓW POWIETRZNYCH

Racjonalnymi warunkami bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów nazywamy takie warunki bojowego zastosowania uzbrojenia, w których zapewnia się rażenie celu daną bronią z prawdopodobieństwem zbliżonym do maksymalnego w danych warunkach.

Zadanie określania racjonalnych warunków strzelania do różnych celów powietrznych polega na tym, aby z dużej różnorodności możliwych warunków odpalenia pocisków raketowych lub strzelania z działek wybrać takie warunki, które zapewniałyby rażenie tego lub innego konkretnego celu z prawdopodobieństwem zbliżonym do maksymalnego w danych warunkach.

W dalszym materiale zasadnicza uwaga zostanie zwrócona na metodę ilościowego uzasadnienia racjonalnych warunków odpalenia konkretnego typu kierowanych pocisków raketowych lub strzelania z działek, które zapewniają najskuteczniejsze wykorzystanie broni w danych warunkach lotu celu.

Dokonując wyboru racjonalnych warunków bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów trzeba określić:

- najdogodniejsze kierunki ataków;
- zakres racjonalnych odległości strzelania;
- racjonalne prędkości lotu atakującego samolotu myśliwskiego /prędkość zbliżania do celu/;
- racjonalne metody zużycia jednostki ognia samolotu;
- racjonalne sposoby pracy z organami sterowania uzbrojeniem i systemem celowniczym.

Ogólną metodę określania racjonalnych warunków strzelania celów powietrznych omawiamy poniżej.

Początkowo oceniamy konkretny typ samolotu lub bezpilotowego środka napadu jako obiektu działań dla własnych samolotów myśliwskich konkretnego typu /patrz rys. 2.1/.

Ocenę celu jako obiektu działań przeprowadzamy w porównaniu z możliwościami lotno-taktycznymi własnych samolotów myśliwskich i ich uzbrojenia. W oparciu o ocenę porównawczą wyciągamy wnioski o słabych i silnych stronach celu i dokonujemy ogólnego wyboru oczekiwanych warunków walki powietrznej / H, V_c, V_D itd./.

Przyjęte warunki wykonania ataku następnie uściślamy na podstawie ilościowej oceny skuteczności strzelania.

Na podstawie oceny porównawczej celu i oczekiwanych warunków walki powietrznej określamy możliwe warunki odpalenia pocisków raketowych lub strzelania z działek /budujemy strefę możliwego strzelania/.

Po określeniu możliwych warunków strzelania znajdujemy zależność prawdopodobieństwa rażenia celu od warunków odpalenia pocisków raketowych /strzelania z działek/ i na podstawie analizy tej zależności wybieramy racjonalne warunki strzelania.

Dla współczesnych kierowanych pocisków raketowych prawdopodobieństwo rażenia różnych celów powietrznych w sposób istotny zależy od prędkości zbliżania pocisku raketowego do celu v_D , kąta kursowego podejścia pocisku raketowego do celu q_k

i charakterystyk manewrowych celu.

Zależności te pozwalają określić najdogodniejsze kierunki ataków /sylwetki celu podczas strzelania/, racjonalne odległości strzelania dla różnych kierunków ataku, a także prędkości zbliżania samolotu myśliwskiego do celu zapewniające zakres racjonalnych odległości strzelania.

Nie mniej ważna jest zależność prawdopodobieństwa rażenia celu od sposobu zużycia jednostki ognia samolotu, na podstawie której wybieramy racjonalne sposoby strzelania.

Dokonując analizy zależności prawdopodobieństwa rażenia celu od warunków strzelania trzeba ocenić przeciwdziałanie celu w wybranych warunkach, ponieważ może ono w znacznym stopniu zmniejszyć skuteczność strzelania.

Po wybraniu i ustaleniu racjonalnych odległości strzelania, najdogodniejszych kierunków ataku i racjonalnych sposobów zużycia jednostki ognia - z uwzględnieniem możliwego przeciwdziałania celu - powinny być opracowane praktyczne zalecenia dla personelu latającego i punktów naprowadzania samolotów myśliwskich odnośnie realizacji wybranych racjonalnych warunków strzelania w walce powietrznej i pracy pilota w obsłudze aparatury pokładowej samolotu. Zalecenia te powinny być konkretne i w miarę możliwości proste i zrozumiałe. Powinny one zawierać zalecenia dotyczące wykonywania celowania i utrzymywania racjonalnych warunków strzelania, racjonalne sposoby pracy z konkretnym systemem uzbrojenia i aparaturą pokładową samolotu.

3.1.1. Określanie racjonalnych warunków strzelania kierowanymi pociskami raketowymi do celów powietrznych

Dla uzasadnionego dokonania wyboru racjonalnych warunków odpalania kierowanych pocisków raketowych do konkretnego celu powietrznego - o czym była zresztą mowa wyżej - przede wszystkim określamy oczekiwane parametry ataku celu : H_c , V_c , H_m , V_m dla których graficznie budujemy strefę możliwego strzelania.

Następnie na schemat ten wrysowujemy krzywe równego prawdopodobieństwa rażenia celu danym pociskiem raketowym. Krzywe równego prawdopodobieństwa, wrysowane na strefę możliwego strzelania pokazują, na jakich odcinkach strefy możliwego strzelania trzeba wyprowadzać atakujący samolot myśliwski dla zapewnienia prawdopodobieństwa rażenia celu zbliżonego do maksymalnego, a także z jakich odległości i pod jakimi sylwetkami celu najdogoniej odpalać pociski raketowe, aby otrzymać prawdopodobieństwo rażenia zbliżone do maksymalnego.

Oprócz tego krzywe równego prawdopodobieństwa pokazują te odcinki strefy możliwego strzelania, w których nie należy odpalać pocisków raketowych, ponieważ prawdopodobieństwo rażenia celu będzie zbliżone do minimalnego dla danych warunków ataku.

Dla pocisków raketowych odpalanych pod dowolnymi sylwetkami /dla wszechsylwetkowych/ budowa krzywych równego prawdopodobieństwa związana jest z dużą ilością obliczeń. Najprościej zadanie rozwiązuje się podczas strzelania w wąskim sektorze tylnej lub przedniej półsfery celu. Rozpatrzmy metodę budowy krzywych równego prawdopodobieństwa rażenia podczas prostoliniowego lotu celu.

Jako dane wyjściowe dla zbudowania krzywych równego prawdopodobieństwa rażenia trzeba mieć zależności prawdopodobieństwa rażenia celu jednym pociskiem raketowym danego typu od prędkości jego zbliżania do celu v_D dla różnych kątów kursowych q_k i wykresy charakterystyk energobalistycznych pocisku raketowego.

Krzywe równego prawdopodobieństwa rażenia celu tak dla wszechsylwetkowych pocisków raketowych, jak i dla wąskiego sektora możemy zbudować według punktów w następujący sposób. Zakładamy kilka wartości kątów kursowych q_k w momencie podejścia pocisku raketowego do celu i dla każdego kąta q_k znajdujemy odległości odpalenia pocisków raketowych odpowiadające jednokowym wartościom prawdopodobieństwa rażenia celu. Kąty kursowe

q_k należy brać takie, dla których są wykresy zależności $W_1 = f/v_D, q_k/$ dla danego typu celu.

Podczas naprowadzania pocisku raketowego na cel według metody zbliżania równoległego i dla prostoliniowego lotu celu dokonując obliczeń praktycznych można przyjmować, że kąt kursowy celu w momencie odpalenia i przy spotkaniu pocisku raketowego z celem nie zmienia się $q_0 \approx q_k$. Upraszcza to w znacznym stopniu dalsze obliczenia.

Podczas manewru celu takie przybliżenia nie są dopuszczalne, dlatego przejścia od warunków spotkania pocisku raketowego z celem do warunków początkowych odpalenia dokonujemy w zależności od kierunku i intensywności manewru celu. Zadanie to przeważnie rozwiązujemy drogą modelowania naprowadzania pocisku raketowego na manewrujący cel na elektronowych maszynach cyfrowych. Zależność kąta kursowego w momencie spotkania pocisku raketowego z celem od początkowego kąta kursowego określamy według wzoru:

$$q_k \approx q_0 \pm \omega_c t, \quad /3.1/$$

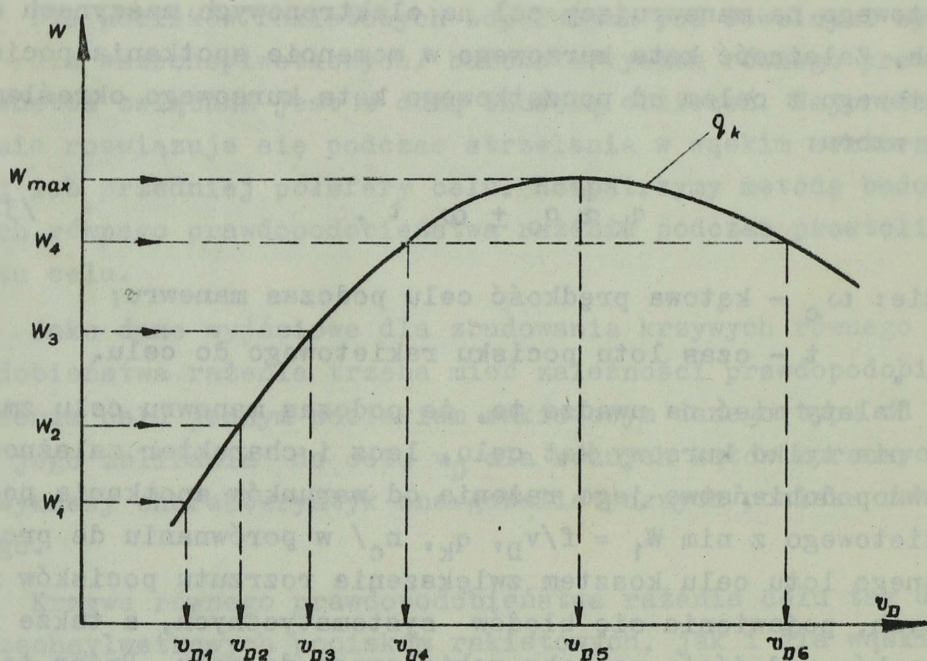
gdzie: ω_c - kątowa prędkość celu podczas manewru;

t - czas lotu pocisku raketowego do celu.

Należy mieć na uwadze to, że podczas manewru celu zmienia się nie tylko kursowy kąt celu, lecz i charakter zależności prawdopodobieństwa jego rażenia od warunków spotkania pocisku raketowego z nim $W_1 = f/v_D, q_k, n_c/$ w porównaniu do prostoliniowego lotu celu kosztem zwiększenia rozrzutu pocisków raketowych, pojawienia się błędów systematycznych, a także różnych warunków podejścia pocisku raketowego do celu. Prócz tego zmienia się zależność $v_R/t/$, $D_y/t/$, a w czasie manewru celu z przeciążeniem $n_c > 4 \div 5$ naprowadzanie pocisków raketowych R-3S przeważnie zostaje przerwane.

Dla zbudowania krzywych równego prawdopodobieństwa rażenia celu nie manewrującego trzeba dla każdego z wybranych kątów

kursowych q_k i za pomocą wykresu $W_1 = f/v_D$, q_k założy szereg wartości prawdopodobieństw rażenia celu W_1, W_2, W_3, \dots jednym pociskiem raketowym bez uwzględnienia niezawodności /patrz rys. 3.1/ i dla każdej wartości W_1 wziąć z wykresu odpowiadające wielkości prędkości zbliżania pocisku raketowego do celu $v_{D1}, v_{D2}, v_{D3}, \dots$. Krok ΔW przyjmujemy z uwzględnieniem zależności prawdopodobieństwa rażenia celu od prędkości zbliżania. Jeżeli zależność nie jest duża /dla różnych wartości v_D prawdopodobieństwo rażenia zmienia się o wielkość nie większą niż 0,1 - 0,2/, to wystarczy wziąć jedną - dwie wartości W_1 w przedziale od W_{min} do W_{max} , aby otrzymać więcej punktów w strefie możliwego strzelania z różnymi prawdopodobieństwami rażenia.

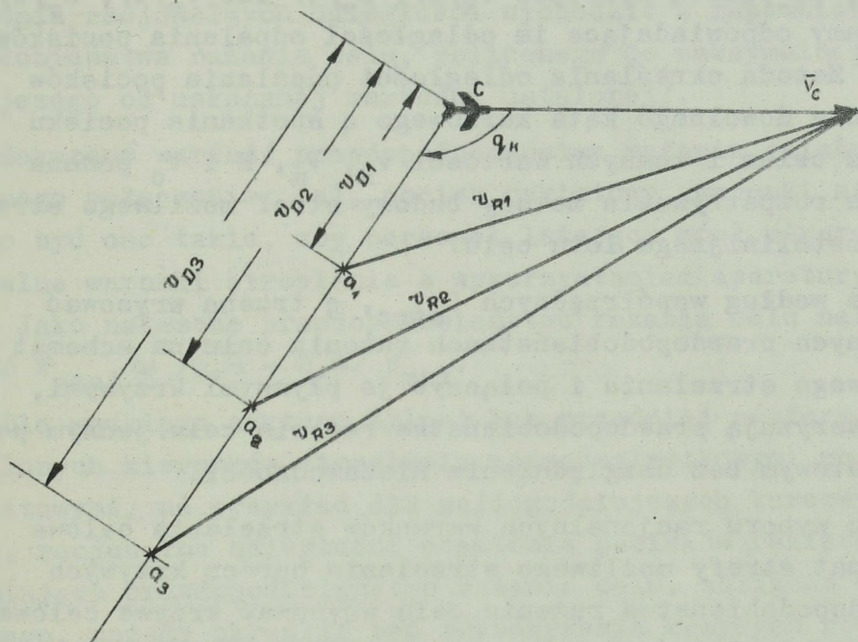


Rys. 3.1. Schemat określania prędkości zbliżania pocisku raketowego do celu v_D według zadanych wartości prawdopodobieństwa rażenia celu

Następnie, na podstawie otrzymanych wartości v_{D1} , v_{D2} , v_{D3} , ... dla każdego kąta kursowego q_k określamy odpowiadające bezwzględne prędkości pocisku raketowego przy celu v_{R1} , v_{R2} , v_{R3} , ... według wzoru:

$$v_{R i} = \sqrt{v_{D i}^2 + v_c^2 - 2 v_{D i} v_c \cos q_k} \quad /3.2/$$

lub graficznie, jak pokazano na rys. 3.2. Dla $q_k = 180^\circ$ $v_{R i} = v_{D i} - v_c$, a dla $q_k = 0^\circ$ $v_{R i} = v_c + v_{D i}$.



Rys. 3.2. Schemat określania prędkości pocisku raketowego przy celu v_c według znanych wartości q_k , v_c , v_D

Dla kilku kątów kursowych q_k i różnych prędkości zbliżania $v_{D i}$ prostsze jest rozwiązanie zadania sposobem graficznym. W tym celu trzeba oznaczyć punkt celu C /rys. 3.2/ i odłożyć w określonej skali wektor prędkości lotu celu \bar{v}_c . Z punktu C

przeprowadzić promienie pod wybranymi wcześniej kątami kursowymi $q_{k i}$ /na rys. 3.2 pokazany jest tylko jeden promień pod kątem $q_{k 1}$ /.

Na każdym promieniu odkładamy wielkości prędkości zbliżania pocisku raketowego do celu $v_{D1}, v_{D2}, v_{D3}, \dots$ /punkty a_1, a_2, a_3 na rys. 3.2/. Łącząc te punkty z końcem wektora \bar{V}_c , otrzymamy w skali rysunku interesujące nas wartości prędkości pocisku raketowego przy celu v_{R1}, v_{R2}, v_{R3} .

Znając prędkości lotu pocisku raketowego przy celu v_{R1}, v_{R2}, v_{R3} odpowiadające konkretnym wielkościom prawdopodobieństw rażenia celu, za pomocą wykresów $v_R/t, D_y/t$ lub $v_R/t, D_R/t$ łatwo określamy odpowiadające im odległości odpalania pocisków raketowych. Metoda określania odległości odpalania pocisków raketowych dla dowolnego kąta kursowego q spotkania pocisku raketowego z celem i znanych wartości v_R, V_m, H i V_c podana była w czasie rozpatrywania metody budowy stref możliwego strzelania dla prostoliniowego lotu celu.

Następnie według współrzędnych D_{strz}, q trzeba wrysować punkty o równych prawdopodobieństwach rażenia celu na schemat strefy możliwego strzelania i połączyć je płynnymi krzywymi, które charakteryzują prawdopodobieństwa rażenia celu, jednym pociskiem raketowym bez uwzględnienia niezawodności.

Dokonując wyboru racjonalnych warunków strzelania celowe jest na schemat strefy możliwego strzelania oprócz krzywych równego prawdopodobieństwa rażenia celu wrysować krzywe celowania dla typowych położzeń atakującego samolotu myśliwskiego, które pokazują charakter zmiany odległości i kursowego kąta celowania podczas lotu samolotu myśliwskiego po krzywej celowania.

Szczególnie jest to ważne dla wypadku atakowania celu manewrującego, ponieważ bez wrysowania krzywych celowania trudno ocenić charakter przemieszczania się samolotu myśliwskiego względem celu w czasie celowania.

W wyniku wrysowania na schemat strefy możliwego strzelania krzywych równego prawdopodobieństwa rażenia celu i typowych krzywych celowania możemy nie tylko wybrać racjonalne warunki strzelania, lecz i ustalić praktyczne zalecenia dotyczące na - prowadzania samolotu myśliwskiego na cel.

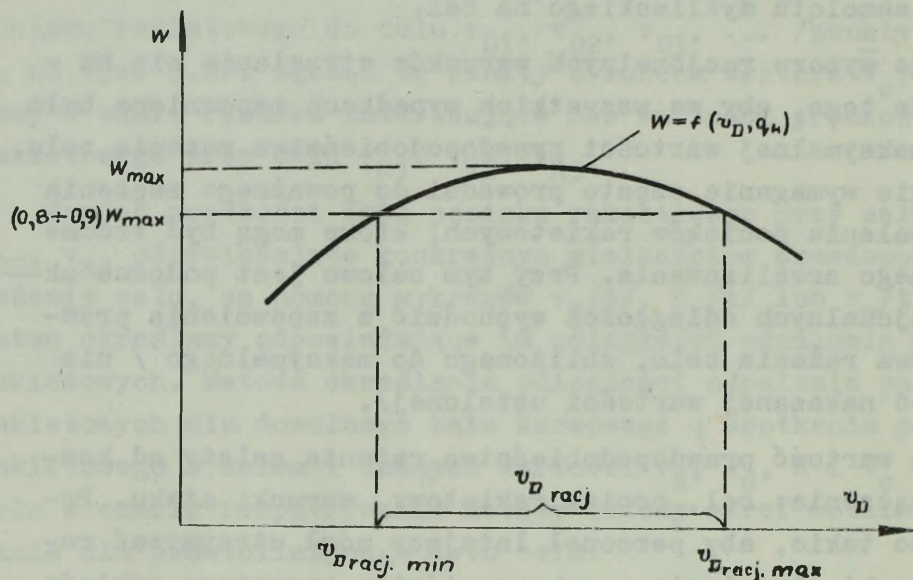
Dokonując wyboru racjonalnych warunków strzelania nie na - leży dążyć do tego, aby we wszystkich wypadkach zapewnione było otrzymanie maksymalnej wartości prawdopodobieństwa rażenia celu, ponieważ takie wymaganie często prowadzi do poważnego zwiężenia warunków odpalenia pocisków raketowych, które mogą być trudne do praktycznego zrealizowania. Przy tym celowo jest podczas okre - ślania racjonalnych odległości wychodzić z zapewnienia praw - dopodobieństwa rażenia celu, zbliżonego do maksymalnego / nie mniejszego od nakazanej wartości ustalonej/.

Nakazana wartość prawdopodobieństwa rażenia zależy od kon - kretnego połączenia: cel, pocisk raketowy, warunki ataku. Po - winno być ono takie, aby personel latający mógł utrzymywać ra - cjonalne warunki strzelania z wykorzystaniem aparatury pokłado - wej. Jako nakazane prawdopodobieństwo rażenia celu należy przyjąć mować $W_{racj} \approx /0,8 - 0,9/ W_{max}$.

Dla wąskiego sektora tylnej lub przedniej półsfery, a także ustalonych kierunków strzelania wszechsylwetkowymi pociskami raketowymi, na przykład dla najdogodniejszych kursowych kątów celu, racjonalne odległości odpalania pocisków raketowych, za - pewniające prawdopodobieństwo rażenia celu, zbliżone do maksy - malnego, możemy określić bez wrysowywania krzywych równego praw - dopodobieństwa rażenia celu na schemat strefy możliwego strze - lania.

W tym celu z wykresu prawdopodobieństwa rażenia celu $W_1 = f/v_D$ określamy dla danego kąta kursowego q_k zakres racjonal - nych prędkości zbliżania pocisku raketowego do celu $v_{D racj. min} - v_{D racj. max}$, dla którego zapewnia się warunki $W_1 \geq /0,8 - 0,9/ W_{max}$ /rys. 3.3/. Następnie według wielkości $v_{D racj. min}$

określamy maksymalną racjonalną odległość strzelania, a według $v_D \text{ racj. max}$ - minimalną odległość racjonalną.



Rys. 3.3. Schemat określania racjonalnego zakresu prędkości zbliżania pocisku raketowego do celu

Podczas rozwiązywania zadań praktycznych dotyczących określania zakresu racjonalnych odległości strzelania może wystąpić wiele właściwości, które należy uwzględnić. Na przykład możliwe są wypadki, gdy obliczone racjonalne odległości strzelania będą mniejsze od bezpiecznej odległości wyjścia samolotu myśliwskiego z ataku lub też podczas strzelania z tylnej półsfery celu potrzebne wartości zbliżania pocisku raketowego do celu $v_D \text{ racj. max}$ będą tak duże, że nie można ich będzie otrzymać nawet dla maksymalnej możliwej prędkości zbliżania samolotu myśliwskiego do celu. W takich wypadkach minimalną wartość racjonalnej odległości strzelania należy określać nie według prawdopodobieństwa rażenia celu, a wychodząc z minimalnej odległości strzelania, ograniczonej zapalnikiem pocisku raketowego, celownikiem, warunkami bezpiecznego wyjścia z ataku itd.

Jeżeli prawdopodobieństwo rażenia celu niewiele lub całkowicie nie zależy od prędkości zbliżania pocisku raketowego do celu v_D i kąta kursowego q_k /krzywe $W_1 = f/v_D/$ dla wszystkich q_k zbliżone są do prostej równoległej do osi $v_D/$, to racjonalne warunki strzelania będą się pokrywać z warunkami możliwymi, określonymi na podstawie charakterystyk pocisku raketowego i celownika.

Jeżeli opóźnienie zapalnika pocisku raketowego pilot może zmieniać w czasie lotu w zależności od wymiarów celu i kierunku ataku, to w czasie określania racjonalnych warunków strzelania należy ocenić wpływ różnych opóźnień na skuteczność strzelania i dać personelowi latającemu wskazówki praktyczne dotyczące jego ustawienia podczas strzelania do danego celu.

Dokonując wyboru racjonalnych warunków strzelania i wypracowania praktycznych zaleceń dla personelu latającego dotyczących przestrzegania ich w walce powietrznej należy uwzględnić wpływ naturalnych i sztucznych zakłóceń, a także przeciwdziałanie celu.

Wybierając kierunki strzelania pociskami raketowymi z cieplnymi głowicami samonaprowadzania, należy uwzględnić wpływ słońca i innych źródeł promieniowania cieplnego na głowicę samonaprowadzania, a także wpływ sygnałów fonicznych pochodzących od ziemi, linii horyzontu i chmur na przechwycenie i śledzenie celu głowicą cieplną pocisku raketowego. Dla zmniejszenia wpływu zakłóceń pochodzących od ziemi na radiolokacyjną głowicę samonaprowadzania pocisków raketowych atak na małych i średnich wysokościach należy wykonywać z przniżeniem.

Dla zmniejszenia przeciwdziałania celu trzeba zawsze dążyć do wykonania ataku z zaskoczenia. W walce powietrznej zaskoczenie posiada decydujące znaczenie podczas stosowania kierowanych pocisków raketowych. Zaskoczenie pozbawia przeciwnika możliwości szybkiego zastosowania kontrśrodków i zmniejsza wpływ każdego środka jego przeciwdziałania. Zaskoczenie w ataku zapewnia skryte wyjście samolotu myśliwskiego na odległość odpalenia po-

cisków raketowych, szybkość i pewność działania pilota w walce powietrznej, maksymalne skrócenie czasu pracy celownika radio - lokacyjnego na wypromieniowanie, zastosowanie różnych chwytów taktycznych dla oszukania przeciwnika i wprowadzenia go w błąd co do własnych zamiarów.

W warunkach widzialności wzrokowej ważnymi czynnikami za - pewniającymi zaskakujące wyjście samolotu myśliwskiego na racjo - nalną odległość odpalania pocisków raketowych są: atakowanie celu bez włączenia celownika radiolokacyjnego na wypromieniowa - nie podczas strzelania pociskami raketowymi z ciepłymi głowi - cami samonaprowadzania, wykorzystanie blasku słońca, chmur, rzeźby terenu, nie przeglądanych stref przestrzeni powietrznej przez samolot-cel itd.

Dokonując wyboru racjonalnych warunków strzelania, z uwzględ - nieniem możliwości przeciwdziałania celu, należy ocenić wpływ różnych środków jego przeciwdziałania na skuteczność strzelania. Oceny takiej można dokonać metodami ilościowymi /mając potrzeb - ną ilość danych wyjściowych/ lub jakościowymi /jeżeli danych tych jest mało/.

Cel może stosować następujące rodzaje przeciwdziałania ata - kowi samolotu myśliwskiego: przeciwdziałanie ogniowe, różnego rodzaju zakłócenia, manewr obronny dla udaremnienia celowanego odpalenia pocisków raketowych lub też dla przerwania naprowa - dzania już odpalonego pocisku raketowego.

W walce powietrznej stosunkowo często mogą powstawać sytu - acje, w których atakujący samolot myśliwski znajduje się w gra - niacach strefy możliwego strzelania i pilot, jeśli natychmiast odpali pocisk raketowy może razić cel z jakimś prawdopodobień - stwem. Oznaczmy umownie to prawdopodobieństwo /bez uwzględnie - nia przeciwdziałania celu/ jako - W_{min} . Omawiana sytuacja może na przykład powstać, jeśli pilot w wyniku zbliżania z zaskocze - niem znajdzie się nie na racjonalnej odległości strzelania, a na maksymalnej, lub też sylwetka celu nie będzie najdogodniejsza do strzelania.

Podczas strzelania w racjonalnych warunkach prawdopodobieństwo rażenia celu może być większe niż W_{\min} ; oznaczmy je także umownie - W_{racj} .

Dla zapewnienia racjonalnych warunków strzelania potrzeba określonego czasu i cel może, stosując środki przeciwdziałania zerwać atak samolotu myśliwskiego.

Powstaje pytanie: jak powinien działać pilot atakującego samolotu myśliwskiego. Czy powinien on natychmiast odpalić pociski raketowe, czy też dążyć do uzyskania racjonalnych warunków strzelania.

Dla ilościowego uzasadnienia prawidłowych czynności pilota należy obliczyć prawdopodobieństwo rażenia, z uwzględnieniem możliwego przeciwdziałania celu dla różnych sposobów działań. Racjonalnymi sposobami działań będą takie, które zapewniają uzyskanie największego prawdopodobieństwa rażenia celu.

Dane zjawisko można przestawić w postaci następującego schematu możliwych zdarzeń.

1. Samolot myśliwski znajduje się w granicach strefy możliwego strzelania. Wobec tego pilot może odpalić pociski raketowe po wykonaniu dokładnego celowania, lecz warunki odpalenia nie będą racjonalne. Przy tym cel może wykryć odpalony już pocisk raketowy z prawdopodobieństwem $P_{\text{wykr.r}}$ i stosując różnego rodzaju przeciwdziałanie udaremnić /zerwać/ naprowadzanie pocisku raketowego z prawdopodobieństwem $P_{\text{zr.n}}$.

Prawdopodobieństwo rażenia celu, z uwzględnieniem jego przeciwdziałania, przy natychmiastowym odpaleniu pocisków raketowych w nieracjonalnych warunkach strzelania będzie równe:

$$\begin{aligned}\tilde{W}_{\min} &= /1 - P_{\text{wykr.r}}/ W_{\min} + P_{\text{wykr.r}} /1 - P_{\text{zr.n}}/ W_{\min} = \\ &= W_{\min} /1 - P_{\text{wykr.r}} P_{\text{zr.n}}/\end{aligned}$$

2. Atakujący samolot myśliwski dąży do odpalenia pocisków raketowych w racjonalnych warunkach strzelania.

Przy wejściu samolotu myśliwskiego w strefę warunków racjonalnych do odpalenia pocisków raketowych możliwe są dwa wypadki bądź nie zostanie on wykryty przez cel i wykona strzelanie z zaskoczenia w warunkach racjonalnych, bądź też cel wykryje go przed odpaleniem pocisków raketowych i będzie usiłował udaremnić odpalenie. Oznaczmy prawdopodobieństwo wykrycia samolotu myśliwskiego przez cel do momentu odpalenia pocisków raketowych w racjonalnych warunkach strzelania jako - $P_{zr.p}$. Tak samo jak i w pierwszym wypadku cel może wykryć odpalony już pocisk raketowy z prawdopodobieństwem $P_{wykr.r}$ i udaremnić /zerwać/ jego naprowadzanie z prawdopodobieństwem $P_{zr.n}$. Na ogół prawdopodobieństwa $P_{wykr.m}$, $P_{wykr.r}$ i $P_{zr.n}$, $P_{zr.p}$ są różne dla różnych celów, warunków ataku i różnych typów pocisków raketowych. I tak na przykład podczas strzelania z małych odległości prawdopodobieństwo udaremnienia/zerwania/ naprowadzania pocisku raketowego będzie oczywiście mniejsze niż z dużych odległości. Prawdopodobieństwa te mogą być określone na podstawie eksperymentów lotnych lub drogą obliczeń teoretycznych.

Prawdopodobieństwo rażenia celu podczas strzelania w racjonalnych warunkach, z uwzględnieniem jego przeciwdziałania, będzie równe:

$$\tilde{W}_{racj} = /1 - P_{wykr.m}/ /1 - P_{wykr.r}/ W_{racj} + \\ + P_{wykr.m} /1 - P_{zr.p}/ P_{wykr.r} /1 - P_{zr.n}/ W_{racj} .$$

Należy mieć przy tym na uwadze, że jeżeli cel nie wykrył atakującego samolotu myśliwskiego lub pocisku raketowego, to nie stosuje on środków przeciwdziałania, to znaczy : $P_{wykr.m} = P_{wykr.r} = 0$ i $P_{zr.p} = P_{zr.n} = 0$.

Pilotowi samolotu myśliwskiego wygodnie jest dla wszystkich innych jednakowych warunków natychmiast odpalać pociski rakiety

towe, nie oczekując zapewnienia racjonalnych warunków strzelania, jeśli

$$\tilde{W}_{racj} \leq W_{min} .$$

Jeżeli:

$$\tilde{W}_{racj} > W_{min} ,$$

to wygodniej jest odpalać pociski raketowe w warunkach racjonalnych.

Tym samym, jeżeli prawdopodobieństwo rażenia celu, bez uwzględnienia jego przeciwdziałania, podczas odpalania w warunkach racjonalnych W_{racj} mało się różni od prawdopodobieństwa rażenia celu podczas odpalania w warunkach nieracjonalnych $W_{racj} \approx W_{min}$, to - niezależnie od możliwości wykrycia przez cel atakującego samolotu myśliwskiego zarówno podczas ataku, jak i po jego udaremnieniu - należy odpalać pociski raketowe, jak tylko samolot myśliwski znajdzie się w strefie możliwego strzelania.

Jeżeli prawdopodobieństwo rażenia celu w racjonalnych warunkach strzelania jest duże, to dla uzasadnienia prawidłowej decyzji o odpalaniu pocisków raketowych należy dokonać ilościowej oceny możliwości wykrycia przez cel atakującego samolotu myśliwskiego /określić $P_{wykr.m}$ / i możliwości udaremnienia przezeń celowanego odpalenia /określić $P_{zr.p}$ /.

Prawdopodobieństwo pokonania przeciwdziałania celu przez pocisk raketowy $Q_r = 1 - P_{zr.n}$ w warunkach racjonalnych, będzie nie mniejsze niż podczas odpalania pocisków raketowych poza strefą warunków racjonalnych, przyjmując $P_{wykr.r} \approx const$. W tym wypadku należy obliczyć W_{racj} i W_{min} , porównać je i na tej podstawie wypracować prawidłowe zalecenia dla personelu latającego.

3.1.2. Racjonalne sposoby zużycia jednostki ognia

Jak było rozpatrzone poprzednio, w zależności od warunków i charakterystyk celu powietrznego jednostka ognia samolotu myśliwskiego może zawierać dwa - cztery kierowane pociski rakietowe jednego typu lub różnymi głowicami samonaprowadzania.

Taki wariant podwieszenia z jednej strony zwiększa ochronę przed zakłóceniami, z drugiej - rozszerza możliwości strzelania do celów powietrznych /w chmurach, na granicznie małych wysokościach itd./. Pilot może użyć jednostkę ognia pocisków rakietowych podczas wykonywania ataku następującymi sposobami:

- odpalenie pocisków rakietowych kolejno po jednym /lub salwą po dwa/ z różnych odległości, z kontrolą wyników poprzedniego odpalenia i z celowaniem przed każdym odpaleniem;

- kolejne odpalenie pocisków rakietowych po jednym /lub salwą po dwa/ bez kontroli poprzedniego odpalenia, lecz z obowiązkowym uściśleniem celowania przed odpaleniem;

- odpalenie salwą całej jednostki ognia pocisków rakietowych;

- odpalenie serią pojedynczych pocisków rakietowych lub salwą po dwa z określonym odstępem zejścia.

Podczas wyboru sposobu zużycia pocisków rakietowych należy uwzględniać:

- ważność celu, do którego wykonuje się strzelanie;

- wielkość prawdopodobieństwa rażenia celu jednym pociskiem rakietowym z cieplną głowicą samonaprowadzania i z radiolokacyjną głowicą samonaprowadzania oraz kilkoma pociskami rakietowymi podczas odpalania ich kolejno i salwami, z uwzględnieniem sprawności systemu uzbrojenia;

- techniczne, eksploatacyjne i inne ograniczenia, które mogą obowiązywać podczas stosowania poszczególnych sposobów strzelania, odpowiednio do systemu uzbrojenia konkretnego samolotu;

- możliwość wykonania kilku kolejnych odpaleń podczas ataku, z kontrolą i bez kontroli wyników;

- możliwość przeniesienia ognia na inny cel w wypadku zniszczenia celu pierwszym pociskiem raketowym /pierwszą salwą/;

- długotrwałość ataku przy zastosowaniu różnych sposobów strzelania;

- możliwości przeciwdziałania celowi ogniem, manewrem obronnym i zakłóceniami różnego rodzaju;

- ekonomiczne zużycie jednostki ognia pocisków raketowych w walce powietrznej.

Tylko przy jednoczesnym uwzględnieniu wszystkich tych czynników można wybrać najbardziej racjonalny sposób zużycia jednostki ognia i wypracować zalecenia praktyczne dla personelu latającego.

Czynniki te powinny być uwzględniane w celu otrzymania maksymalnego efektu od broni podczas wykonywania zadania bojowego.

Jako ilościowe kryterium najbardziej racjonalnego sposobu zużycia jednostki ognia przyjmuje się zapewnienie maksymalnego prawdopodobieństwa rażenia celu lub też zapewnienie maksymalnej wartości przeciętnej liczby zniszczonych celów. Wybór pierwszego lub drugiego kryterium zależy od charakteru celu i zadania bojowego.

Wyjaśnimy to na przykładzie. 1. Niech samolot myśliwski atakuje samolot bombowy, raketę uskrzydloną lub rozpoznawczy samolot przeciwnika z zadaniem zniszczenia danego celu. W tym wypadku kryterium racjonalnego sposobu zużycia jednostki ognia stanowi prawdopodobieństwo rażenia celu.

2. Samolot myśliwski atakuje grupę samolotów bombowych lub samolotów myśliwsko-bombowych, wykonujących lot w zwartym ugrupowaniu bojowym, ze zwykłymi środkami rażenia lub też grupę samolotów transportowych, śmigłowców itd. Zadanie bojowe - zniszczyć nie konkretny cel, a zestrzelić największą liczbę samo-

lotów przeciwnika. W tym wypadku odpowiedniejszym kryterium wyboru najbardziej racjonalnego sposobu zużycia jednostki ognia będzie zapewnienie największej wartości przeciętnej liczby zestrzelonych celów.

Dla wyboru racjonalnego sposobu zużycia jednostki ognia - - podczas zastosowania zarówno pierwszego, jak i drugiego kryterium - trzeba rozpatrzonymi poprzednio metodami określić możliwą ilość odpaleń pocisków raketowych w danych warunkach ataku, obliczyć prawdopodobieństwo rażenia celu dla wszystkich możliwych sposobów strzelania, z uwzględnieniem sprawności pracy systemu uzbrojenia i przeciwdziałania celu. Oprócz tego, należy ocenić czas, potrzebny na wykonanie ataku, zastosowaniu każdego ze sposobów zużycia jednostki ognia, oraz możliwość przeniesienia ognia na inny cel.

Jeżeli przeniesienie ognia nie jest możliwe, to najracjonalniejszym będzie ten sposób zużycia jednostki ognia, który zapewnia uzyskanie maksymalnego prawdopodobieństwa rażenia celu przy przyjętym czasie wykonania ataku.

Jeżeli pilot może dokonać przeniesienia ognia, to trzeba określić nie tylko prawdopodobieństwo rażenia celu przy zastosowaniu różnych sposobów strzelania, lecz i wartości przeciętne liczby zniszczonych celów, z uwzględnieniem czasu ataku i przeciwdziałania celu.

W formie ogólnych zaleceń dotyczących wyboru racjonalnych sposobów zużycia jednostki ognia można stwierdzić co następuje.

Jeżeli prawdopodobieństwo rażenia celu jednym pociskiem raketowym jest dostatecznie duże / $\bar{W} \geq 0,5 - 0,6$ /, przeciwdziałanie celu słabe oraz jeżeli istnieje realna możliwość przeniesienia ognia na inny cel, to zawsze celowo jest wykonywać strzelanie pojedynczymi pociskami raketowymi z kontrolą wyników każdego odpalenia. Szczególnie wygodny jest właśnie ten sposób strzelania do celu grupowego, ponieważ zapewnia on otrzymanie maksymalnej wartości przeciętnej liczby zniszczonych celów.

Najbardziej typowe jest dwukrotne odpalenie pocisków raketowych /dwie salwy/ podczas jednego ataku. Dla zapewnienia powtórnego odpalenia pocisków raketowych pierwsze odpalenie należy wykonać z odległości D_1 , która wynosi:

$$D_1 \geq D_{\text{racj.min}} + V_D t_{\Sigma} ,$$

gdzie: $D_{\text{racj.min}}$ - minimalna racjonalna odległość odpalenia ;

t_{Σ} - czas sumaryczny, potrzebny pilotowi do oceny wyników pierwszego odpalenia i powtórnego celowania.

Podczas wykonywania ataków do celów grupowych wykonujących lot w zwartych ugrupowaniach bojowych w dzień należy dążyć w pierwszym rzędzie do zniszczenia samolotów prowadzących i sąsiadujących z nimi samolotów prowadzonych, ponieważ zniszczenie prowadzącego powoduje naruszenie ugrupowania bojowego grupy, co ułatwia kolejne niszczenie przeciwnika częściami. Jak wskazują doświadczenia z wojny, w szeregu wypadków w wyniku zniszczenia samolotów prowadzących przeciwnik przerywał wykonywanie zadania.

Jeżeli cel jest ważny, na przykład samolot-nosiciel lub rakietą uskrzydłona z ładunkiem jądrowym, to celowe jest wykonywanie strzelania salwą lub metodą odpalenia kilku pocisków raketowych z najdogodniejszych odległości, nie oczekując na kontrolę wyników poprzedniego odpalenia. Zastosowanie takiego sposobu strzelania celowe jest również w tych wypadkach, gdy prawdopodobieństwo rażenia celu jednym pociskiem raketowym nie jest duże.

Podczas kolejnego odpalania pocisków raketowych należy uwzględniać wpływ poprzedniego pocisku raketowego na następny. Odstęp między odpaleniami pocisków raketowych z cieplnymi głowicami samonaprowadzania powinien być taki, aby pracujący silnik pierwszego pocisku raketowego nie wpływał na ciepłą głowicę samonaprowadzania i zbliżeniowy zapalnik optyczny następnego pocisku raketowego.

3.1.3. Racjonalne warunki strzelania z działek do celów powietrznych

Podczas strzelania do celów powietrznych uzbrojenie artyleryjskie samolotów myśliwskich jest dopełnieniem kierowanych pocisków raketowych klasy powietrze-powietrze. Należy je stosować do zwalczania celów powietrznych wówczas, gdy nie jest możliwe wykorzystanie kierowanych pocisków raketowych lub wtedy, gdy kierowane pociski raketowe zostały zużyte, a cel nie został zniszczony. Typowymi warunkami zastosowania działek w walce powietrznej są: widzialność wzrokowa celu i celowanie z wykorzystaniem półautomatycznego celownika optycznego typu ASP lub zwykłego celownika kolimatorowego typu PKI; strzelanie do energicznie manewrujących celów typu taktycznych samolotów myśliwskich; strzelanie do celów w warunkach silnych zakłóceń radiolokacyjnych i cieplnych, a także podczas zwalczania celów powietrznych na granicznie małych wysokościach. Podczas określania racjonalnych warunków strzelania z działek należy uwzględniać następujące okoliczności:

- małe odległości skutecznego strzelania do celów powietrznych, nie większe niż 600 - 800 m;

- skuteczność strzelania z działek do celów nie manewrujących i słabo manewrujących jest znacznie mniejsza niż skuteczność strzelania kierowanymi pociskami raketowymi. Dlatego jeżeli istnieje możliwość, należy w pierwszym rzędzie dążyć do zniszczenia celu kierowanymi pociskami raketowymi;

- prawdopodobieństwo rażenia celu podczas strzelania z działek do celów dowolnego typu w bardzo dużym stopniu zależy od odległości strzelania, dokładności celowania, intensywności manewru, czasu prowadzenia ognia i kierunku ataku.

Dla rażenia celu, jak na przykład typu taktyczny samolot myśliwski jedną serią jednosekundową z działka GSz-23 przy wykorzystaniu celownika typu PKI z prawdopodobieństwem rażenia

$W \geq 0,1 - 0,2$ odległość strzelania powinna być mniejsza niż 400 m, a przy energicznym manewrze celu - nie większa niż 300 m. Podczas strzelania do samolotów bombowych z wykorzystaniem celownika półautomatycznego typu ASP-PF odległość strzelania zwiększa się do 600 - 800 m.

Dokonując wyboru racjonalnych warunków strzelania do samolotów bombowych posiadających uzbrojenie obronne należy uwzględnić wpływ ognia obronnego celu, który na małych odległościach może być nie mniej skuteczny niż ogień atakującego samolotu myśliwskiego.

Najskuteczniejszą metodą strzelania z działek do celów powietrznych jest strzelanie towarzyszące z wykorzystaniem celownika typu ASP. Takie strzelanie na dużych prędkościach lotu możliwe jest tylko w wąskim sektorze tylnej półsfery celu $/R_c \leq \leq 1/4/$ i podczas manewru celu z przeciążeniem nie większym niż $n_c < 2 \div 3$.

Dlatego w czasie zwalczania celów słabo manewrujących i nie manewrujących ogniem z działek, a także w czasie wykonywania ataków z zaskoczenia do dowolnego celu - celowanie powinno być wykonywane z włączeniem celownika półautomatycznego w położenie "Żyro". W manewrowej walce powietrznej z taktycznymi samolotami myśliwskimi przeciwnika, jeśli cel manewruje z przeciążeniem $n_c > 3$, celowanie z wykorzystaniem ruchomej siatki celownika w większości wypadków będzie niemożliwe. Dlatego celownik typu ASP trzeba wykorzystać w położeniu "Niepod", a sumaryczną poprawkę kątową pilot powinien wprowadzać wzrokowo, tak jak podczas celowania z wykorzystaniem zwykłego celownika typu PKI. Ze względu na to, że pilot nie może dokładnie określić wielkości poprawki sumarycznej i wzrokowo wprowadzić tej poprawki za pomocą celownika, racjonalnym sposobem strzelania z wykorzystaniem celownika zwykłego jest strzelanie towarzysząco-zaporowe. Istota jego polega na tym, że w momencie otwarcia ognia pilot bierze poprawkę sumaryczną nieco większą niż teoretycznie potrzebna wartość poprawki i śledzi cel tak, aby pop -

rawka kątowna w ciągu trwania serii zmniejszała się /do wielkości mniejszej od teoretycznie potrzebnej/.

Takie strzelanie pozwala kosztem długości serii kompensować błędy popełnione przez pilota podczas celowania, choć skuteczność jego będzie mniejsza od strzelania towarzyszącego dla dokładnych wartości poprawek kątowych.

Podczas stosowania pocisków smugowych trzeba prowadzić strzelanie towarzyszące metodą pokrycia smugi z celem.

W czasie wyboru racjonalnych warunków strzelania z działek należy określić:

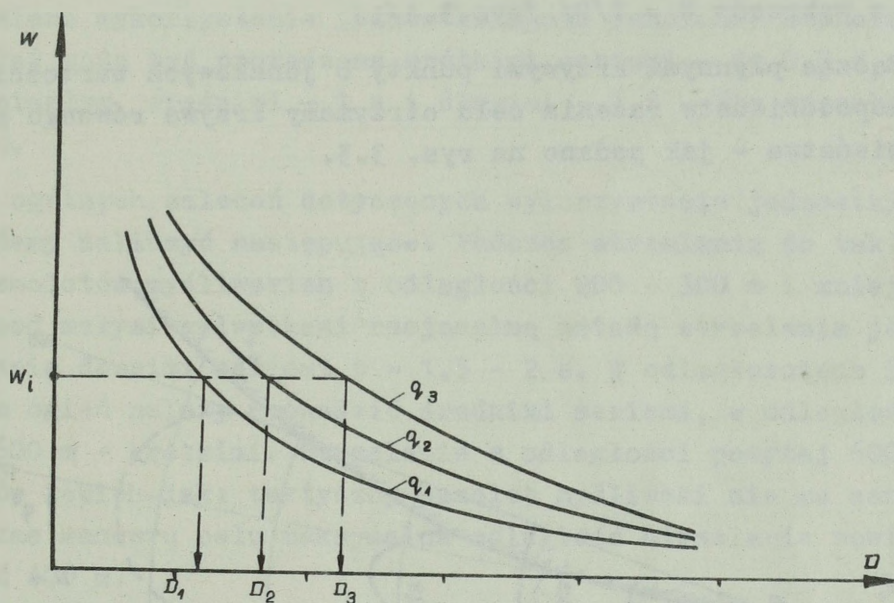
- zakres racjonalnych odległości strzelania;
- najwygodniejsze kierunki ataków;
- racjonalną metodę prowadzenia ognia.

Oprócz tego powinny być wypracowane chwytaki taktyczne, zapewniające wykonanie ataku z zaskoczenia, uwzględnienie różnych rodzajów przeciwdziałania celu itd.

Dla wyboru racjonalnych warunków strzelania należy analogicznie, jak poprzednio, określić strefę możliwego strzelania i wrysować na nią krzywe równego prawdopodobieństwa rażenia celu. Dla wyznaczenia krzywych równego prawdopodobieństwa rażenia celu należy przyjąć kilka wartości kursowych kątów celu q w granicach strefy możliwego strzelania i dla każdego kąta kursowego określić graficznie na podstawie punktów zależność $W = f(D)$ /rys. 3.4/. Zależność tę określamy drogą obliczenia prawdopodobieństwa rażenia celu dla każdego kąta kursowego jedną serią o określonej długości, na przykład $t = 1$ s, dla różnych odległości strzelania - od D_{\min} do D_{\max} . Odległość D_{\min} określamy zakładając warunki bezpiecznego wyjścia z ataku, a D_{\max} - zakładając przyjętą wielkość prawdopodobieństwa rażenia celu $W \approx 0,1$. Takie zależności powinny być określone dla typowych warunków ataku.

Podczas strzelania z działek do celów powietrznych prawdopodobieństwo rażenia celu zależy od rzutu powierzchni celu na

płaszczyznę rozrzutu, charakterystyk rozrzutu pocisków i wrażliwości celu.

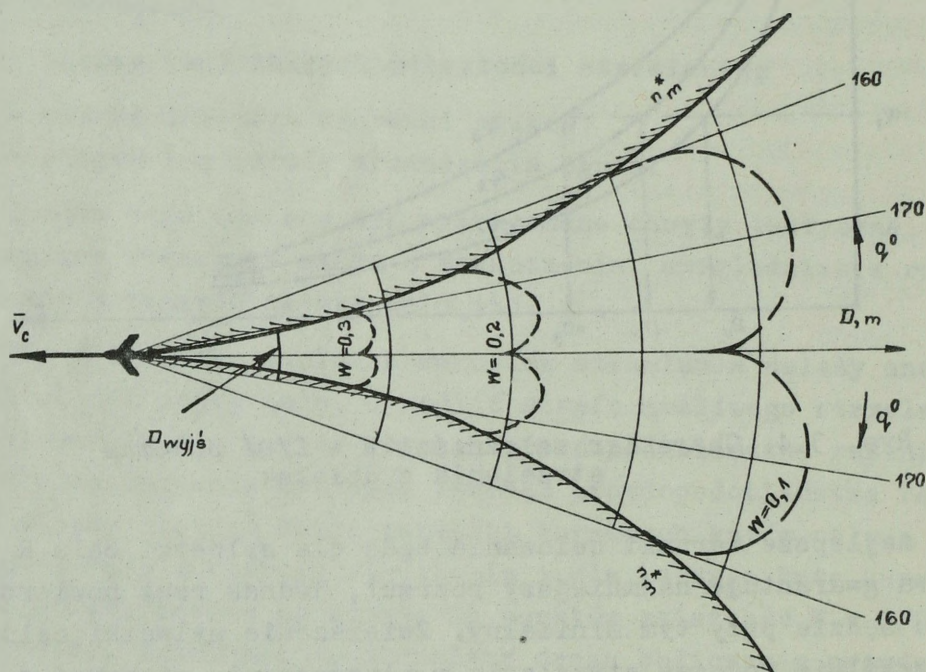


Rys. 3.4. Charakter zależności $W = f/D/$ podczas strzelania z działek

najlepsze warunki celowania będą dla sylwetki celu $R_c = 0/4$, która gwarantuje najmniejszy rozrzut, jednak rzut powierzchni celu będzie przy tym minimalny. Zwiększenie sylwetki celu, szczególnie podczas strzelania w płaszczyźnie pionowej z góry, prowadzi do zwiększenia rzutu powierzchni celu, choć warunki celowania będą przy tym nieco gorsze. Wobec wpływu obu tych czynników określamy najdogonięjsze kierunki strzelania, zapewniające osiągnięcie maksymalnego prawdopodobieństwa rażenia celu bez uwzględnienia jego przeciwdziałania i ognia obronnego. Najbardziej poglądowo ilustrują to krzywe równego prawdopodobieństwa, wrysowane na schemat strefy możliwego strzelania. Dla wyznaczenia krzywych równego prawdopodobieństwa rażenia należy

na schemacie strefy możliwego strzelania wrysować promienie pod odpowiednimi kursowymi kątami celu. Na każdym z tych promieni należy wrysować w odpowiednich odległościach punkty z jednakowymi wartościami prawdopodobieństwa rażenia celu, które określamy z wykresów $W = f/D/$ /rys.3.4/.

Łącząc płynnymi krzywymi punkty o jednakowych wartościach prawdopodobieństw rażenia celu otrzymamy krzywe równego prawdopodobieństwa - jak podano na rys. 3.5.



Rys. 3.5. Strefa możliwego strzelania i krzywe równego prawdopodobieństwa rażenia celu podczas strzelania z działek

Za pomocą krzywych równego prawdopodobieństwa łatwo jest określić racjonalne odległości strzelania i najdogodniejsze kierunki ataków. Chcąc uwzględnić przeciwdziałanie celu trzeba określić wpływ różnych środków przeciwdziałania celu na skuteczność strzelania /ognia obronnego, manewru itd./. Ten wpływ należy

oceniać w kategoriach tak ilościowych /przy posiadaniu dostatecznych danych wyjściowych/, jak i jakościowych - w oparciu o logiczną analizę różnych rodzajów przeciwdziałania celu i posiadanych doświadczeń bojowych.

Jednym z ważnych zagadnień podczas strzelania z działek jest przemyślane wykorzystanie jednostki ognia samolotu. Strzelanie z działek może być prowadzone krótkimi seriami - do 0,5 s sposobem ciągłym, średnimi - 1 s i długimi - 1,5 - 2 s sposobem ciągłym.

Do ogólnych zaleceń dotyczących wykorzystania jednostki ognia możemy zaliczyć następujące: Podczas strzelania do taktycznych samolotów myśliwskich z odległości 200 - 300 m i mniej - szych pod małymi sylwetkami racjonalną metodą strzelania jest strzelanie długimi seriami $t = 1,5 - 2$ s. W odległościach 300 - 400 m ogień należy prowadzić średnimi seriami, w odległościach 400 - 600 m - krótkimi. Strzelanie z odległości powyżej 600 m do celów takich jak: taktyczny samolot myśliwski nie ma sensu, a podczas manewru celu maksymalna odległość strzelania powinna wynosić 400 m.

Należy pamiętać, że najskuteczniejszy jest pierwszy atak. Dlatego też jednym z warunków sukcesu w walce powietrznej jest zapewnienie niespodziewanego wyjścia atakującego samolotu myśliwskiego na racjonalną odległość strzelania i otwarcie ognia do celu.

Jak wskazują doświadczenia z drugiej wojny światowej i doświadczenia z walk powietrznych prowadzonych przez współczesne samoloty myśliwskie w Wietnamie i na Bliskim Wschodzie - nie należy prowadzić ognia z dużych odległości, ponieważ takie strzelanie z zasady przedwcześnie demaskuje atakujący samolot myśliwski i prowadzi do bezcelowego zużycia amunicji.

3.2. RACJONALNE WARUNKI BOJOWEGO ZASTOSOWANIA RAKIETOWEGO I ARTYLERYJSKIEGO UZBROJENIA SAMOLOTÓW PODCZAS ZWALCZANIA CELÓW NA - ZIEMNYCH

Jak było podane poprzednio, kryterium racjonalności zastosowania tego lub innego środka rażenia jest skuteczność jego oddziaływania na konkretny cel w oczekiwanych warunkach prowadzenia działań bojowych przy danej naziemnej i powietrznej sytuacji taktycznej. Skuteczność ocenia się na podstawie prawdopodobieństwa rażenia celu. Przy tym racjonalnymi warunkami bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów są takie warunki, w których podczas strzelania osiąga się prawdopodobieństwo rażenia celu zbliżone do maksymalnego $/0,8 - 0,9 W_{max}/$.

Prawdopodobieństwo rażenia celu naziemnego zależy od wielu czynników, takich jak: kierunek nalotu na cel, odległość strzelania, kąt nurkowania podczas strzelania, prędkość lotu, metoda zużycia jednostki ognia, rodzaj manewru dla wyjścia na krzywą celowania itd.

Dlatego w czasie wyboru racjonalnych warunków strzelania należy:

- ocenić możliwe warunki, to znaczy określić strefę możliwego strzelania do danego celu ustalonymi środkami rażenia, z uwzględnieniem warunków atmosferycznych i rzeźby terenu, oraz wybrać kierunek nalotu na cel, określić prędkość lotu, a także ocenić wpływ przeciwdziałania systemu obrony powietrznej przeciwnika na warunki lotu podczas nalotu na cel i jego atakowania;

- ze wszystkich rozpatrzonych warunków wybrać racjonalne, to znaczy spełniające wymagania sytuacji taktycznej i zapewniające wymaganą skuteczność rażenia celu.

Ocena możliwych warunków i budowa strefy możliwego strzelania zostały podane w oddzielnym materiale ^{x/}. Dlatego najpierw rozpatrzmy metody budowy krzywych równego prawdopodobieństwa, które najlepiej jest wykorzystać do analizy skuteczności strzelania, a następnie damy ogólne zalecenia dotyczące wyboru racjonalnych warunków z uwzględnieniem powstałej sytuacji podczas wykonywania atku.

3.2.1. Budowa krzywych równego prawdopodobieństwa

Krzywe równego prawdopodobieństwa rażenia celu podczas strzelania pociskami raketowymi lub z działek budujemy dla każdego wybranego kierunku nalotu na cel z uwzględnieniem konkretnego ogniowego przeciwdziałania obrony powietrznej celu.

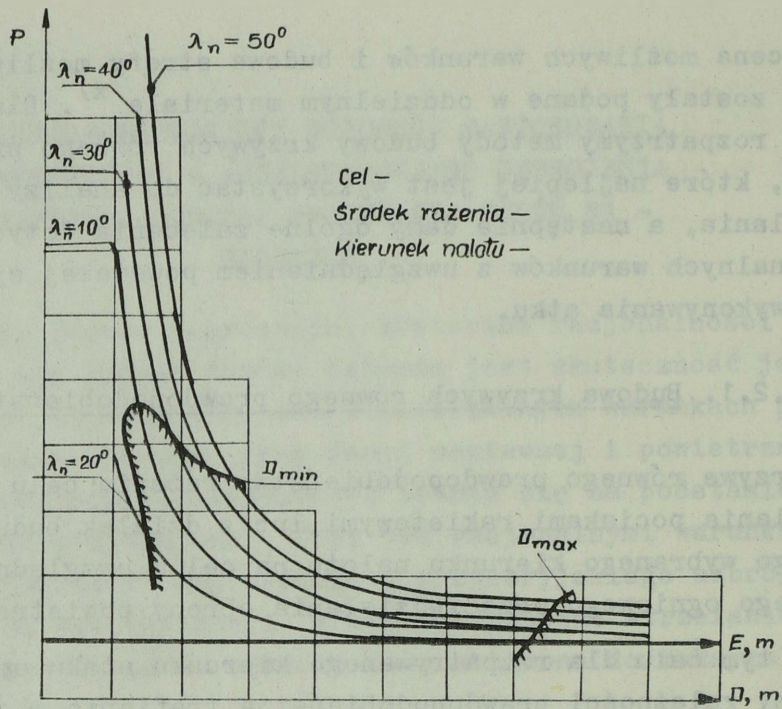
W tym celu dla rozpatrywanego kierunku ataku opracowuje się wykresy zależności prawdopodobieństwa trafienia w cel jednym pociskiem /strzałem/ od odległości strzelania i kąta nurkowania $p = f/E, \lambda_n$ /rys. 3.6/.

Danymi wyjściowymi do sporządzania wykresów są:

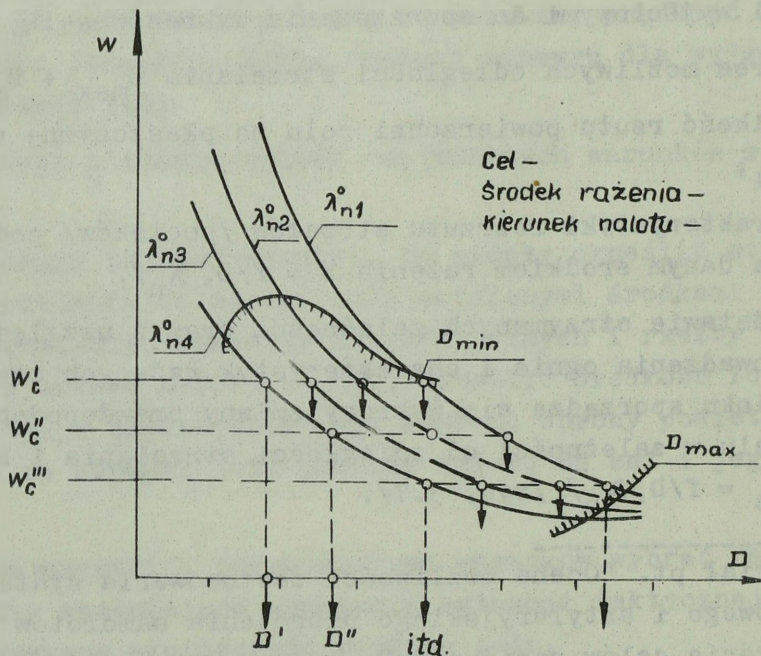
- zakres możliwych odległości strzelania $D_{max} + D_{min}$
- wielkość rzutu powierzchni celu na płaszczyznę rozrzutu S lub S_{obl} ;
- charakterystyki rozrzutu strzałów /pocisków/ podczas strzelania danym środkiem rażenia $E = f/D, \lambda_n$.

Na podstawie otrzymanych zależności oraz z uwzględnieniem metody prowadzenia ognia i charakterystyk rażących części bojowej pocisku sporządza się wykresy zmiany prawdopodobieństwa rażenia celu w zależności od odległości strzelania i kąta nurkowania $W_c = f/D, \lambda_n$ /rys. 3.7/.

^{x/} Materiał pt. "Ocena możliwości zastosowania systemów raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów podczas zwalczania celów naziemnych". Wyd. - ASG.



Rys. 3.6. Wykres zależności $p = f/D, \lambda_n/$



Rys. 3.7. Określanie D dla wykreślenia krzywych równego prawdopodobieństwa

Wszystkie obliczenia potrzebne do sporządzania wykresów zależności $p/D, \lambda_n/$ i $W_c/D, \lambda_n/$ wygodnie jest wykonywać w kolejności podanej w tabeli obliczeniowej /tabela 3.1/.

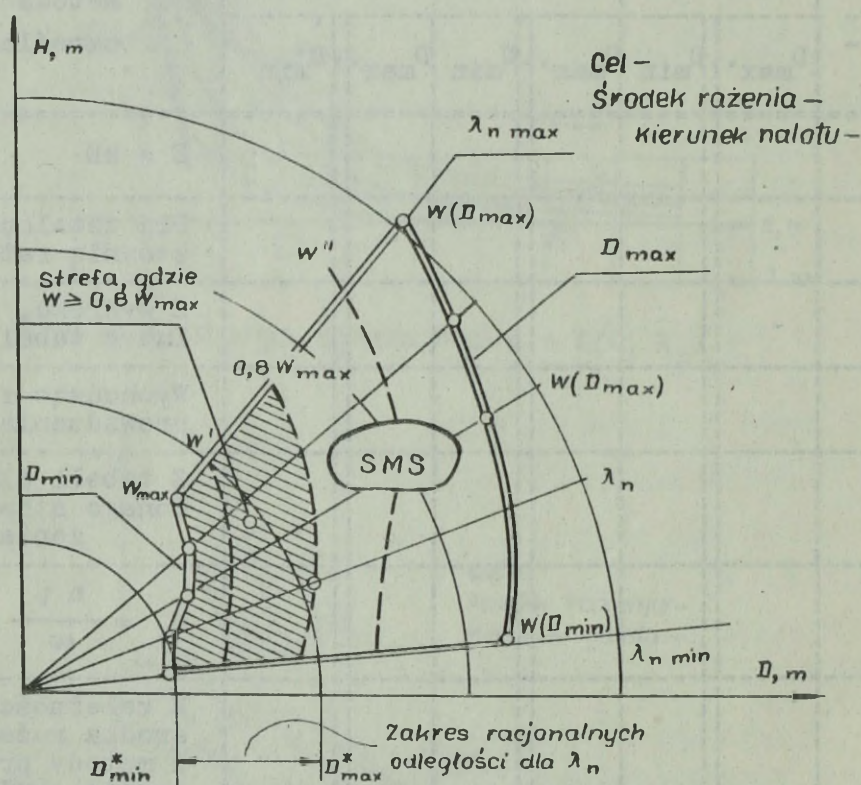
Tabela 3.1

Cel, środek rażenia, kierunek nalotu

Cha- rak- tery- sty - ki	λ_{n1}		λ_{n2}		λ_{n3}		Metoda określania
	D_{max}	D_{min}	D_{max}	D_{min}	D_{max}	D_{min}	
E							$E = kD$
S							Dla ustalonego stopnia rażenia
P							Z wykresu, siatki lub z tabeli
n							Wychodząc z metody prowadzenia ognia
ω							Z tabeli dla ustalonego stopnia rażenia
M_1							$M_1 = \frac{n p}{\omega}$
μ							W zależności od środka rażenia i metody prowadzenia ognia
W_c							Z wykresu, jako $f/M_1, \mu /$

Mając wykresy zależności $W_c = f/D, \lambda_n/$, krzywe równego prawdopodobieństwa wykreślamy w następujący sposób.

Przyjmujemy pewne wartości W_c /w zakresie możliwych odległości strzelania/. Na rys. 3.7 są one oznaczone W'_c, W''_c, W'''_c . Z wykresu $W_c/D, \lambda_n$ określamy dla każdego kąta nurkowania odpowiadające wielkości D', D'', D''' , które odkładamy na promieniach dla każdego λ_n w strefie możliwego strzelania /rys. 3.8/. Łącząc odpowiednie punkty otrzymujemy krzywe równego prawdopodobieństwa rażenia celu. Zaleca się na schemacie strefy możliwego strzelania dodatkowo zaznaczyć wartości W_c podczas strzelania z D_{max} i D_{min} .



Rys. 3.8. Krzywe równego prawdopodobieństwa rażenia

Mając krzywe równego prawdopodobieństwa rażenia można wyciągnąć uzasadnione wnioski o skuteczności strzelania w zakresie od D_{max} do D_{min} w konkretnej sytuacji taktycznej i dać pilotowi odpowiednie zalecenia dotyczące odległości i sposobów strzelania.

3.2.2. Wybór zakresu racjonalnych odległości strzelania

Jak wynika z wykresów podanych na rys. 3.7, im mniejsza odległość strzelania, tym większe prawdopodobieństwo rażenia celu. Wobec powyższego odległościami racjonalnymi będą odległości minimalne, wybrane zgodnie z wymaganiami bezpieczeństwa lotu. Będzie to prawdą pod warunkiem, że podczas strzelania ze wszystkich odległości zadanie celowania rozwiązuje się dokładnie: strzelanie wykonuje się w obliczonych zakresach pracy celowni - ka lub pilot w czasie celowania wzrokowo wprowadza konieczne poprawki kątowe, to znaczy błędy systematyczne nie występują. Jeżeli natomiast minimalne odległości strzelania znajdują się nie w obliczonych zakresach pracy celownika, a pilot prowadzi ogień bez uwzględnienia poprawek strzelania, to prawdopodobieństwo rażenia celu może się znacznie zmniejszać. Przy ruchomym /ograniczenie ruchomym/ ustawieniu broni na samolocie prawdopodobieństwo rażenia celu może się zmniejszać, co może być spowodowane błędami w pracy wylicznika, napędu, wibracją broni itd.

Racjonalny zakres początkowych odległości strzelania wybieramy z uwzględnieniem zapewnienia określonego prawdopodobieństwa rażenia celu i możliwych błędów w określaniu momentu otwarcia ognia.

Jak już było podane, ten zakres można określać pod warunkiem, że prawdopodobieństwo rażenia celu podczas strzelania kształtuje się w granicach $W_{c \max} + 0,8 W_{c \max}$ dla określonych warunków. Wobec tego minimalną racjonalną odległością strzelania będzie odległość $D_{p.s \min}$, wybierając ją z warunków bezpieczeństwa lotu:

$$D_{\min}^* = D_{p.s \min} = D_{k.s \min} + V_1 t_{p.o} + 2 E_D$$

gdzie: $D_{k.s \min}$ - minimalna odległość zakończenia /końca/ strzelania, wzięta z warunków zapewnienia bezpieczeństwa lotu;

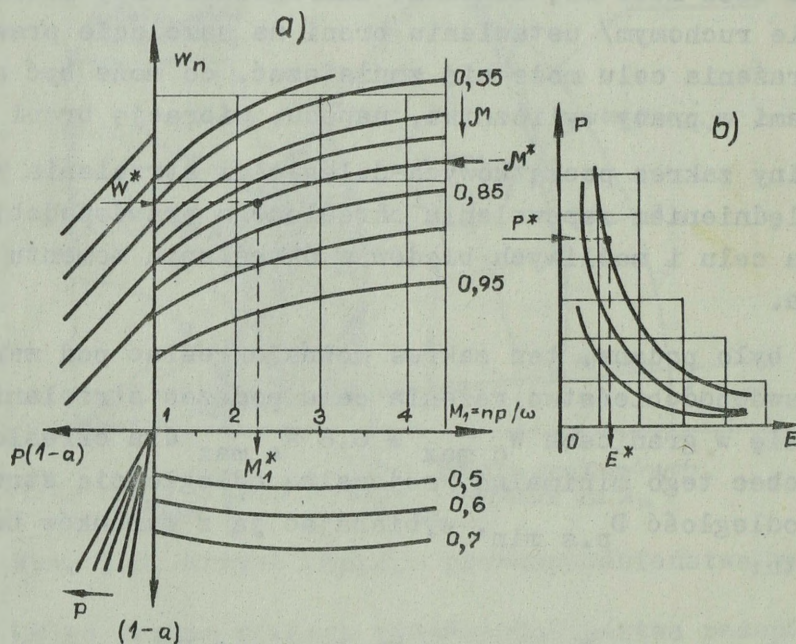
$t_{p.o}$ - czas prowadzenia ognia;

E_D - odchylenie prawdopodobne błędów pomiaru odległości podczas strzelania.

Maksymalną racjonalną odległość wybieramy na podstawie zapewnienia rażenia celu z prawdopodobieństwem nie mniejszym niż $0,8 W_{max}$, z uwzględnieniem błędów pomiaru odległości:

$$D_{max}^* = D / 0,8 W_{c \ max} / \quad /3.3/$$

Odległość ta może być łatwo wybrana z wykresów prawdopodobieństwa rażenia celu, podanych na rys. 3.9. Kolejność określania jest następująca ^{x/}.



Rys. 3.9. Określanie D_{strz} na podstawie ustalonego W_c

^{x/} Dla przybliżonych obliczeń prawdopodobieństwa rażenia celu przyjmujemy jako równe tylko pierwszemu członowi wzoru.

Według $W_c \max$ odpowiadającego strzelaniu z $D_{p.s \min}^*$ określamy $W_c^* = 0,8 W_c \max$. Na podstawie określonej wielkości W_c^* i M^* , przyjętej dla rozpatrywanych warunków, wchodzimy na wykres $W_c = f/M_1, M_1$, jak pokazano na rys. 3.9,a i określamy $M_1 = n p / \omega$. Mając dla ustalonych warunków strzelania ω i n określamy prawdopodobieństwo rażenia celu jednym strzałem p , konieczne dla zapewnienia otrzymanego W_c^* :

$$p = \frac{M_1 \omega}{n} .$$

Mając p i wykorzystując wykresy $p = f/E, \lambda_n$ lub wykresy i tabele do określania prawdopodobieństwa trafienia w koło /kwadrat, pas/, dla wybranych warunków określamy wielkość odchylenia prawdopodobnego E^* /rys. 3.9,b/.

Ponieważ odległość strzelania związana jest z wielkością E stosunkiem typu $E = k D$, to określamy szukaną odległość:

$$D / 0,8 W_c \max / = \frac{E}{k} = D_{\max}^* .$$

D_{\max}^* przeważnie określamy dla różnych kątów nurkowania i rysujemy na schemat strefy możliwego strzelania. Krzywa łącząca punkty odpowiadające D_{\max}^* będzie dalszą granicą racjonalnych warunków strzelania.

3.2.3. Wybór zakresu wysokości wprowadzenia w lot nurkowy

Mając dany zakres racjonalnych odległości strzelania, określamy dla różnych kątów nurkowania zakres wysokości wprowadzenia w lot nurkowy $/H_{\max}^* + H_{\min}^*/$, a także prędkość wprowadzenia $/V_{\max}^* + V_{\min}^*/$ - zapewniające stworzenie wymaganych warunków strzelania.

Z rys. 3.10 wynika, że wysokości wprowadzenia w lot nurkowy możemy obliczyć ze wzorów:

$$H_{\min}^* = \Delta H_{\text{wpr}} + \sqrt{D_{\min}^* + V_1 t_c} / \sin \lambda_n, \quad /3.4/$$

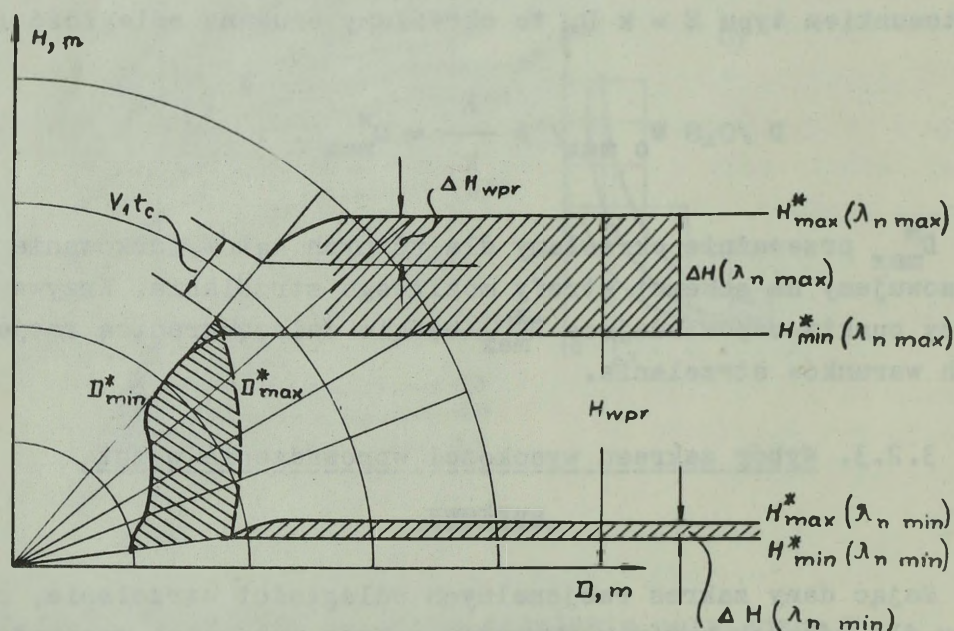
$$H_{\max}^* = \Delta H_{\text{wpr}} + \sqrt{D_{\max}^* + V_1 t_c} / \sin \lambda_n, \quad /3.5/$$

gdzie: ΔH_{wpr} - utrata wysokości podczas wprowadzenia samolotu w lot nurkowy;

t_c - czas potrzebny na ogólne i dokładne celowanie;

V_1 - średnia prędkość lotu samolotu podczas nurkowania;

λ_n - kąt nurkowania, który można wykorzystać uwzględniając konkretne warunki ataku: wysokość dolnej podstawy chmur, obronę powietrzną celu itd.



Rys. 3.10. Określanie wysokości wprowadzenia samolotu w lot nurkowy

W praktyce bojowego zastosowania pocisków raketowych i działek do zwalczania celów naziemnych jedną z metod określania odległości rozpoczęcia strzelania jest wykorzystanie wysokościomierza i nadajnika kątów wzniesienia samolotu. W czasie określania wysokości odpowiadającej $D_{\min}^{\times} + D_{\max}^{\times}$ trzeba dla wysokościomierzy barometrycznych uwzględniać przewyższenie /przenieżenie/ celu względem lotniska, a także poprawki aerodynamiczne i falowe dla danej wysokości lotu.

Uwzględniając powyższe wysokość odpowiadającą racjonalnej odległości rozpoczęcia strzelania określamy ze wzoru:

$$H_{\text{prz}}^{\times} = D_{\text{strz}}^{\times} \sin \lambda_n - \delta H \pm \Delta H, \quad /3.6/$$

gdzie: $\delta H = \Delta H_a + \Delta H_f$ - suma poprawek aerodynamicznej i falowej;

H_{prz}^{\times} - wysokość przyrządowa;

ΔH - przewyższenie /+/ lub przenieżenie /-/ położenia celu względem lotniska.

Po określeniu H_{prz}^{\times} dla D_{\min}^{\times} i D_{\max}^{\times} , otrzymujemy zakres wysokości, w którym powinno być prowadzone strzelanie.

Dla uwzględnienia wymagań bezpieczeństwa lotu pilot zawsze powinien znać wysokość wyprowadzenia /wyjścia/ samolotu z lotu nurkowego :

$$H_{\text{p.wyjś}} = /D_{\text{p.wyjś}} + v_1 t_{\text{op}}/ \sin \lambda_n, \quad /3.7/$$

gdzie: $D_{\text{p.wyjś}}$ - odległość rozpoczęcia /początku/ wyjścia /wyprowadzenia/, którą przyjmujemy z warunków zapewnienia bezpieczeństwa lotu;

t_{op} - czas opóźnienia w czynnościach pilota.

Według $H_{\text{p.wyjś}}$ określamy wysokość przyrządową, którą należy zalecić pilotowi.

3.2.4. Wybór prędkości wprowadzenia samolotu w lot nurkowy

Zakresy prędkości lotu współczesnych samolotów wahają się od 500 - 600 km/h do prędkości większych od prędkości dźwięku. Jednak podczas lotu na małych wysokościach prawie wszystkie samoloty mają ograniczoną prędkość. Z punktu widzenia pewności wykrycia celu, celowania i prowadzenia ognia lepiej jest rozwijać stosunkowo niedużą prędkość, która pozwala wykorzystać minimalne odległości strzelania, a tym samym zwiększyć jego skuteczność. Oczywiście, podczas ataków wykonywanych na małych prędkościach lotu wzrasta prawdopodobieństwo rażenia samolotu ogniem artylerii przeciwlotniczej małego kalibru i powstają lepsze warunki do naprowadzania przeciwlotniczych rakiet kierowanych. Dlatego w warunkach bojowych atak na małych prędkościach lotu należy stosować tylko przy słabym przeciwdziałaniu przeciwlotniczych środków przeciwnika. Duża prędkość lotu za pewnia niespodziewane wyjście w położenie wyjściowe do ataku z zastosowaniem różnych manewrów /górnka, zwrot bojowy, mało - wysokościowy zwrot bojowy itd./, zmniejsza czas znajdowania się w strefie ognia artylerii przeciwlotniczej i przeciwlotniczych rakiet kierowanych oraz sprzyja skutecznemu odparciu ataków samolotów myśliwskich przeciwnika. Jednakże należy pamiętać, że nadmierne zwiększanie prędkości lotu wprowadza szereg dodatkowych trudności w proces wykonywania ataku, a mianowicie: zwiększa odległości strzelania, obniża dokładność celowania, a tym samym i skuteczność ognia.

Dlatego przy wyborze prędkości lotu należy uwzględnić konkretną sytuację bojową z optymalnym spełnieniem sprzecznych wymagań.

W obecnym czasie przyjmuje się jako korzystną prędkość lotu samolotu w punkcie rozpoczęcia nurkowania dla kątów do 20° w granicach 800 - 900 km/h, dla kątów większych od 20° - w granicach 500 - 700 km/h.

3.2.5. Wybór kierunku nalotu na cel

W czasie wyboru kierunku nalotu na cel należy uwzględnić potrzebę:

- zapewnienia największego prawdopodobieństwa rażenia celu. Bowiem kierunek nalotu dla danego kąta nurkowania określa wymiary rzutu powierzchni celu na płaszczyznę rozrzutu, a także wrażliwość celu na dany środek rażenia, uzależnioną od opancerzenia i innych urządzeń osłaniających;

- stworzenia warunków dogodnych do poszukiwania, wykrycia celu, wyjścia do ataku i celowania w locie nurkowym;

- maksymalnego zmniejszenia skuteczności ognia środków obrony powietrznej celu /artyleria przeciwlotnicza, przeciwlotnicze rakiety kierowane itd./.

Podamy kilka ogólnych zaleceń dotyczących określania kierunku nalotu podczas atakowania niektórych celów naziemnych:

- długie wąskie cele należy atakować wzdłuż lub pod kątem $10 - 15^\circ$ w stosunku do dłuższego boku celu;

- kolumny pancerne lepiej atakować z tyłu, a oddzielne lekkie czołgi /transportery opancerzone, samobieżne działa artyleryjskie itd./ - z boku pod $\lambda_n = 20 - 30^\circ$, atakowanie średnich czołgów korzystne jest pod $\lambda_n = 5 - 10^\circ$, pod kątem nalotu zbliżonym do 90° do podłużnej osi pojazdu;

- kolumny zmotoryzowane celowo jest atakować od czoła;

- baterie artylerii i moździerzy, stanowiska raketowe, baterie przeciwlotniczych rakiet kierowanych - atakować z tyłu lub z boku /jeśli nie ma obwałowań/;

- samoloty przeciwnika na lotniskach należy atakować z uwzględnieniem ukryć;

- atak do pociągu najlepiej wykonywać pod kątem $15 - 20^\circ$ do jego osi, w pierwszym rzędzie rażąc parowóz /lokomotywę, elektrowóz/.

Z podanych zaleceń wynika, że każdy cel, środek rażenia, warunki działań bojowych wymagają wyboru własnych racjonalnych warunków, w tej liczbie i kierunku ataku.

3.2.6. Wybór kąta nurkowania

Jak wiadomo, przy wyborze kąta nurkowania podczas atakowania celu naziemnego należy uwzględnić szereg czynników, z których zasadnicze są następujące:

- warunki atmosferyczne w rejonie celu, wysokość dolnej podstawy chmur, która ogranicza manewr podczas nalotu na cel i widzialność celu;

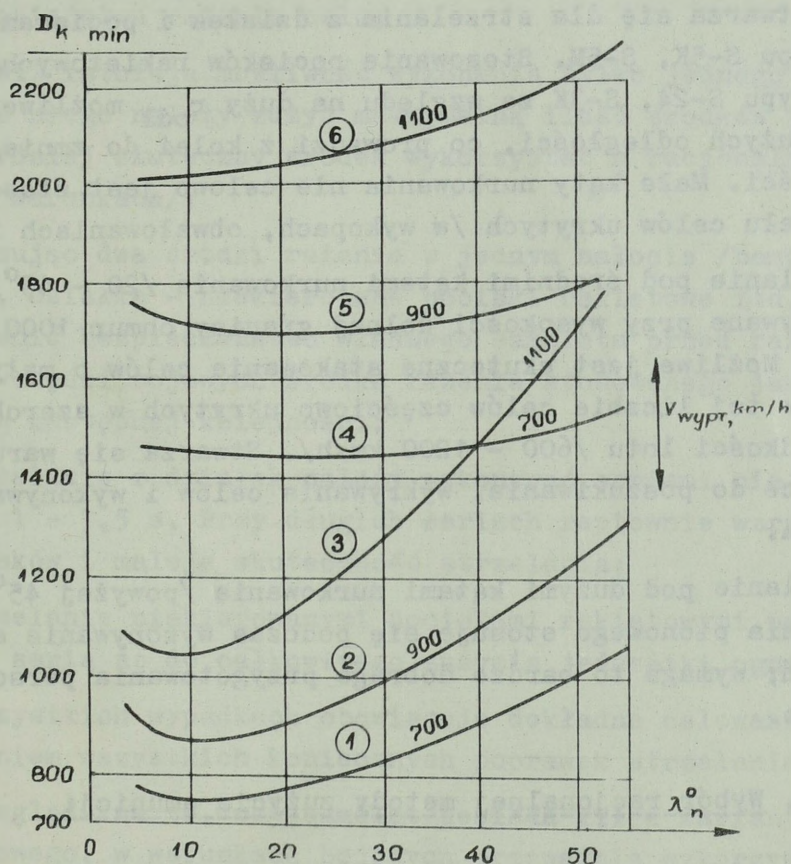
- obecność i skuteczność działania środków obrony powietrznej celu, ich oddziaływanie powoduje konieczność wykonywania manewru przeciwartyleryjskiego lub innego, i wyboru warunków ataku zmniejszających skuteczność ich działania;

- wymagana skuteczność strzelania do określonego celu /ponieważ od wielkości kąta nurkowania zależy: $D_k \min$ /rys. 3.11/, wielkość rzutu powierzchni celu na płaszczyznę rozrzutu S lub S_{obl} , wielkość ω , a także dokładność celowania określana skutecznością i prędkością lotu samolotu w locie nurkowym/;

- stosowane środki rażenia i charakterystyki konkretnego celu.

W czasie wyboru kątów nurkowania podane czynniki wyrażają sprzeczne wymagania. Na przykład jeżeli dla uzyskania dużej skuteczności strzelania pożądane jest stosowanie średnich kątów nurkowania $15 - 30^\circ$, to zadanie zmniejszenia skuteczności przeciwdziałania obrony powietrznej celu może wymagać wykonywania ataków z granicznie małych wysokości, pod niedużymi kątami nurkowania lub odwrotnie ataków z nurkowania pionowego. Jeżeli pociski raketowe typu S-24 celowo jest stosować pod kątami nurkowania powyżej 20° , to pociski raketowe typu S-5k i działka zapewniają wysoką skuteczność ataku pod $\lambda_n < 20^\circ$.

W czasie ustalania racjonalnego kąta nurkowania należy dążyć do wyboru wariantu optymalnego. Budując krzywe równego prawdopodobieństwa rażenia celu i oceniając ogólne warunki oddziaływania na dany cel, należy koniecznie uwzględnić wszystkie czynniki, wykonując obliczenia dla konkretnych warunków. Wówczas uogólniający schemat strefy możliwego strzelania z krzywymi równego prawdopodobieństwa rażenia celu umożliwia obiektywne dokonanie wyboru racjonalnych kątów nurkowania.



Rys. 3.11. Zmiana D_k min dla różnych λ_n i środków rażenia:
 1,2,3 - strzelanie z działek, $r_{od\lambda} = 100$ m;
 4,5,6 - strzelanie pociskami raketowymi,
 $r_{od\lambda} = 500$ m

Na zakończenie podamy krótką ocenę taktyczną ataków pod różnymi kątami nurkowania.

Strzelanie pod małymi kątami nurkowania / $\lambda_n \leq 15^\circ$ / stosuje się przy wysokości dolnej granicy chmur 500 - 1000 m. Pod względem techniki pilotażu jest ono najprostsze. Wprowadzenie samolotu /lub grupy samolotów/ w lot nurkowy może być dokonywane tak ze skrętu, jak i z prostej, co pozwala na wykonywanie ataków bezpośrednio z trasy lotu, bez dodatkowego manewru. Lepsze warunki stwarza się dla strzelania z działek i pociskami raketowymi typu S-5K, S-5M. Stosowanie pocisków raketowych dużego kalibru typu S-24, S-3K ze względu na duży $r_{od\dot{z}}$ możliwe jest tylko z dużych odległości, co prowadzi z kolei do zmniejszenia skuteczności. Małe kąty nurkowania nie celowo jest stosować dla ostrzału celów ukrytych /w wykopach, obwałowaniach itd./.

Strzelanie pod średnimi kątami nurkowania /20 - 45°/ może być wykonywane przy wysokości dolnej granicy chmur 1000 m i większej. Możliwe jest skuteczne atakowanie celów o małych wymiarach; w tej liczbie celów częściowo ukrytych w szerokim zakresie prędkości lotu /600 - 1200 km/h/. Stwarza się warunki sprzyjające do poszukiwania, wykrywania celów i wykonywania strzelania.

Strzelanie pod dużymi kątami nurkowania /powyżej 45°/ lub z nurkowania pionowego stosuje się podczas wykonywania specjalnych zadań; wymaga to bardzo dobrego przygotowania personelu latającego.

3.2.7. Wybór racjonalnej metody zużycia amunicji

Podczas działań na cele naziemne samolot może mieć kombinowany ładunek bojowy na podwieszeniu zewnętrznym i wewnętrznym. Metoda zużycia jednostki ognia zależy od warunków atakowania celu i możliwości systemu uzbrojenia w zakresie wyboru dopuszczalnych wariantów strzelania i łączenia ognia różnych środków rażenia w jednym ataku.

W czasie wyboru metody zużycia jednostki ognia należy kierować się następującymi ogólnymi zalecaniami:

- we wszystkich wypadkach gdy istnieje możliwość wykonania kilku nalotów na cel, należy w każdym nalocie stosować posiadane środki rażenia w warunkach racjonalnych; przy kombinowanym ładunku bojowym w pierwszym rzędzie należy użyć środki, znajdujące się na podwieszeniach zewnętrznych, a przy równych warunkach - ten środek, który zapewnia uzyskanie największego prawdopodobieństwa rażenia celu;

- jeżeli istnieje możliwość wykonania tylko jednego nalotu, to podczas niego należy użyć maksymalną ilość środków /przy tym najbardziej skuteczny środek wykorzystać w racjonalnych dla niego warunkach/;

- stosując dwa środki rażenia w jednym nalocie /bomby - działka, działka - niekierowane pociski raketowe itd./, należy zapewnić bezpieczeństwo własnego samolotu przed rażeniem odłamkami części bojowych środka rażenia stosowanego jako pierwszy lub w następnej kolejności;

- strzelanie z działek należy wykonywać seriami nie dłuższymi niż 1 - 1,5 s. Przy długich seriach raptownie wzrasta rozrzut pocisków i maleje skuteczność strzelania;

- strzelanie niekierowanymi pociskami raketowymi należy wykonywać serią aż do całkowitego zużycia jednostki ognia.

We wszystkich wypadkach obowiązuje dokładne celowanie z wprowadzeniem wszystkich koniecznych poprawek strzelania.

Bez względu na to, czy samolot posiada kilka wariantów ładunku bojowego, w warunkach bojowych przeważnie wykorzystuje się nie więcej niż dwa środki rażenia różnego typu: jedno na podwieszeniu zewnętrznym /bomby lub niekierowane pociski raketowe/ i drugie - wbudowane w konstrukcję samolotu /działka/. Wobec tego należy zastosować racjonalną metodę wykorzystania tych środków. Środki te można użyć w jednym lub kilku nalotach.

Typowe warianty zużycia środków rażenia mogą być następujące:

- oba środki rażenia stosuje się w jednym nalocie; przy czym jeden z nich w warunkach racjonalnych, drugi - w możliwych;
- każdy środek zużywa się w jednym nalocie, pierwszy w pierwszym, drugi w drugim - lub odwrotnie.

Jeżeli nie byłoby przeciwdziałania systemu obrony powietrznej celu, to największą skuteczność zawsze uzyskiwałoby się w warunkach, gdy każdy środek stosowany był podczas nalotu w warunkach dla niego racjonalnych. W razie istnienia przeciwdziałania nie zawsze będzie to możliwe.

Przybliżonej ilościowej oceny racjonalnej metody zużycia jednostki ognia można dokonać w następujący sposób.

Oznaczmy prawdopodobieństwo udaremnienia /zerwania/ strzelania celowanego w pierwszym ataku - W_{zr1} , w drugim ataku - W_{zr2} . Przyjmujemy przy tym, że udaremnienie może nastąpić na skutek przeciwdziałania systemu obrony powietrznej celu lub zakrycia celu dymem i kurzem po pierwszym nalocie, a także w wyniku zmiany warunków atmosferycznych itd.

Prawdopodobieństwo rażenia celu pierwszym środkiem rażenia w warunkach racjonalnych oznaczmy jako W_{r1} , drugim środkiem - W_{r2} , w nieracjonalnych warunkach odpowiednio - W_{nr1} i W_{nr2} .

Uwzględniając powyższe, napiszemy wartości prawdopodobieństwa rażenia celu dla różnych sposobów zużycia jednostki ognia.

1. Prawdopodobieństwo rażenia celu w wypadku, jeśli każdy środek rażenia stosujemy w danym nalocie w warunkach racjonalnych; brak przeciwdziałania, odpalenie celowane możliwe jest w obu nalotach :

$$\tilde{W}_{\max} = [1 - W_{r1} / 1 - W_{r2}] .$$

2. Prawdopodobieństwo rażenia celu w jednym ataku z uwzględnieniem możliwego udaremnienia /zerwania/ odpalenia celowanego; zużywa się tylko jeden jakikolwiek środek rażenia:

$$\tilde{W}_I = W_{r i} / 1 - W_{zr1} / \quad - \text{pierwszy atak};$$

$$\tilde{W}_{II} = W_{r i} / 1 - W_{zr2} / \quad - \text{drugi atak}.$$

Jeżeli strzelanie wykonujemy w nieracjonalnych warunkach, to w miejsce prawdopodobieństwa $W_{r i}$ podstawiamy $W_{nr i}$. Przy czym W_{nr} może być pierwszym i drugim środkiem rażenia.

3. Prawdopodobieństwo rażenia celu w ciągu ataku, jeśli w nim wykorzystujemy dwa środki rażenia:

- pierwszy środek rażenia zużywamy w warunkach racjonalnych /drugiego nie ma/:

$$\tilde{W}_I = [1 - /1 - W_{r1} / /1 - W_{nr2} /] /1 - W_{zr1} / ;$$

- drugi środek rażenia zużywamy w warunkach racjonalnych /pierwszego nie ma/:

$$\tilde{W}_I = [1 - /1 - W_{nr1} / /1 - W_{r2} /] /1 - W_{zr1} / .$$

4. Prawdopodobieństwo rażenia celu w dwóch atakach:

- podczas strzelania każdym środkiem rażenia w warunkach racjonalnych:

$$\tilde{W}_{1,2} = 1 - [1 - W_{r1} / 1 - W_{zr1} /] [1 - W_{r2} / 1 - W_{zr2} /] ;$$

- oba środki rażenia zużywa się w warunkach nieracjonalnych:

$$\tilde{W}_{1,2} = 1 - [1 - W_{nr1} / 1 - W_{zr1} /] [1 - W_{nr2} / 1 - W_{zr2} /] .$$

W sposób analogiczny możemy napisać wzory dla wypadku, gdy jeden ze środków rażenia stosujemy w racjonalnych, drugi w możliwych warunkach lub dla innych metod /wariantów/ zużycia jednostki ognia.

Ostateczny wniosek zależy od konkretnych wartości różnych prawdopodobieństw rażenia celu W_{r1} , W_{r2} , W_{zr1} , W_{zr2} itd.

Wybieramy tę metodę zużycia jednostki ognia, dla której W_c jest największe. Przy małej różnicy /do 0,05/ możemy jako równoznaczne przyjmować różne metody.

Powyżej została rozpatrzona ogólna metoda wyboru racjonalnych warunków strzelania z lotu nurkowego. Dla innych sposobów zastosowania bojowego broni: strzelanie podczas lotu na wysokościach 25 - 100 m, strzelanie z lotu poziomego dla ruchomego /ograniczenie ruchomego/ ustawienia broni itd. - wyboru racjonalnych warunków strzelania dokonujemy w sposób identyczny, lecz z uwzględnieniem właściwości każdego konkretnego sposobu strzelania.

Na zakończenie analizy zagadnienia wyboru racjonalnych warunków bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów do zwalczania celów naziemnych należy podkreślić obowiązkowe wymaganie: wybrane racjonalne warunki strzelania powinny być łatwe do zrealizowania przez personel latający podczas lotu bojowego. Personel latający powinien wiedzieć, jak stosować swoją broń w danej konkretnej sytuacji. Powinien on umieć prawidłowo wykonywać celowanie, wprowadzając wszystkie konieczne poprawki do strzelania i utrzymywać wszystkie wymagane warunki odpalania pocisków raketowych /strzelania z działek/. W tym podczas przygotowania wstępnego do lotu zagadnienia te powinny być dokładnie przemyślane i poznane. Przeważnie w schemacie metodycznym do strzelania zaleca się wskazanie miejsca położenia celu w celowniku i wyraźne określenie zasady celowania w warunkach racjonalnych.

Z A K O Ń C Z E N I E

Wysoki poziom taktycznego i ogniowego wyszkolenia personelu latającego jest podstawowym wskaźnikiem gotowości i zdolności bojowych lotniczych oddziałów i związków taktycznych. Proces przygotowania kadr lotniczych łączy w sobie cały kompleks zawodowej wiedzy i nawyków potrzebnych pilotowi i załodze dla rozwiązania zadań bojowych i dla najbardziej skutecznego wykorzystania sprzętu lotniczego i broni w warunkach współczesnej wojny. Personel latający lotnictwa myśliwskiego, myśliwsko-bombowego i myśliwsko-szturmowego powinien być bardzo dobrze wyszkolony teoretycznie i praktycznie; doskonale zaznajomiony z uzbrojeniem własnego samolotu, a szczególnie z jego zastosowaniem bojowym. Przy tym należy podkreślić wagę konkretnych wiadomości i umiejętności. Ważna jest umiejętność wykorzystania broni do zwalczania wyznaczonego celu w skomplikowanej sytuacji bojowej.

Bardzo ważna jest ocena przeciwnika jako obiektu rażenia z uwzględnieniem własnych środków i możliwości. Należy znać silne i słabe strony przeciwnika oraz umieć je prawidłowo wykorzystać w walce powietrznej i podczas oddziaływania ogniowego na cele naziemne. Należy prawidłowo oceniać możliwości swojego uzbrojenia i wybierać najdogodniejsze warunki jego zastosowania.

Po przestudiowaniu przedstawionego zakresu materiału czytelnik /słuchacz, pilot, pilot-dowódca/ powinien:

- znać operacyjne metody oceny skuteczności bojowej systemu uzbrojenia samolotu podczas zwalczania różnych celów i umieć stosować je dla rozwiązania konkretnych zadań ogniowych i taktycznych;

- znać metodę wyboru racjonalnych środków rażenia, warunków i sposobów ich zastosowania bojowego i umieć je stosować w róż-

nych warunkach prowadzenia działań bojowych podczas zwalczania celów powietrznych i naziemnych;

- umieć stosować w praktyce, przy wykorzystaniu konkretnego sprzętu bojowego i określonych warunków strzelania, wnioski i propozycje dotyczące bojowego zastosowania raketowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów, w wyniku badań teoretycznych.

Dobre przygotowanie teoretyczne pomoże personelowi latającemu znacznie szybciej, skuteczniej prowadzić działania bojowe z chwilą rozpoczęcia wojny.

Z A Ł A C Z N I K I

ŚREDNIE KONIECZNE LICZBY TRAFIEŃ 23 mm

Nazwa celu	Typ rażenia	A t a k z b o k u			
		$\lambda_n = 10^\circ$		$\lambda_n = 20^\circ$	
		S_c	ω	S_c	ω
Rakieta Honest John na SS	A	30,0	4,3	32,3	4,3
	B	30,0	3,0	32,3	3,2
	C	30,0	1,7	32,3	1,8
Rakieta Sergeant na SS	A	25,0	3,0	27,0	3,2
	B	25,0	2,0	27,0	2,2
	C	25,0	1,6	27,0	1,7
Rakieta Pershing	A	8,7	1,0	8,3	1,0
	B	8,7	1,0	8,3	1,0
	C	8,7	1,0	7,8	1,0
Mace na SS	A	23,5	4,0	25,0	4,0
	B	23,5	2,5	25,0	2,5
	C	23,5	1,3	25,0	1,3
Stacja przedstar- towej kontroli Mace	A	13,8	4,0	16,2	4,0
	B	13,8	2,5	16,2	2,5
	C	13,8	1,5	16,2	1,5
Rakiety Hawk na SS	A	6,4	3,0	10,3	3,0
	B	6,4	1,8	10,3	1,8
	C	6,4	1,2	10,3	1,2
RLS AN/MP-33-34	A	6,6	2,5	7,0	2,5
	B	6,6	1,6	7,0	1,6
	C	6,6	1,1	7,0	1,1
Samolot F-104 na stoisku	A	18,2	3,2	21,3	3,5
	B	18,2	2,0	21,3	2,0
	C	18,2	1,0	21,3	1,0
Bojowy wóz piechoty MIC-65	A	10,0	-	11,5	-
	B	10,0	4,5	11,5	4,5
	C	10,0	2,5	11,5	2,5
Stacja radiowa	A	12,5	3,5	13,7	3,5
	B	12,5	2,5	13,7	2,5
	C	12,5	1,3	13,7	1,3
Haubica 203,2 mm	A	12,0	10,0	14,0	10,0
	B	12,0	6,0	14,0	6,0
	C	12,0	4,0	14,0	4,0
Stacja przedstar- towej kontroli Pershing	A	14,0	3,5	15,5	3,5
	B	14,0	2,4	15,5	2,4
	C	14,0	1,6	15,5	1,6

POCISKÓW Z DZIAŁEK DLA RAŻENIA CELÓW NAZIEMNYCH

Atak z boku		A t a k z p r z o d u					
$\lambda_n = 40^\circ$		$\lambda_n = 10^\circ$		$\lambda_n = 20^\circ$		$\lambda_n = 40^\circ$	
s_c	ω	s_c	ω	s_c	ω	s_c	ω
36,3	4,3	12,4	4,5	15,0	5,0	20,4	6,0
36,3	3,3	12,4	3,1	15,0	3,5	20,4	3,8
36,3	1,9	12,4	1,3	15,0	1,4	20,4	1,6
30,0	4,0	10,8	3,5	14,0	3,5	17,3	3,5
30,0	2,8	10,8	2,5	14,0	2,5	17,3	2,5
30,0	1,8	10,8	1,6	14,0	1,5	17,3	1,5
6,8	1,0	8,7	1,0	8,3	1,0	6,8	1,0
6,8	1,0	8,7	1,0	8,3	1,0	6,8	1,0
6,8	1,0	8,7	1,0	8,3	1,0	6,8	1,0
27,0	4,0	7,2	3,5	7,9	3,5	12,8	3,5
27,0	2,5	7,2	2,3	7,9	2,3	12,8	2,3
27,0	1,3	7,2	1,3	7,9	1,3	12,8	1,3
18,7	4,0	6,1	4,0	10,2	4,0	15,0	4,0
18,7	2,5	6,1	2,5	10,2	2,5	15,0	2,5
18,7	1,5	6,1	1,7	10,2	1,7	15,0	1,7
15,7	3,0	4,0	2,7	5,0	2,7	7,5	2,7
15,7	1,8	4,0	1,8	5,0	1,6	7,5	1,5
15,7	1,2	4,0	1,8	5,0	1,1	7,5	1,1
8,0	2,5	6,6	2,5	7,0	2,5	8,0	2,5
8,0	1,6	6,6	1,6	7,0	1,6	8,0	1,6
8,0	1,1	6,6	1,1	7,0	1,1	8,0	1,1
28,0	3,7	6,3	3,5	12,3	3,5	23,0	3,5
28,0	2,0	6,3	2,0	12,3	2,0	23,0	2,0
28,0	1,0	6,3	1,0	12,3	1,0	23,0	1,0
14,0	-	7,8	-	10,0	-	12,5	-
14,0	4,5	7,8	4,5	10,0	4,5	12,5	4,5
14,0	2,5	7,8	2,5	10,0	2,5	12,5	2,5
15,7	3,5	7,2	3,5	9,0	3,5	11,8	3,5
15,7	2,5	7,2	2,5	9,0	2,5	11,8	2,5
15,7	1,3	7,2	1,3	9,0	1,3	11,8	1,3
20,0	10,0	8,0	7,0	9,5	7,0	12,5	9,0
20,0	6,0	8,0	4,5	9,5	4,5	12,5	6,0
20,0	4,0	8,0	3,0	9,5	3,5	12,5	4,0
17,5	3,3	5,8	2,5	7,0	2,5	8,9	2,5
17,5	2,4	5,8	1,8	7,0	1,8	8,9	1,8
17,5	1,6	5,8	1,1	7,0	1,1	8,9	1,1

ŚREDNIE KONIECZNE LICZBY TRAFIEŃ 30 mm POCISKÓW

Nazwa celu	Typ rażenia	A t a k z b o k u			
		$\lambda_n = 10^\circ$		$\lambda_n = 20^\circ$	
		S_c	ω	S_c	ω
Rakieta Honest John na SS	A	30,0	3,5	32,3	3,5
	B	30,0	2,8	32,3	3,1
	C	30,0	1,6	32,3	1,7
Rakieta Sergeant na SS	A	25,0	2,5	27,0	3,0
	B	25,0	2,0	27,0	2,5
	C	25,0	1,6	27,0	1,7
Rakieta Pershing	A	8,7	1,0	8,3	1,0
	B	8,7	1,0	8,3	1,0
	C	8,7	1,0	8,3	1,0
Mace na SS	A	23,5	3,0	25,0	3,0
	B	23,5	2,1	25,0	2,1
	C	23,5	1,2	25,0	1,2
Stacja przedstar- towej kontroli Mace	A	13,8	3,0	16,2	3,0
	B	13,8	2,0	16,2	2,0
	C	13,8	1,4	16,2	1,4
Rakiety Hawk na SS	A	6,4	2,3	10,3	2,3
	B	6,4	1,7	10,3	1,7
	C	6,4	1,2	10,3	1,2
RLS AN/MP-33-34	A	6,6	2,0	7,0	2,0
	B	6,6	1,2	7,0	1,2
	C	6,6	1,0	7,0	1,0
Samolot F-104 na stoisku	A	18,2	2,7	21,3	3,0
	B	18,2	1,3	21,3	1,3
	C	18,2	1,0	21,3	1,0
Bojowy wóz piechoty MIC-65	A	10,0	-	11,5	-
	B	10,0	3,5	11,5	3,5
	C	10,0	2,0	11,5	2,0
Stacja radiowa	A	12,5	2,5	13,7	2,5
	B	12,5	1,8	12,5	1,8
	C	12,5	1,3	13,7	1,3
Haubica 203,2 mm	A	12,0	8,0	14,0	8,0
	B	12,0	5,0	14,0	5,0
	C	12,0	4,0	14,0	4,0
Stacja przedstar- towej kontroli Pershing	A	14,0	2,5	15,5	2,5
	B	14,0	1,9	15,5	1,9
	C	14,0	1,5	15,5	1,5

Z DZIAŁEK DLA RAŻENIA CELÓW NAZIEMNYCH

Atak z boku		A t a k z p r z o d u					
$\lambda_n = 40^\circ$		$\lambda_n = 10^\circ$		$\lambda_n = 20^\circ$		$\lambda_n = 40^\circ$	
S_c	ω	S_c	ω	S_c	ω	S_c	ω
36,3	3,7	12,4	3,6	15,0	4,5	20,4	5,7
36,3	3,2	12,4	3,0	15,0	3,2	20,4	3,5
36,3	1,9	12,4	1,3	15,0	1,4	20,4	1,6
30,0	3,3	10,8	2,5	14,0	2,5	17,3	2,5
30,0	2,8	10,8	2,0	14,0	2,0	17,3	2,0
30,8	1,8	10,8	1,8	14,0	1,5	17,3	1,5
6,8	1,0	8,7	1,0	8,3	1,0	6,8	1,0
6,8	1,0	8,7	1,0	8,3	1,0	6,8	1,0
6,8	1,0	8,7	1,0	8,3	1,0	6,8	1,0
26,5	3,2	7,2	2,5	7,9	2,5	12,8	2,7
26,5	2,2	7,2	1,7	7,9	1,7	12,8	1,8
26,5	1,3	7,2	1,2	7,9	1,2	12,8	1,3
18,7	3,0	6,1	3,0	10,2	3,0	15,0	3,0
18,7	2,0	6,1	2,2	10,2	2,1	15,0	2,0
18,7	1,4	6,1	1,6	10,2	1,6	15,0	1,6
15,7	2,5	4,0	2,5	5,0	2,5	7,5	2,5
15,7	1,7	4,0	1,7	5,0	1,7	7,5	1,7
15,7	1,3	4,0	1,2	5,0	1,2	7,5	1,2
8,0	2,0	6,6	2,0	7,0	2,0	8,0	2,0
8,0	1,2	6,6	1,2	7,0	1,2	8,0	1,2
8,0	1,0	6,6	1,0	7,0	1,0	8,0	1,0
28,0	3,2	6,3	3,3	12,3	3,3	23,0	3,3
28,0	1,3	6,3	1,3	12,3	1,3	23,0	1,3
28,0	1,0	6,3	1,0	12,3	1,0	23,0	1,0
14,0	-	7,8	-	10,0	-	12,5	-
14,0	3,5	7,8	3,5	10,0	3,5	12,5	3,5
14,0	2,0	7,8	2,0	10,0	2,0	12,5	2,0
15,7	2,5	7,2	2,5	9,0	2,5	11,8	2,5
15,7	1,8	7,2	1,8	9,0	1,8	11,8	1,8
15,7	1,3	7,2	1,3	9,0	1,3	11,8	1,3
20,0	8,0	8,0	6,0	9,5	6,5	12,5	8,0
20,0	5,0	8,0	4,0	9,5	4,5	12,5	4,5
20,0	4,0	8,0	2,0	9,5	3,5	12,5	4,0
17,5	2,5	5,8	1,8	7,0	1,8	8,9	1,8
17,5	1,9	5,8	1,2	7,0	1,2	8,9	1,2
17,5	1,5	5,8	1,0	7,0	1,0	8,9	1,0

ŚREDNIE KONIECZNE LICZBY TRAFIEŃ ω NIEKIEROWANYCH

Nazwa celu	Typ rażenia	A t a k z b o k u			
		$\lambda_n = 10^\circ$		$\lambda_n = 20^\circ$	
		S_c	ω	S_c	ω
Rakieta Honest John na SS	A	31,5	3,0	33,1	2,8
	B	31,5	2,5	33,1	2,5
	C	31,5	1,3	33,1	1,3
Rakieta Sergeant na SS	A	26,0	2,0	30,0	2,2
	B	26,0	1,7	30,0	1,8
	C	26,0	1,5	30,0	1,6
Rakieta Pershing	A	9,2	1,1	9,0	1,1
	B	9,2	1,0	9,0	1,0
	C	9,2	1,0	9,0	1,0
Rakieta Mace na SS	A	23,5	2,5	25,0	2,5
	B	23,5	1,7	25,0	1,7
	C	23,5	1,2	25,0	1,2
Stacja przedstar- towej kontroli Mace	A	13,8	2,5	16,2	2,5
	B	13,8	1,8	16,2	1,8
	C	13,8	1,2	16,2	1,2
Rakiety Hawk na SS	A	8,0	2,7	13,0	2,7
	B	8,0	1,7	13,0	1,7
	C	8,0	1,0	13,0	1,0
RLS baterii Hawk	A	7,0	1,6	7,5	1,6
	B	7,0	1,1	7,5	1,1
	C	7,0	1,0	7,5	1,0
Samolot F-104 na stoisku	A	31,6	3,0	32,0	3,0
	B	31,6	1,6	32,0	1,6
	C	31,6	1,0	32,0	1,0
Bojowy wóz piechoty	A	10,0	3,0	11,0	3,0
	B	10,0	2,5	11,0	2,5
	C	10,0	1,8	11,0	1,8
Stacja radiowa	A	12,5	2,0	13,7	2,0
	B	12,5	1,4	13,7	1,4
	C	12,5	1,0	13,7	1,0
Średni czołg	A	14,0	2,7	16,5	3,0
	B	14,0	2,0	16,5	2,3
	C	14,0	1,7	16,5	2,0
Stacja przedstar- towej kontroli Pershing	A	14,5	2,5	16,4	2,5
	B	14,5	1,8	16,4	1,8
	C	14,5	1,3	16,4	1,3
Haubica 203,2 mm	A	12,0	2,7	14,0	3,0
	B	12,0	2,1	14,0	2,4
	C	12,0	1,8	14,0	2,0

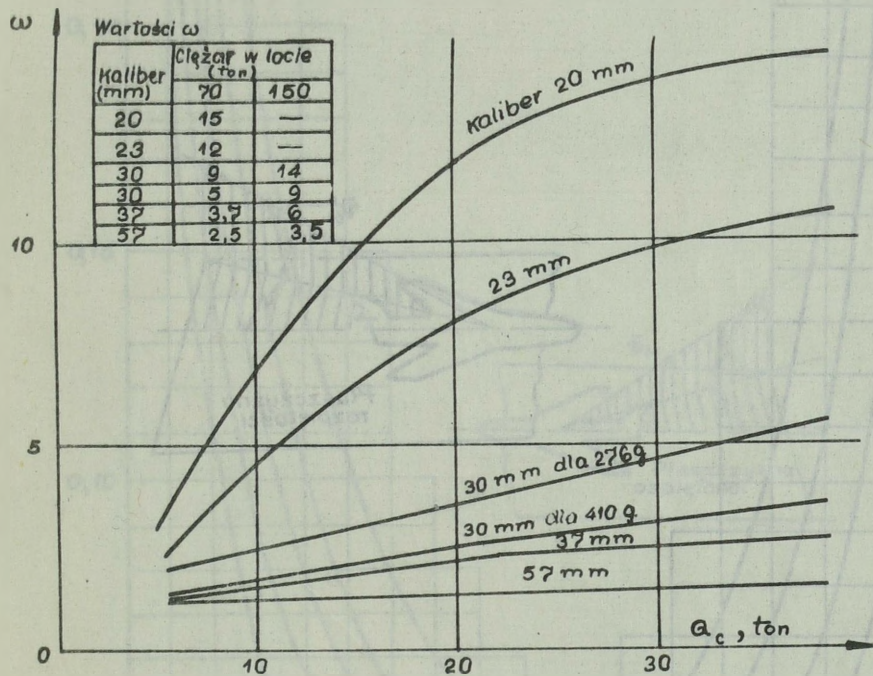
POCISKÓW RAKIETOWYCH S-5K DLA RAŻENIA CELÓW NAZIEMNYCH

Atak z boku		A t a k z p r z o d u					
$\lambda_n = 40^\circ$		$\lambda_n = 10^\circ$		$\lambda_n = 20^\circ$		$\lambda_n = 40^\circ$	
s_c	ω	s_c	ω	s_c	ω	s_c	ω
37,8	2,8	12,4	3,0	15,0	3,0	20,4	3,5
37,8	2,6	12,4	2,0	15,0	2,0	20,4	2,6
37,8	1,4	12,4	1,3	15,0	1,3	20,4	1,4
40,0	2,5	12,8	2,0	16,0	2,0	25,0	2,0
40,0	2,0	12,8	1,7	16,0	1,7	25,0	1,6
40,0	1,7	12,8	1,5	16,0	1,4	25,0	1,3
8,6	1,3	9,2	1,1	9,0	1,1	8,7	1,1
8,6	1,1	9,2	1,0	9,0	1,0	8,7	1,0
8,6	1,0	9,2	1,0	9,0	1,0	8,7	1,0
26,5	2,5	7,2	2,0	7,9	2,0	12,8	2,0
26,5	1,7	7,2	1,5	7,9	1,5	12,8	1,5
26,5	1,2	7,2	1,2	7,9	1,2	12,8	1,2
18,7	2,5	6,7	2,0	11,6	2,0	19,6	2,0
18,7	1,8	6,7	1,7	11,6	1,7	19,6	1,7
18,7	1,2	6,7	1,3	11,6	1,2	19,6	1,2
16,0	2,7	6,0	2,2	8,0	2,3	12,5	2,5
16,0	1,7	6,0	1,7	8,0	1,7	12,5	1,7
16,0	1,0	6,0	1,0	8,0	1,0	12,5	1,0
9,3	1,6	7,0	1,6	7,5	1,6	9,3	1,6
9,3	1,1	7,0	1,1	7,5	1,1	9,3	1,1
9,3	1,0	7,0	1,0	7,5	1,0	9,3	1,0
35,0	3,0	17,7	4,5	29,0	4,5	50,0	5,5
35,0	1,6	17,7	3,2	29,0	3,2	50,0	3,5
35,0	1,0	17,7	1,0	29,0	1,0	50,0	1,0
13,0	3,3	7,8	3,5	10,0	3,5	13,0	3,5
13,0	2,6	7,8	2,5	10,0	2,5	13,0	2,7
13,0	1,9	7,8	2,0	10,0	2,0	13,0	2,0
15,7	2,0	7,2	2,0	9,0	2,0	11,8	2,0
15,7	1,4	7,2	1,4	9,0	1,4	11,8	1,4
15,7	1,0	7,2	1,0	9,0	1,0	11,8	1,0
20,0	3,0	9,0	11,0	11,2	4,0	23,0	3,5
20,0	2,3	9,0	10,0	11,2	3,5	23,0	3,0
20,0	2,0	9,0	9,0	11,2	3,0	23,0	2,5
19,2	2,5	9,2	2,0	13,8	2,0	21,9	2,0
19,2	1,8	9,2	1,7	13,8	1,7	21,9	1,7
19,2	1,3	9,2	1,0	13,8	1,0	21,9	1,0
20,0	3,0	8,0	2,5	9,5	2,7	12,5	3,0
20,0	2,4	8,0	2,0	9,5	2,1	12,5	2,4
20,0	2,0	8,0	1,5	9,5	1,8	12,5	2,0

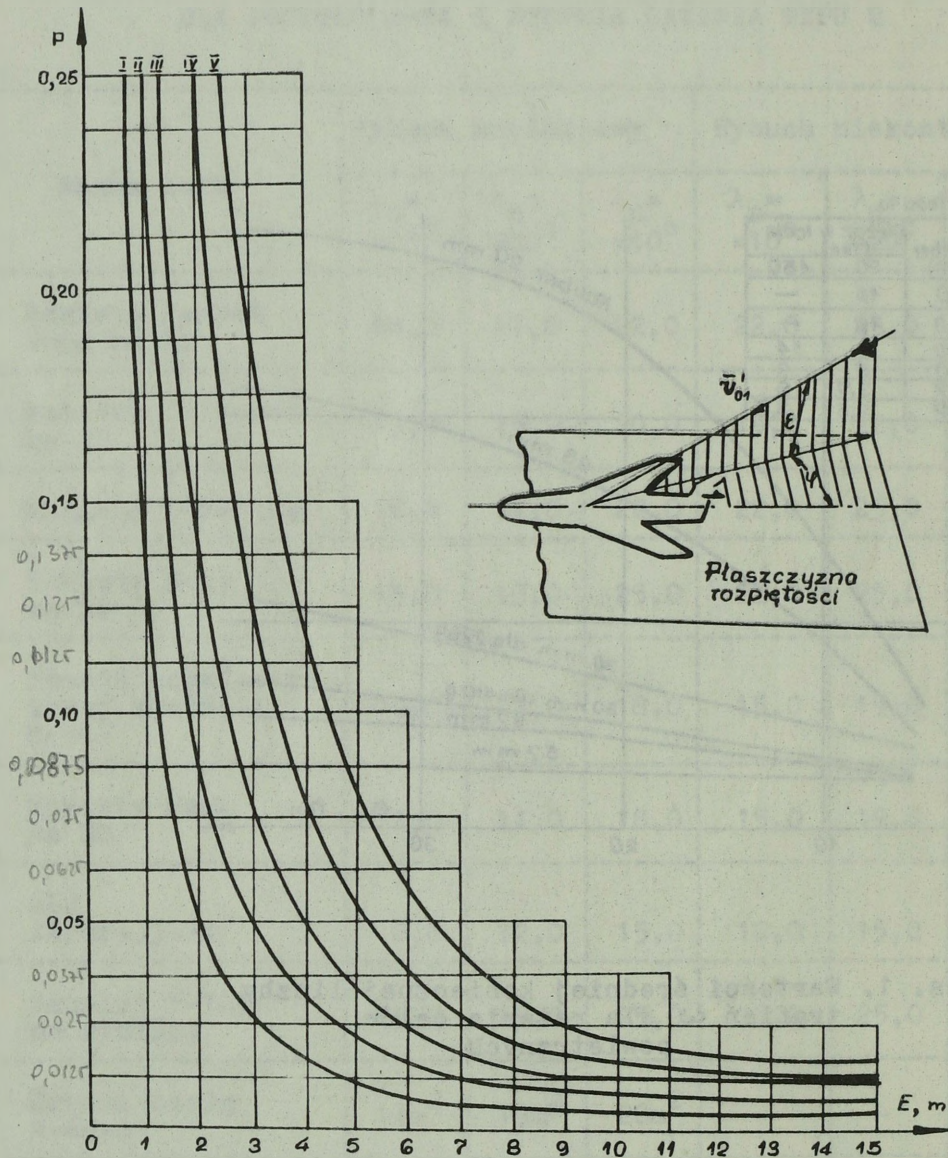
PROMIENIE /POWIERZCHNIE/ CELU OBLICZENIOWEGO
DLA POCISKU S-24 I STOPNIA RAŻENIA TYPU C

Nazwa celu	Wybuch kontaktowy			Wybuch niekontaktowy		
	$\lambda_n = 10^\circ$	$\lambda_n = 20^\circ$	$\lambda_n = 40^\circ$	$\lambda_n = 10^\circ$	$\lambda_n = 20^\circ$	$\lambda_n = 40^\circ$
Rakieta Honest John na SS	14,0	17,0	22,0	22,0	25,0	30,0
Rakieta Sergeant na SS	13,0	15,0	20,0	19,0	22,0	30,0
Rakieta Pershing	14,0	17,0	22,0	22,0	25,0	30,0
Rakieta Mace na SS	15,0	18,0	25,0	22,0	25,0	30,0
Stacja przedstartowej kontroli Mace	10,0	13,0	18,0	15,0	19,0	25,0
Rakiety Hawk na SS	12,0	14,0	18,0	15,0	19,0	25,0
RLS AN/MP-33-34	8,0	12,0	15,0	12,0	15,0	22,0
Samolot F-104 na stoisku	15,0	19,0	25,0	22,0	25,0	30,0
<i>powierzchnie.</i> Średni czołg M-60-A	14m ²	19m ²	28m ²	-	-	-
Bojowy wóz piechoty MIC-65	23m ²	37m ²	63m ²	-	-	-
Stacja radiowa	13,0	15,0	20,0	19,0	22,0	30,0
Haubica 203,2 mm	10,0	13,0	18,0	15,0	19,0	25,0
Stacja przedstartowej kontroli Pershing	12,0	15,0	19,0	15,0	19,0	25,0

$r(m)$



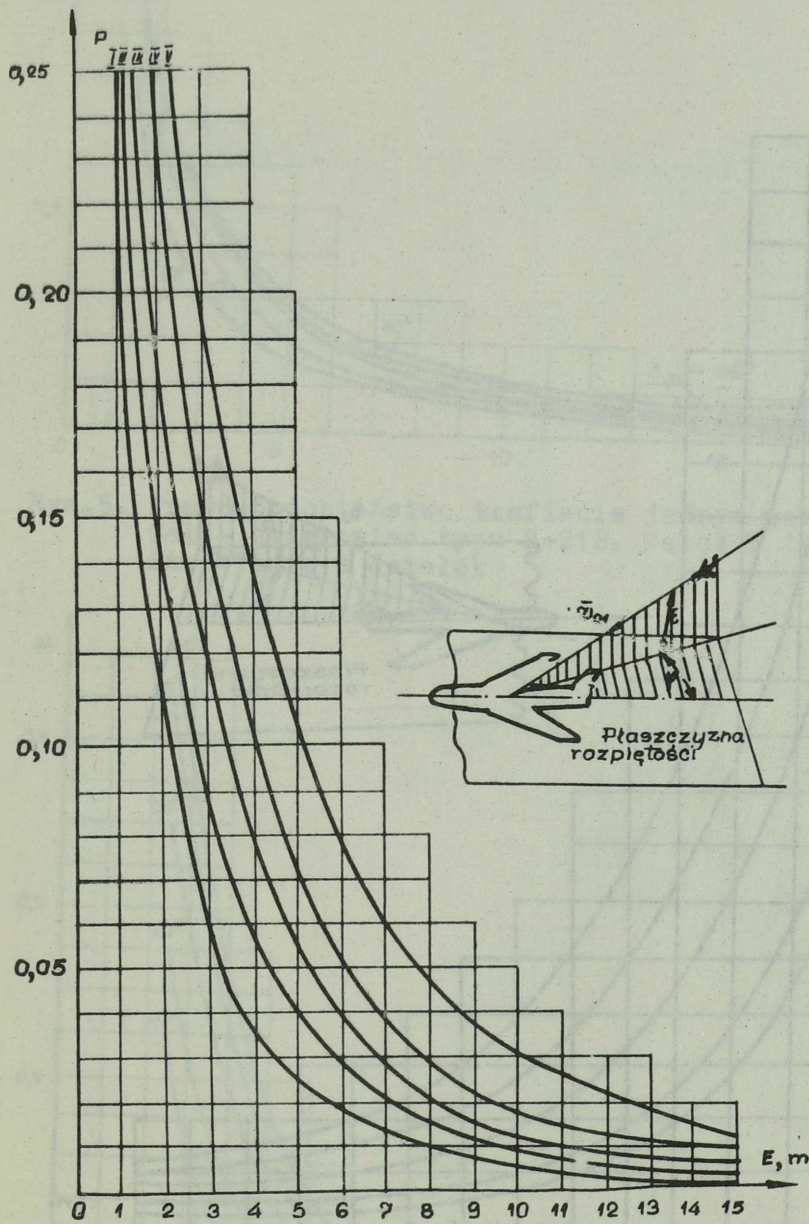
Rys. 1. Wartości średniej koniecznej liczby trafień ω dla rażenia celów powietrznych



Rys. 2. Prawdopodobieństwo trafienia jednym pociskiem w samolot typu F-86. Strzelanie z działek.

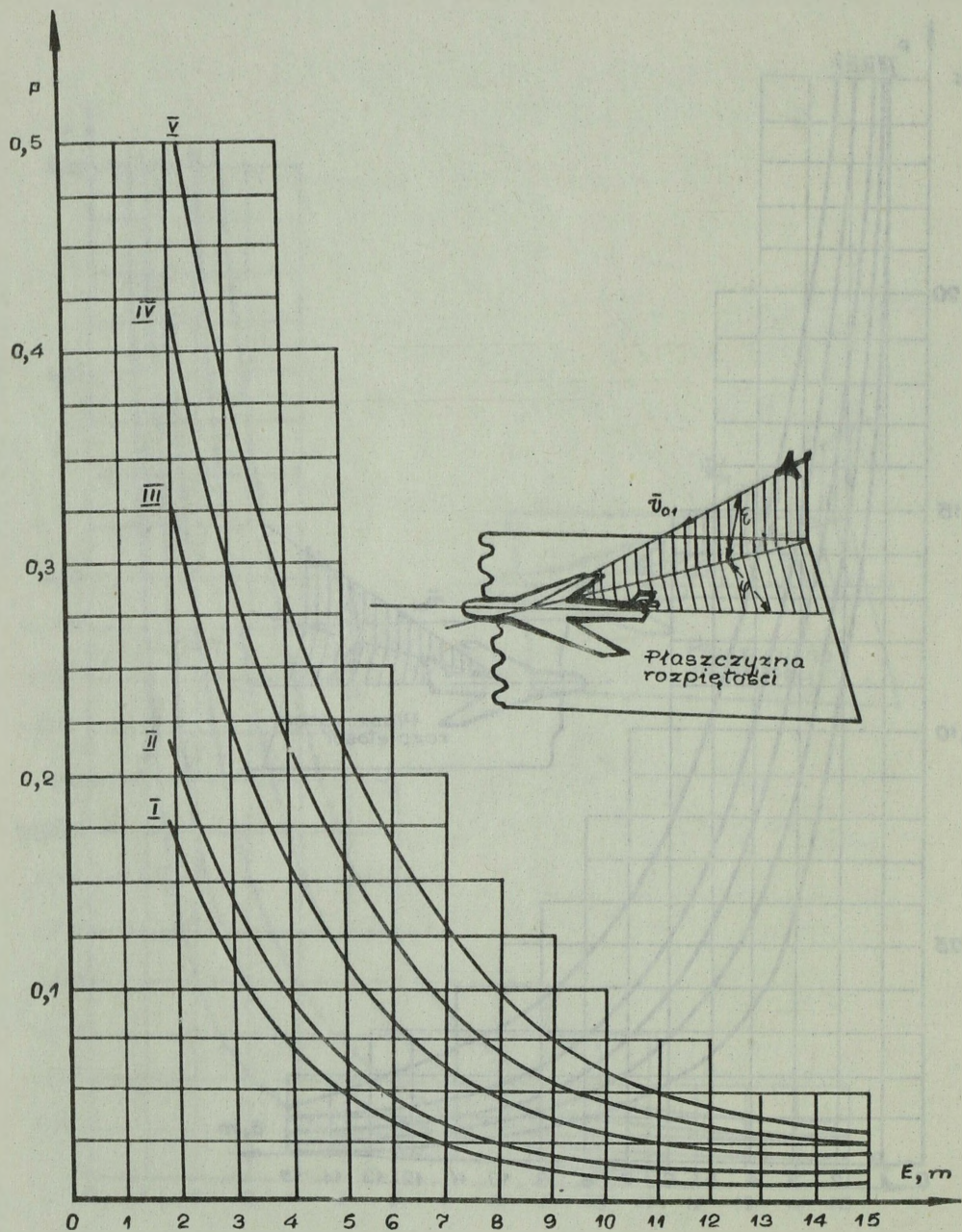
Kierunek ataku:

- I. $\epsilon = 0^\circ$; $\psi = 0^\circ$
- II. $\epsilon = 0^\circ$; $\psi = 15^\circ$
- III. $\epsilon = 15^\circ$; $\psi = 0 \div 30^\circ$
- IV. $\epsilon = 30^\circ$; $\psi = 0 \div 30^\circ$
- V. $\epsilon = 50^\circ$; $\psi = 0 \div 30^\circ$



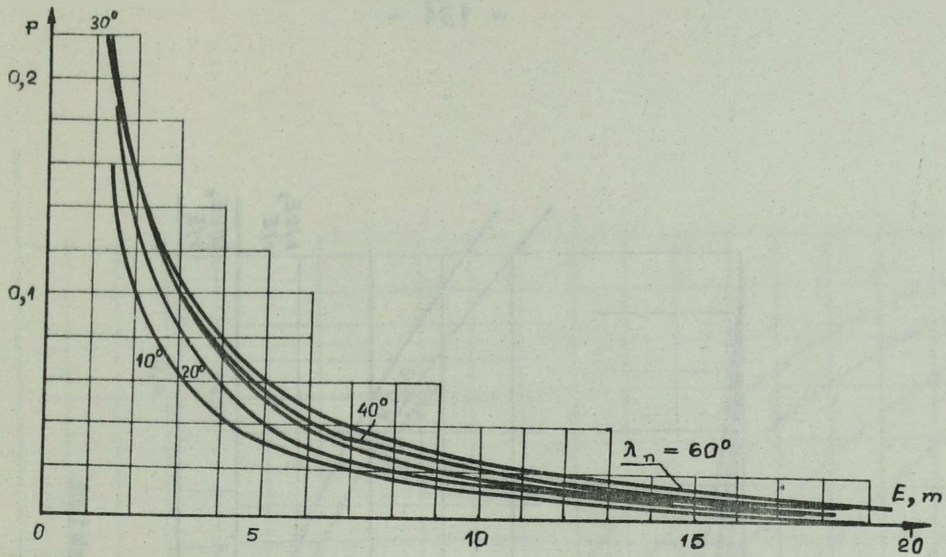
Rys. 3. Prawdopodobieństwo trafienia jednym pociskiem w samolot typu F-105. Strzelanie z działek.

- Warunki ataku:
- I. $\epsilon = 0^{\circ}$; $\psi = 0^{\circ}$
 - II. $\epsilon = 0^{\circ}$; $\psi = 15^{\circ}$
 - III. $\epsilon = 8^{\circ}$; $\psi = 0 \div 30^{\circ}$
 - IV. $\epsilon = 15^{\circ}$; $\psi = 0 \div 30^{\circ}$
 - V. $\epsilon = 30^{\circ}$; $\psi = 0 \div 30^{\circ}$

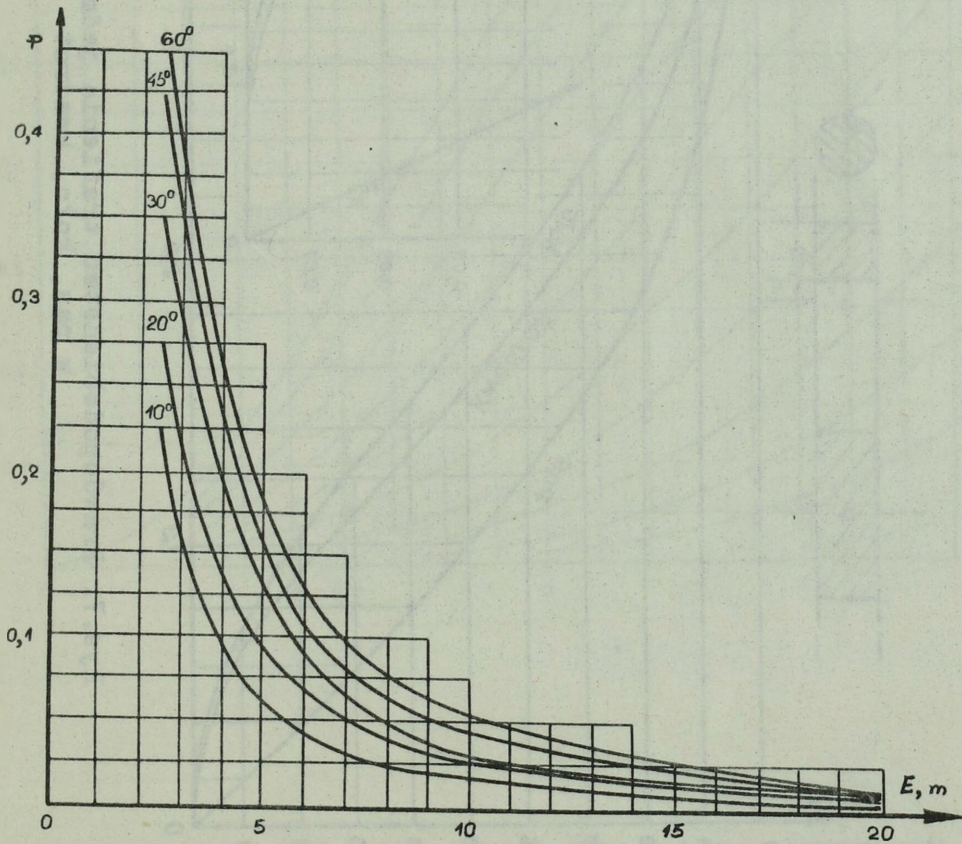


Rys. 4. Prawdopodobieństwo trafienia jednym pociskiem w samolot typu B-58. Strzelanie z działek.

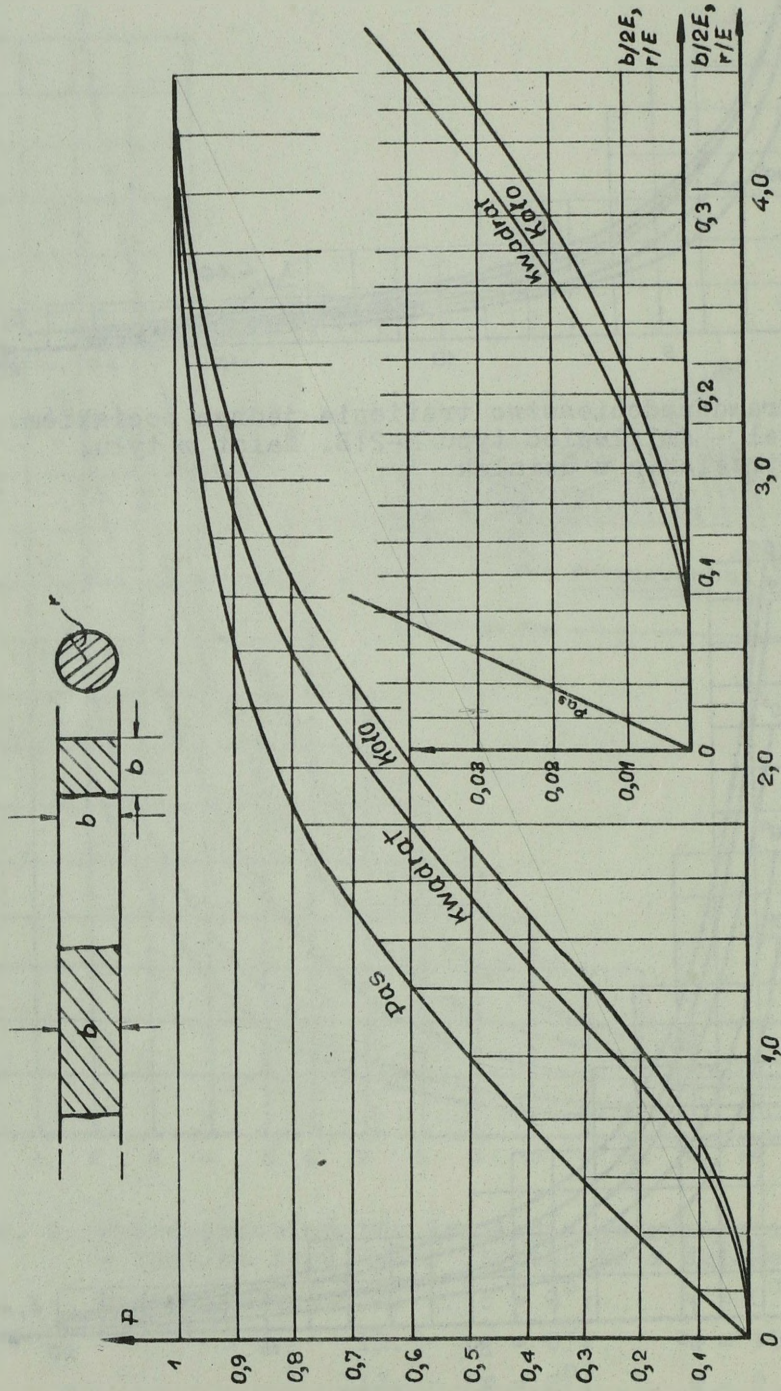
Warunki ataku: I. $\varepsilon = 0^\circ$; $\psi = 0^\circ$
 II. $\varepsilon = 0^\circ$; $\psi = 15^\circ$
 III. $\varepsilon = 8^\circ$; $\psi = 0 \div 30^\circ$
 IV. $\varepsilon = 15^\circ$; $\psi = 0 \div 30^\circ$
 V. $\varepsilon = 30^\circ$; $\psi = 0 \div 30^\circ$



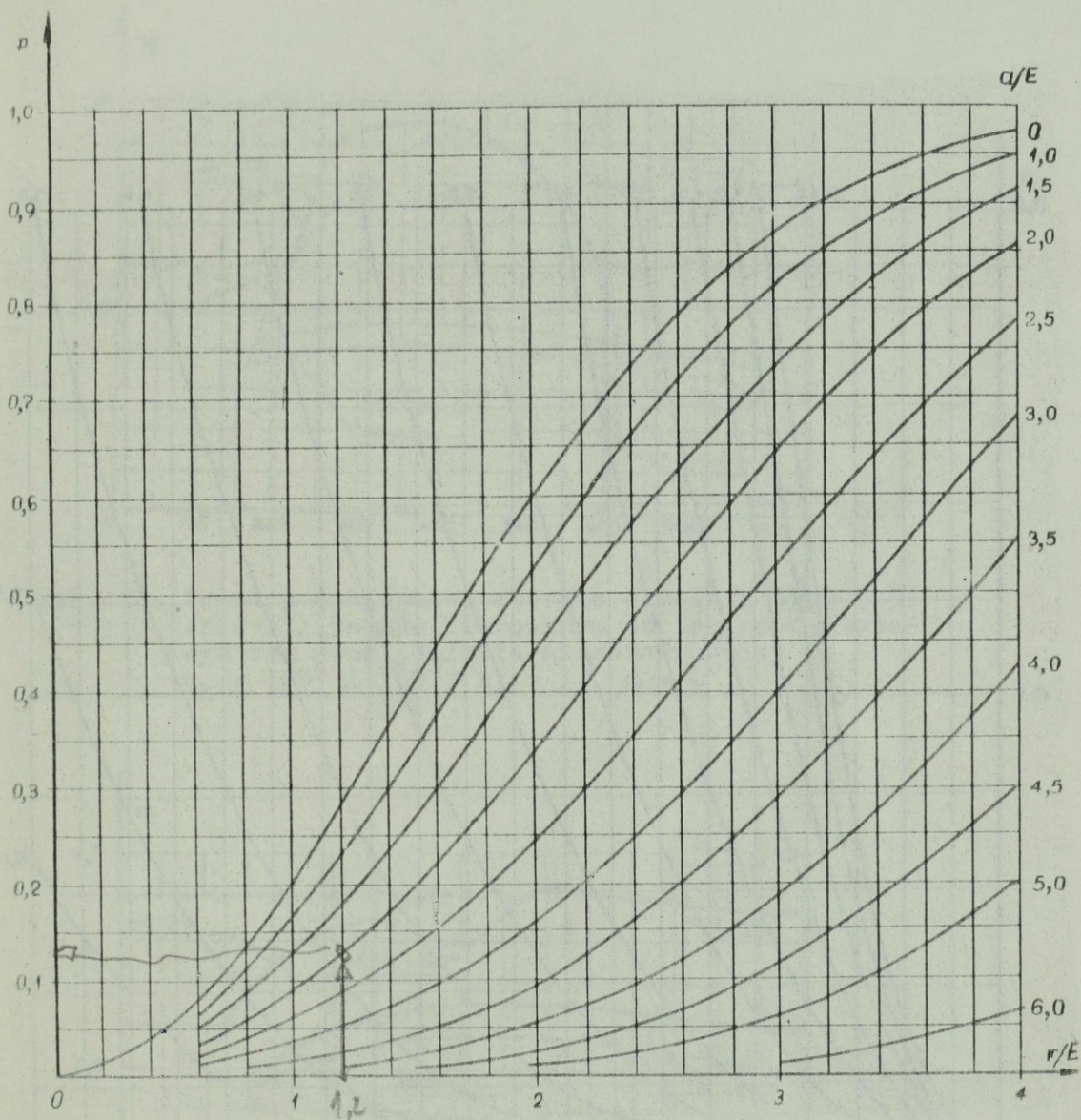
Rys. 5. Prawdopodobieństwo trafienia jednym pociskiem.
Cel - śmigłowiec typu H-21B. Nalot z tyłu.
Strzelanie z działek



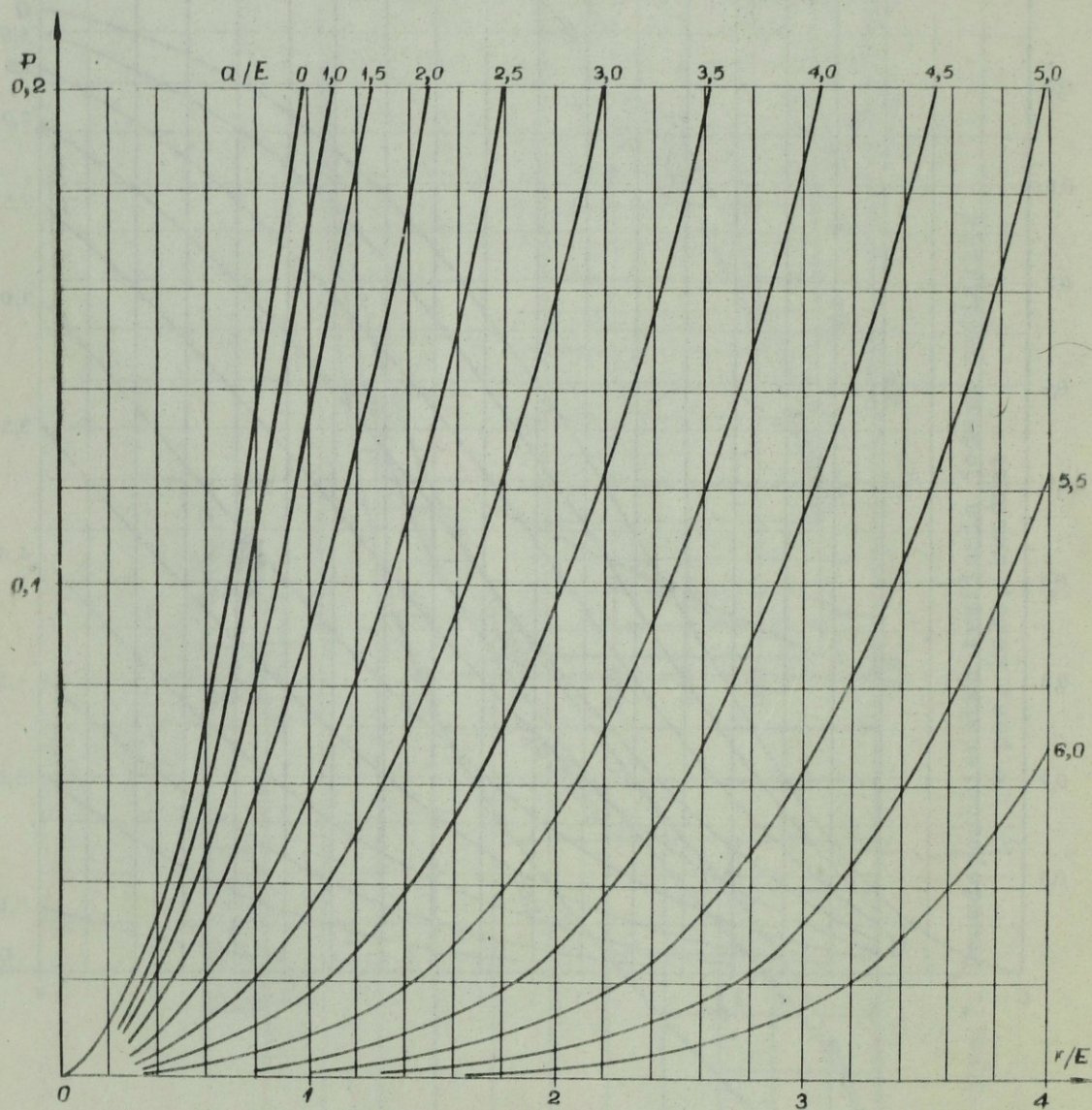
Rys. 6. Prawdopodobieństwo trafienia jednym pociskiem.
Cel - śmigłowiec typu H-21B. Nalot z tyłu.
Strzelanie pociskami rakietowymi typu S-5M/S-5K/



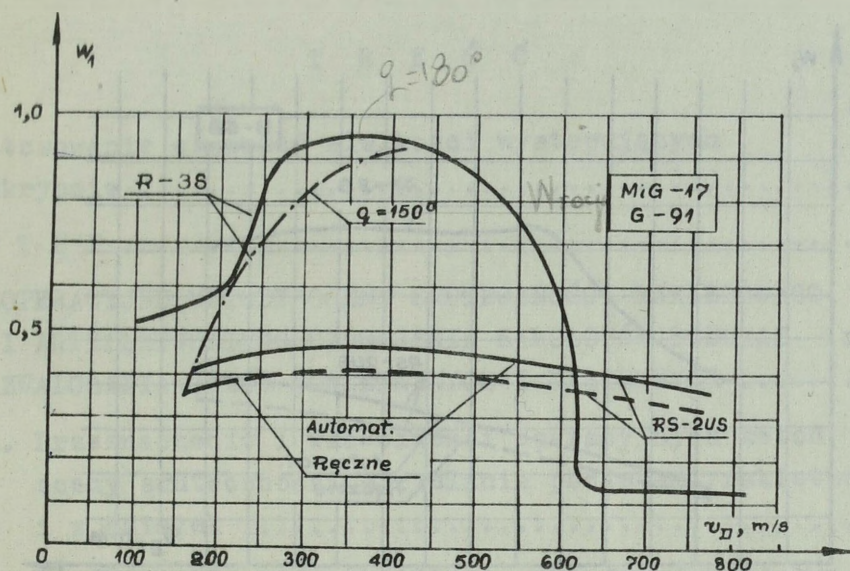
Rys. 7. Prawdopodobieństwo trafienia jednym pociskiem w pas, koło, kwadrat



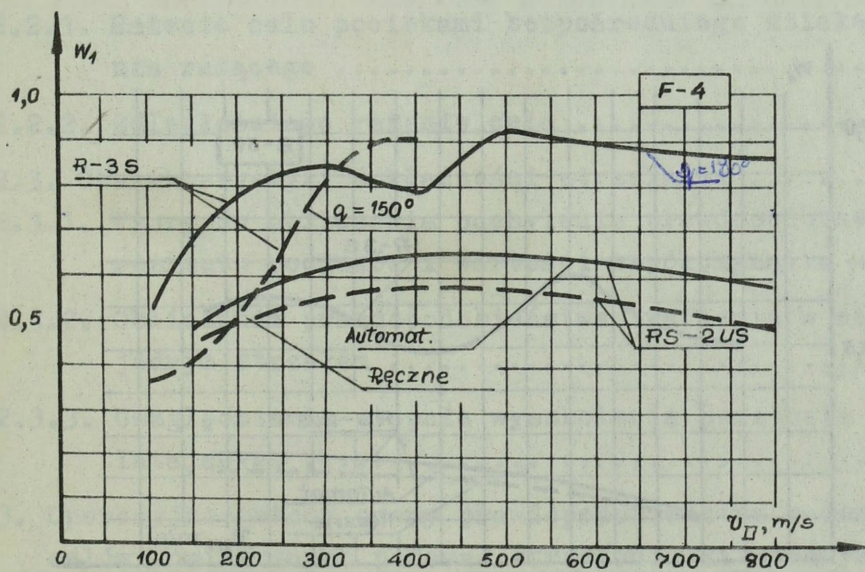
Rys.8. Prawdopodobieństwo trafienia w koło o promieniu R przy przesunięciu środka rozrzutu o wielkość a



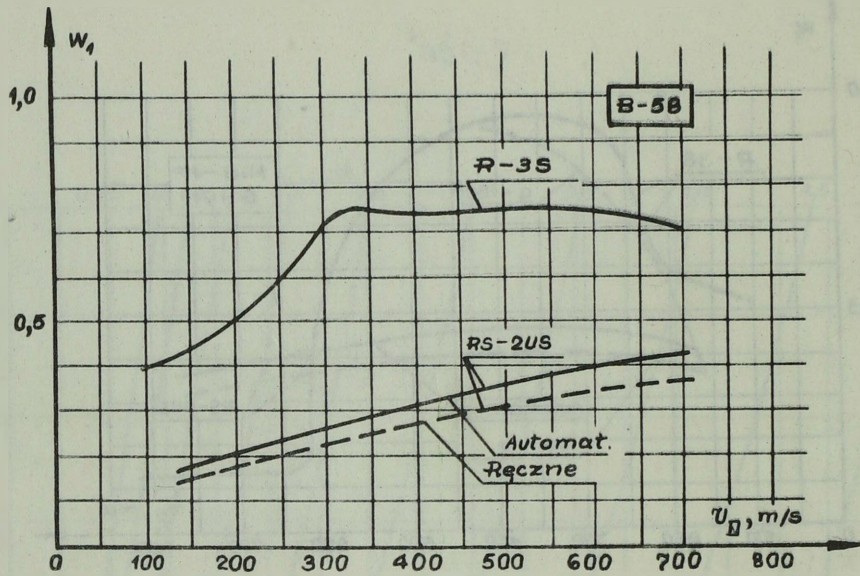
Rys.9. Prawdopodobieństwo trafienia w koło o promieniu R przy przesunięciu środka rozrzutu o wielkość a



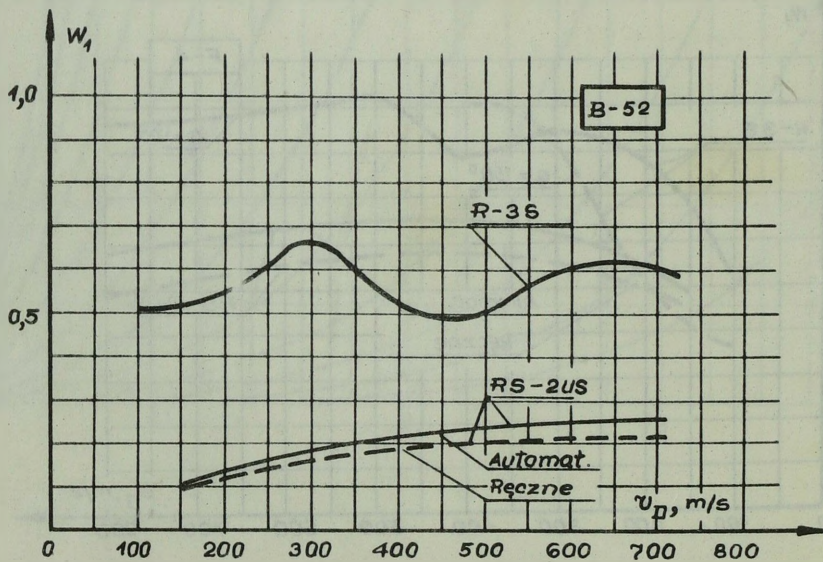
Rys. 10. Prawdopodobieństwo rażenia samolotu typu G-91 /MiG-17/ jednym kierowanym pociskiem rakietowym bez uwzględnienia niezawodności:
 $q_k = 180^\circ$ i 150° , $n_c = 1$, $\Delta = 0^\circ$



Rys. 11. Prawdopodobieństwo rażenia samolotu typu F-4 jednym kierowanym pociskiem rakietowym bez uwzględnienia niezawodności:
 $q_k = 180^\circ$ i 150° , $n_c = 1$, $\Delta = 0^\circ$



Rys.12. Prawdopodobieństwo rażenia samolotu typu B-58 jednym kierowanym pociskiem rakietowym bez uwzględnienia niezawodności :
 $q_k = 180^\circ$, $n_c = 1$, $\Delta = 0^\circ$



Rys.13. Prawdopodobieństwo rażenia samolotu typu B-52 jednym kierowanym pociskiem rakietowym bez uwzględnienia niezawodności :
 $q_k = 180^\circ$, $n_c = 1$, $\Delta = 0^\circ$

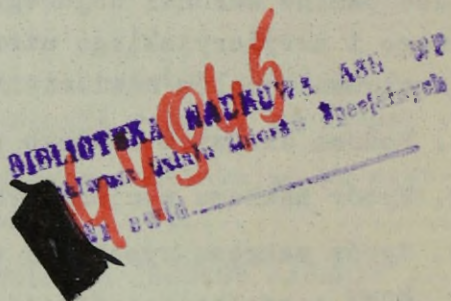
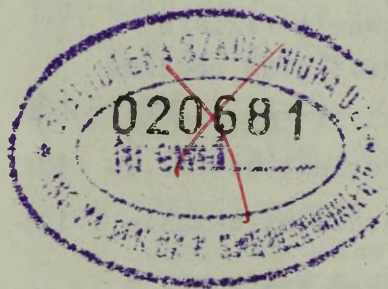
T R E Ś Ć

	str.
Zastosowanie oznaczeń wielkości występujących w skrypcie	3
W S T Ę P	11
1. OPERACYJNE METODY OCENY SKUTECZNOŚCI RAKIETOWEGO I ARTYLERYJSKIEGO UZBROJENIA SAMOLOTÓW PODCZAS ZWALCZANIA CELÓW POWIETRZNYCH I NAZIEMNYCH	17
1.1. Przeznaczenie i właściwości operacyjnych metod oceny skuteczności strzelania pociskami raketowymi i z działek	17
1.2. Wyjściowe dane do określania prawdopodobieństwa rażenia celu podczas strzelania pociskami raketowymi i z działek	20
1.2.1. Stopnie rażenia celu	22
1.2.2. Charakterystyki wrażliwości celów pojedynczych ..	25
1.2.2.1. Rażenie celu pociskami bezpośredniego działania rażącego	26
1.2.2.2. Odległościowe rażenie celu	29
1.2.3. Charakterystyki dokładności strzelania	32
1.2.3.1. Wzory do obliczania odchylenia prawdopodobnego rozrzutu pocisków i wartości współczynnika μ ..	33
1.2.3.2. Obliczenie prawdopodobieństwa trafienia w cel jednym strzałem	36
1.2.3.3. Uwzględnianie stopnia wyszkolenia personelu latającego	37
1.3. Operacyjne metody oceny prawdopodobieństwa rażenia celów powietrznych podczas strzelania kierowanymi pociskami raketowymi	38

	str.
1.3.1. Określanie prawdopodobieństwa rażenia celów za pomocą wykresów	38
1.3.2. Uwzględnianie wpływu błędów systematycznych i zwiększenia rozrzutu pocisków raketowych	43
1.4. Operacyjne metody oceny prawdopodobieństwa rażenia celu powietrznego i naziemnego podczas strzelania pociskami raketowymi i pociskami bezpośredniego działania rażącego	46
1.4.1. Wzory do obliczania prawdopodobieństwa rażenia celu	46
1.4.2. Metoda obliczania prawdopodobieństwa rażenia celu	48
1.4.3. Uwzględnianie systematycznych błędów strzelania podczas obliczania prawdopodobieństwa rażenia celu	53
1.5. Określanie prawdopodobieństwa rażenia celu naziemnego podczas strzelania pociskami raketowymi z odległościowym działaniem rażącym	53
1.6. Uwzględnianie niezawodności środków technicznych i przeciwdziałania celów	55
1.6.1. Uwzględnianie niezawodności pocisku raketowego i celownika podczas strzelania różnymi sposobami .	56
1.6.2. Uwzględnianie czynników przeciwdziałających wykonaniu strzelania celowanego	57
2. WYBÓR I UZASADNIENIE RACJONALNYCH ŚRODKÓW RAŻENIA ...	60
2.1. Ogólna metoda wyboru racjonalnych środków rażenia .	60
2.2. Wybór środków rażenia do zwalczania celu powietrznego	62
2.3. Wybór środków rażenia do zwalczania celu naziemnego	66
2.3.1. Uwzględnianie odporności celów	68

	str.
2.3.2. Uwzględnianie istnienia ukryć naturalnych i sztucznych, a także sposobów zastosowania środków rażenia	68
2.3.3. Uwzględnianie przeciwdziałania środków obrony powietrznej przeciwnika i warunków atmosferycznych	70
3. WYBÓR I UZASADNIENIE RACJONALNYCH WARUNKÓW BOJOWEGO ZASTOSOWANIA RAKIETOWEGO I ARTYLERYJSKIEGO UZBROJENIA SAMOLOTÓW PODCZAS ZWALCZANIA CELÓW POWIETRZNYCH I NAZIEMNYCH	75
3.1. Racjonalne warunki bojowego zastosowania rakietowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów podczas strzelania do celów powietrznych	75
3.1.1. Określanie racjonalnych warunków strzelania kierowanymi pociskami rakietowymi do celów powietrznych	77
3.1.2. Racjonalne sposoby zużycia jednostki ognia	90
3.1.3. Racjonalne warunki strzelania z działek do celów powietrznych	94
3.2. Racjonalne warunki bojowego zastosowania rakietowego i artyleryjskiego uzbrojenia samolotów podczas zwalczania celów naziemnych	100
3.2.1. Budowa krzywych równego prawdopodobieństwa	101
3.2.2. Wybór zakresu racjonalnych odległości strzelania	105
3.2.3. Wybór zakresu wysokości wprowadzenia w lot nurkowy	107
3.2.4. Wybór prędkości wprowadzenia samolotu w lot nurkowy	110
3.2.5. Wybór kierunku nalotu na cel	111

	str.
3.2.6. Wybór kąta nurkowania	112
3.2.7. Wybór racjonalnej metody zużycia amunicji	114
ZAKOŃCZENIE	119
ZAŁĄCZNIKI	121
Nr 1 Średnie konieczne liczby trafień 23 mm pocisków z działek dla rażenia celów naziemnych	122
Nr 2 Średnie konieczne liczby trafień 30 mm pocisków z działek dla rażenia celów naziemnych	124
Nr 3 Średnie konieczne liczby trafień niekierowanych pocisków rakieto- wych S-5K dla rażenia celów naziemnych	126
Nr 4 Promienie /powierzchnie/ celu obliczeniowego dla pocisku S-24 i stopnia rażenia typu C /tabela i 13 rysunków/	128



Wykonano w 120 egz.
Egz. Nr 1-80 - B.T.
Egz. Nr 81-120 - DWLot.
Wyk. płk Pawłowski
Druk S.P.dn.08.01.73 r.
Nr ks. 0243/WW